

Ausgabe 77

Elektronische Präzisionsmeßgeräte

Wandel & Goltermann

Herausgeber: Wandel & Goltermann, Postfach 45, D-7412 Eningen u. A.
Redaktion: Technisches Schrifttum
Herstellung: Ernst Kieser KG, D-8900 Augsburg
Printed in the Federal Republic of Germany 6082.8/6.77

Vorbemerkungen

Der Gesamtkatalog ist für einen Zeitraum von 2 bis 3 Jahren Ihre Unterlage über das Lieferprogramm der Firma Wandel & Goltermann, Eningen u. A. Die während dieses Zeitraumes auf den Markt kommenden Neuerscheinungen und Verbesserungen an Meßgeräten werden Ihnen durch unsere Kundeninformation »bits« mitgeteilt. Diese erscheint etwa alle 3 Monate und bringt neben Neuentwicklungen auch Applikationen und Hinweise auf technische Neuerungen an bestehenden Geräten.

Inhalt und Gliederung

Das Geräteprogramm ist in sieben Anwendungsgebiete aufgeteilt. Diese sind farblich unterschieden.

hellblau: Meßgeräte für Spannungen und Pegel, NF-Bereich (bis 100 kHz)
dunkelblau: Meßgeräte für Spannungen und Pegel, TF-Bereich (bis 100 MHz)
hellgrün: Meßgeräte für Datenübertragungssysteme
dunkelgrün: Geräte für die Verzerrungsmeßtechnik
grau: Meßgeräte für PCM-Systeme
gelb: Meßgeräte für den allgemeinen Bedarf
rot: Meßgeräte zur automatischen Meßwerterfassung

Neben diesen Hauptgruppen wird ein Überblick des Lieferprogramms „Elektroakustik" und der von uns vertretenen Firmen gegeben.

Meßtechnische Hinweise

Jedem Hauptkapitel sind Hinweise über die Gerätetechnik und das Meßprinzip vorangestellt. Diese sollen den Katalogbenutzer in die Lage versetzen, Einblick über Meßmethoden der Nachrichtenübertragungstechnik zu erlangen. Außerdem erläutern Anwendungsbeispiele den Einsatz der Meßgeräte.

Inhaltsverzeichnisse

Zum raschen Auffinden der gesuchten Geräte ist zum einen die Aufteilung in Anwendungsgebiete vorgenommen worden, zum anderen ist der Katalog mit drei Inhaltsverzeichnissen ausgestattet:

- Sachgruppen-Inhaltsverzeichnis (Seite 7)
  Entsprechend den Anwendungsgruppen sind die Geräte aufgeführt.
- Alphabetisches Inhaltsverzeichnis (Seite 11)
  Hier sind die im Katalog befindlichen Geräte entsprechend ihrer Kurzbezeichnung alphabetisch geordnet.
- Bestellnummer-Inhaltsverzeichnis (Seite 17)
  In numerischer Reihenfolge der Bestellnummern finden Sie in diesem Verzeichnis die Geräte aufgelistet.

Für weitere Einzelheiten, die u. U. die Gerätetechnik oder das Meßprinzip betreffen, steht am Ende des Katalogs ein ausführliches **Stichwortverzeichnis** zur Verfügung.

Eigenschaften

Unsere Meßgeräte werden unter Beachtung der einschlägigen nationalen und internationalen Normen und Vorschriften sowie der entsprechenden CCITT- und CCIR-Empfehlungen entwickelt. In den einzelnen Datenblättern wird an geeigneter Stelle auf diese Dokumente hingewiesen. Der Benutzer des Katalogs bekommt damit zusätzliche Informationen über das Gerät sowie über dessen Einsatzmöglichkeiten.

Bei der Festlegung unserer technischen Daten wird die Norm DIN 43745 „Elektronische Meßgeräte, Angaben der Betriebsgüte in Datenblättern und Normen" bzw. die harmonisierte IEC-Publ. 359 „Expression of the functional performance of electronic measuring equipment" in wachsendem Umfang berücksichtigt.

Die dem Gerät mitgelieferten Unterlagen, wie Beschreibung und Betriebsanleitung, werden unter Berücksichtigung der Norm DIN 43750 „Elektronische Meßeinrichtungen; Mitzuliefernde Unterlagen" bzw. der IEC-Publikationen 278 „Documentation to be supplied with electronic measuring apparatus" erstellt.

Die Geräte erfüllen die Sicherheitsvorschriften mit entsprechendem Geltungsbereich. Für die Mehrzahl der Geräte sind es Vorschriften nach VDE 0411 „Schutzmaßnahmen für elektronische Meßgeräte" bzw. der entsprechenden IEC-Publ. 348 „Safety requirements for electronic measurement apparatus".

Geräte neuerer Bauart sind sowohl als Tischgeräte als auch als Einschübe für 19-Zoll-Gestelle (nach DIN 41494) lieferbar. Die Umrüstung von einer dieser beiden Modifikationen in die andere ist – auch nachträglich – ohne Schwierigkeiten und mit geringem Aufwand möglich.

Viele Geräte sind auch mit einem Universalbuchsensystem Versacon®(s. Katalogblatt »Kabel, Stecker«) ausgerüstet, so daß eine Anpassung an alle gängigen Buchsen- und Steckersysteme möglich ist. Bei Gerätebestellungen sind die gewünschten Übergangsstücke anzugeben.

Garantie und Änderungen

Alle wesentlichen Eigenschaften unserer Geräte sind durch garantierte Toleranz- und Grenzwertangaben und nicht durch typische Werte gekennzeichnet. Sie gelten für jedes einzelne Gerät, nicht nur bei Auslieferung, sondern mindestens für die gesamte Garantiezeit von 12 Monaten. Darüber hinaus haben die bekannten Garantie- und Lieferbedingungen Gültigkeit.

Selbstverständlich sind wir jederzeit bereit, Sie bei der Lösung Ihrer Meßprobleme zu beraten und zu unterstützen. Unsere Arbeit ist ständig auf eine technische Verbesserung der gefertigten Meßgeräte ausgerichtet. Änderungen – insbesondere solche, die dem technischen Fortschritt dienen – behalten wir uns deshalb vor.

Bestellangaben

Die Bestellnummern der Geräte und des Zubehörs sind mit der Abkürzung BN gekennzeichnet. Die entsprechenden Angaben sind im Anschluß an die technischen Daten der Geräte zu finden.



Die Firma Wandel & Goltermann

Sie wurde 1923, in den Anfangsjahren des Rundfunks, von Ulrich Goltermann und Wolfram Wandel gegründet. Es war in der Zeit als das Geld seinen Wert in Deutschland verloren hatte, für ein 10-Mark-Goldstück waren bis zu 10 Billionen Papiermark aufzubringen. Es waren aber auch die Pionierjahre des Rundfunks.

Die Gründer weiteten nach erfolgreichem Studium an der Technischen Hochschule Stuttgart das Arbeitsgebiet von der Elektroakustik und der Rundfunkempfangstechnik auf die Installation von automatischen Fernsprechanlagen aus. Der schon in den Anfangsjahren gewählte Grundsatz, daß Genauigkeit und Zuverlässigkeit die wichtigsten Gebote für die gelieferten Produkte darstellen, hatten die stetige Aufwärtsentwicklung der Firma zur Folge.

Der Beginn des 2. Weltkriegs unterbrach 1939 dieses Wachstum. Die während der Kriegsjahre aufgebauten Verbindungen zu Forschungsinstituten der Technischen Hochschule Stuttgart wirkten sich in der Nachkriegszeit positiv auf die weitere Entwicklung der Firma aus. So wurden neben der Serienfertigung von Rundfunkgeräten und Autoradios die ersten Meßgeräte für die Nachrichtenübertragungstechnik entwickelt. Als 1948 der Klirrfaktormesser KLM-0 und der kleine Meßgenerator KMG-1 mit dekadischer Frequenzeinstellung auf den Markt kamen, festigte und erweiterte sich der gute Ruf der Firma auch im überregionalen Raum. Auch zeichneten sich die ersten Auslandserfolge ab. Durch den Aufbau des Trägerfrequenznetzes der Deutschen Bundespost ergab sich ein großer Bedarf an Meßgeräten für die Nachrichtenübertragungstechnik.

Hier fanden neue Meßgeräte von Wandel & Goltermann ihren Markt, und konnten den ständig steigenden technischen und physikalischen Anforderungen der Kunden standhalten. Auch hier waren es wieder Qualität und Zuverlässigkeit die den Namen Wandel & Goltermann in Fachkreisen bekannt machten.

Die 1954 in Eningen bei Reutlingen mit 120 Mitarbeitern bezogene Fertigungsstätte mußte mehrmals erweitert werden. Heute arbeiten hier mehr als 1000 Mitarbeiter.
Die fortschreitende Entwicklung in der Nachrichtenübertragungstechnik brachte immer neue Meßprobleme. Zu den ersten noch recht einfachen Geräten kamen Meßempfänger, Pegel- und Wobbelmeßplätze, Geräte für die Datenübertragungsmeßtechnik und zur Phasen- und Gruppenlaufzeitverzerrungsmessung, Rauschklirrmeßplätze, PCM-Meßgeräte, Stromversorgungsgeräte, Laborgeräte sowie ein digitales Meßwerterfassungs- und -auswertesystem hinzu.

Diese Produkte liefert Wandel & Goltermann in alle 5 Kontinente. Der zentrale Vertrieb in der Bundesrepublik Deutschland wird durch Technische Büros unterstützt. Im Ausland sind es die Tochtergesellschaften in Frankreich, England, Kanada, Schweden, Südamerika, in der Schweiz und den USA sowie 50 Vertretungen in weiteren Ländern die unsere Kunden fachmännisch beraten. Da der Export mit über 70 % des Umsatzes einen bedeutenden Faktor darstellt ist es selbstverständlich, daß für die Geräte auch ein weltweiter Kundendienst geboten wird.

Inhaltsübersicht

Seite	Gruppe	Inhalt	Farbe
3		Vorbemerkungen	
21		Mechanische und klimatische Beanspruchung von Meßgeräten	
27	Meßgeräte für Spannungen und Pegel NF-Bereich (bis 100 kHz)	Einführung, Spannungs- und Pegelmesser, Wobbelmeßplätze, Zusatzgeräte	hell-blau
73	Meßgeräte für Spannungen und Pegel TF-Bereich (bis 100 MHz)	Einführung, Spannungs- und Pegelmesser, Pegelsender, Pegel- und Wobbelmeßplätze, Zusatzgeräte	dunkel-blau
245	Meßgeräte für Datenübertragungssysteme	Einführung, Gruppenlaufzeit- und Dämpfungsmeßplätze, Datenleitungsmeßgeräte, Frequenzversatzmeßgeräte, Dämpfungs- und Laufzeitentzerrer, Leitungsnachbildung	hell-grün
301	Geräte für die Verzerrungsmeßtechnik	Einführung, Geräuschüberwachungs-Einrichtungen, Rauschklirrmeßplätze, Richtfunkmeßplätze, Verzerrungsmeßgeräte	dunkel-grün
361	Meßgeräte für PCM-Systeme	Einführung, Meßgeräte für Analogparameter, Meßgeräte für die digitale Signalübertragung	grau
395	Meßgeräte für den allgemeinen Bedarf	Einführung, Labormeßgeräte, Sondergeräte, Stromversorgungsgeräte, Zubehör	gelb
473	Meßgeräte zur Meßwerterfassung	Einführung, Nachrichtentechnische Meßautomaten, Programmierbare Geräte für Meßautomaten	rot
509		Elektroakustik	
513		Ergänzungsprogramm	
517		Anschriften	
523		Stichwortverzeichnis	

Inhaltsverzeichnis

Sachgruppen

Meßgeräte für Spannungen und Pegel, NF Bereich (bis 100 kHz) hellblau

33	Digitalpegelmesser PM-10	breitband 200 Hz bis 4 kHz; −50 bis +10 dBm; Festpegelsender; Batteriebetrieb; BN 820
35	NF-Pegelmeßgerät PMG-2	breitband 15 Hz bis 20 kHz; −80 bis +20 dBm; echte Effektivwertgleichrichtung; Sendepegel −65 dBm bis +10 dBm; Wobbeleinrichtung; BN 815
45	NF-Wobbelmeßplatz WM-20/WM-30	20 Hz bis 20 kHz; Niederfrequenzmeßplatz mit Sende- und Empfangsteil; Einknopfbedienung; BN 805/806
51	Pegelmeßplatz PMG-13	20 Hz bis 20 kHz; Niederfrequenzmeßplatz mit Mitlaufsender; Sieben Bandbreiten zwischen 10 Hz und 1,6 kHz; extern Wobbelbar; BN 677
57	Selektiver Pegelmesser, Klirranalysator SPM-11	15 Hz bis 200 kHz; −130 bis +22 dB; Bandbreite 8 Hz u. 40 Hz; digitale Frequenzanzeige; 1-Hz-Auflösung; BN 604
65	Rauschgenerator RG-1	0 bis 108 kHz; weißes, rosa und sprachsimulierendes Rauschen; Filteranschluß; BN 413
69	Universal-Filter UF-1	16 Hz bis 31,5 kHz; 400 Einstellmöglichkeiten als Hoch-, Tief-Bandpaß, Bandsperre und Weiche; BN 403

Meßgeräte für Spannungen und Pegel, TF-Bereich (bis 100 MHz) dunkelblau

89	Pegelmesser SPM-9	selektiv; 300 Hz bis 8 kHz, breitband: 300 Hz bis 100 kHz; −70 bis +41 dB; Tastverhältnismessung τ/T; BN 244/21
93	Digitaler Geräuschpegelmesser PMD-1	breitband: 20 Hz bis 200 kHz; −80 bis +20 dBm; digitale Pegelanzeige; Programmierung möglich; BN 618
97	Pegelmesser TFH-2	selektiv und breitband: 300 Hz bis 500 kHz; −70 bis +41 dB; Tastverhältnismessung τ/T; Mittel- und Spitzenwert; BN 244/1
101	Pegelsender PS-3	300 Hz bis 612 kHz; −60 bis +11 dB/dBm; wobbelbar; Fremdabstimmung mit SPM-3; eingebaute Batterie; BN 270/0
105	Pegelmesser SPM-3	selektiv: 2 kHz bis 612 kHz; breitband: 300 Hz bis 612 kHz; −100 bis +23 dB; Batterie- und Netzbetrieb; BN 278/0
109	Pegelsender TFPS-75	300 Hz bis 1,35 (1,4) MHz; −70 bis +11 dB; wobbelbar; Fremdabstimmung mit TFPM-76; BN 175/0
113	Spannungs- und Pegelmesser TFPM-76	selektiv: 2 kHz bis 1,35 MHz; breitband: 300 Hz bis 1,35 MHz; −120 bis +31 dB; Scheinwiderstandsmeßzusatz; BN 176/0
117	Pegelmeßplatz PSM-8/WM-8	200 Hz bis 2 MHz; dekadische, stetige und programmierte Frequenzeinstellung; Schnelleichtaste; Wobbeleinrichtung
125	Pegelmeßplatz PSM-4/WM-40	200 Hz bis 2 MHz; Digitalanzeige von Meßfrequenz, Sendepegel und Empfangspegel; Wobbeleinrichtung; programmierbar
131	Dekadischer Steueroszillator OD-4	200 Hz bis 1.999 999 MHz; für die Pegelmeßplätze PSM-4 und PSM-8 sowie für den Pegelmeßautomaten PA-4
133	Meßstellenumschalter MU-4	0 bis 2 MHz für koaxiale bzw. bis 620 kHz für symmetrische Meßschaltungen; Einschubtechnik; fernsteuerbar; BN 563
139	Pegelsender PS-12	200 Hz bis 6 MHz; −70 bis 0 dB/dBm; digitale Anzeige der Frequenz; Fremdabstimmung mit SPM-12; BN 607/. . .
143	Pegelmesser SPM-12	selektiv u. breitband; 200 Hz bis 6 MHz; −140 bis +22 dB/dBm; Bandbreite umschaltbar; halbautom. Eichung; BN 608/. . .
149	Dekadischer Steueroszillator OD-12	0 bis 5.999 999 MHz; für Pegelsender PS-12 und Pegelmesser SPM-12; BN 821
151	Pegelsender TFPS-42	10 kHz bis 14 MHz; −80 bis +10 dB; wobbelbar; Fremdabstimmung mit TFPM-43; BN 84/1

155	Selektiver Pegelmesser TFPM-43	10 kHz bis 14 MHz; −110 bis +20 dB; Bandbreite umschaltbar; Fremdabstimmung mit TFPS-42; BN 86/1
159	Pegelsender PS-6	6 kHz bis 18,6 MHz; −98 bis +1 dB in 2-dB-Stufen; wobbelbar; Fremdabstimmung vom SPM-6; eingebaute Batterie; BN 340
165	Selektiver Pegelmesser SPM-6	6 kHz bis 18,6 MHz; −132 bis +23 dB; Bandbr. umschaltb.; Eichautom.; Übersteuerungskontr.; eingebaute Batterie; BN 341/4
171	Festfrequenzzusatz FFZ-6	6 kHz bis 18,6 MHz; 18 Festfrequenzen; einfache Bedienung; für PS-6 und SPM-6; BN 434
173	Pegelsender PS-60	6 kHz bis 18,6 MHz; −98 bis +1 dB in 2-dB-Stufen; wobbelbar; Fremdabstimmung von SPM-6 oder SPM-60; BN 610
177	Selektiver Pegelmesser SPM-60	(2) 6 kHz bis 18,6 MHz; −132 bis +25 dB; Bandbreite umschaltbar; Eichautomatik; Batteriebetrieb möglich; BN 611
183	Dekadischer Steueroszillator OD-600	2 kHz bis 18,6 MHz; für Pegelmeßplätze PS-6/SPM-6 und PS-60/SPM-60; BN 614
187	Wobbelzusatz WZ-6	2 kHz bis 18,6 MHz; Wobbelfrequenz 0,1 bis 20 Hz; Hub ± 400 Hz bis ± 10 MHz; voreingestellte Wobbelbereiche; BN 408
191	Wobbelzusatz WZ-61	6 kHz bis 18,6 MHz; Wobbelfrequenz 0,1 bis 25 Hz; Wobbelgrenzen dekadisch einstellbar; mit Sendereinschub PSE-61 Wobbelsender; BN 689
195	Breitbandpegelmesser REB-56	6 kHz bis 100 MHz; −55 bis +11 dBm; Eingangswiderstand 75 Ω; echte Effektivwertmessung; BN 839
199	Pegelmeßplatz PSM-5/WM-50	(2) 10 kHz bis 36 MHz; gemeinsame Abstimmung von Sende- und Empfangsteil; Quarzraster; Wobbeleinrichtung
207	Pegelmeßplatz PSM-14/WM-14	10 kHz bis 100 MHz; Frequenzauflösung 10 Hz; Pegelmeßumfang > 130 dB; mit SG-2/SG-3 zum Wobbelmeßplatz erweiterbar
213	Pegelmeßplatz PSM-7/WM-7	10 kHz bis 100 MHz; Digitalanzeige von Meßfrequenz und Pegel; Wobbeleinrichtung; programmierbar
219	Meßstellenumschalter MU-7	0 bis 100 MHz; für 6 koaxiale Meßstellen; Handeinstellung und fernsteuerbar; Signallampen; BN 590
221	Eichpegelmesser EPM-1	breitband: 0; 10 Hz bis 300 MHz; Meßbereich 0 dBm ± 1 dB; Skalendehnung ± 0,2 dB; eingebaute Eichquelle; BN 564/. . .
229	Sichtgerät SG-2	Schirmbild 8,5 cm x 12 cm; für Wobbelmeßplätze; Einschubtechnik (max. 5); Zeilenrasterverfahren; BN 429
229	Sichtgerät SG-3	Schirmbild 15 cm x 21 cm; für Wobbelmeßplätze; Einschubtechnik (max. 6); Zeilenrasterverfahren; BN 593
239	Sichtgerät SG-1	Schirmbild 10 cm x 10 cm; zur Verwendung in Wobbelmeßplätzen; Einschubtechnik; BN 551
241	Schaltfeld RGS-1	für Kanalumsetzerprüfung; Messung des Intermodulations- und Grundgeräusches und des Nebensprechens; BN 416

Meßgeräte für Datenübertragungssysteme hellgrün

255	Gruppenlaufzeit- und Dämpfungsmeßgerät LD-30	200 Hz bis 20 kHz; −50 bis +10 dBm; entspr. der CCITT-Empf. O. 81; Sender und Empfänger in einem Gehäuse; BN 691
263	Gruppenlaufzeit- und Dämpfungsmeßplatz LD-3	200 Hz bis 20 kHz; −50 bis +10 dBm; entspr. der CCITT-Empf. O. 81; Rückübertragung der Meßergebnisse; BN 615/616
271	Gruppenlaufzeit- und Dämpfungsmeßplatz LD-2	200 Hz bis 600 kHz; bis +10 dB; für Schleifen- und Streckenmessung; Spaltfrequenz 41,66 Hz; BN 280/281
275	Gruppenlaufzeit- und Dämpfungsmeßplatz LD-1	100 kHz bis 14 MHz (18 MHz); −42 bis +18 dB; für Schleifen- und Streckenmessung; Auflösung 1 ns
279	Datenleitungsmeßgerät DLM-1	zur Messung von Phasenjitter (CCITT-Empf. O. 91), Grundgeräusch und Frequenzversatz (CCITT-Empf. O. 111); BN 672
283	Frequenzversatzmeßgerät FVM-1	Meßfrequenzen (nach CCITT) 1020 Hz und 2040 Hz; Meßbereiche ± 10 und ± 1 Hz; Netz- und Batteriebetrieb; BN 571/. . .
287	Pegelüberwachungsempfänger PUE-1	0,2 bis 4 kHz; −49,9 bis +20 dBm; Überwachen und Messen eines Prüftons oder von Datensignalen im Datenkanal; BN 851
289	Leitungsnachbildung TLN-1	300 Hz bis 3,4 kHz; zum Simulieren von Gruppenlaufzeit- und Dämpfungsverzerrungen; BN 622
293	Dämpfungs- und Laufzeitentzerrer DLZ-4	300 Hz bis 3,4 kHz; Entzerrung mit Elektronenrechner oder Entzerrkatalog; durch Einschubtechnik optimale Bestückung

Geräte für Verzerrungsmessungen dunkelgrün

	Rauschklirren	
315	Rauschklirrempfänger RE-4	10 kHz bis 14 MHz; hohe Grenzempfindlichkeit ≦ −125 dBmp; für Betriebsmessungen; Einschubtechnik; BN 433
319	Klassiergerät REK-4	zur Registrierung statistischer Vorgänge und zur Qualitätsüberwachung von Richtfunk- und TF-Systemen; BN 447
321	Geräuschüberwachungs-Einrichtung GU-1	10 kHz bis 14 MHz; Überwachung von max. 6 Richtfunkverbindungen nach den CCIR-Empf. 393-1 und 395-1; BN 586/587
325	Rauschklirrmeßplatz RK-50	6 kHz bis 14 MHz; zum Messen der Geräuschleistung, des Signal-Geräusch- u. d. Rauschleistungs-Abstandes; BN 642/643
335	Rauschklirrmeßplatz RK-5	6 kHz bis 60 MHz; niedriges Grundrauschen (typ. −128 bis −130 dBmp) Vorwahl des relativen Pegels bis −50 dBr; BN 396/415
325	Breitbandpegelmesser REB-50	6 kHz bis 30 MHz; −50 bis +11 dBm; Eingangswiderstand 75-Ω-Schleife; zur Messung d. Breitband-Summenpegels; BN 405/1
	Richtfunkübertragung	
345	Richtfunkmeßplatz 70/140 MHz RM-4	für Messungen an Richtfunksystemen mit 70- und 140- MHz-ZF; Sende- und Empfangsteil getrennt; Breitbandteil auf Wunsch; BN 696/697
351	70-MHz-ZF-Meßgerät ZFM-70	zum Messen in der ZF-Ebene von Breitband-Richtfunksystemen mit Basisbandfrequenzen bis 12 MHz; BN 419
357	Verzerrungsmeßgerät VZM-3	Amplituden- und Phasenverzerrungsmessungen an Richtfunksystemen mit Basisbandfrequenzen bis 12 MHz; BN 589

Meßgeräte für PCM-Systeme grau

367	PCM-Meßplatz PCM-1	Messung des Signal-Quantisierungsverzerrungs-Abstandes; frequenz- u. pegelabhängige Restdämpfung usw.; BN 576/577
371	PCM-Digitalsignalanalysator PDA-1	zum Überprüfen der Analog-Digitalumwandlung bei PCM-30 Multiplex-Geräten (2048 kbit/s); BN 800
375	PCM-Digitalsignalgenerator PDG-1	zum Einjustieren der Empfangsseite von PCM-30-Multiplex-Geräten (Digit. Milliwatt); verschied. PCM-Codewörter; BN 669
379	Bitfehlermeßplatz PF-1	Bitfehlerhäufigkeitsmessung im Bereich 48 bis 8448 kbit/s; Signalcodes NRZ, RZ, AMI, HDB-3; BN 670/671
383	PCM-Fehlertester PFT-1	zur Codeüberwachung (Bipolarverletzung) von HDB-3 – und AMI-codierten Signalen; Batteriebetrieb; BN 648
387	PCM-Regeneratormeßplatz PR-1/PRT-1	Messung der Störempfindlichkeit von 2048-kbit/s-Regeneratoren; PR-1 entsteht durch Erweiterung des PF-1 mit dem Regeneratortester PRT-1; BN 692
391	PCM-Kennzeichensignal-Analysator PDA-64	zur Untersuchung der 4-bit-Kennzeichenwörter an der digitalen 64-kbits-Schnittstelle von PCM-30-Multiplexgeräten; BN 828

Meßgeräte für den allgemeinen Bedarf gelb

	Labormeßgeräte, Sondergeräte	
399	Digitaler Taster TKL-5	zur Anzeige von Schaltzuständen und Impulsen in 5-V-Logik-Baugruppen; quasi-oszilloskopische Anzeige; BN 627
401	Digitaler Taster TKL-12	für 12-V- und CMOS-Logik-Baugruppen; quasi-oszilloskopische Anzeige der Schaltzustände; BN 627/12
403	Fernsteuerbare Eichleitung FE-1	0 bis 100 MHz; 0 . . . 122 dB; Dämpfungs- und Steuerteil getrennt; programmierbar; BN 354/355
407	Einstellbarer Spannungsteiler RT-1	0 bis 1000 MHz; lineare dB-Skala; 0 bis 60 dB kontinuierlich einstellbar; BN 100/. . .
409	25-MHz-Universalzähler FZ-4	2 Hz bis über 25 MHz; mit Zwischenspeicher; fernsteuerbar; BCD-Datenausgabe; 6stellige Anzeige; BN 597
413	Windungszahl-Meßgerät WZL-181	zur Messung der Windungszahl und des Wicklungswiderstands; Kontr. d. Wickelsinns; Kurzschlußwindungsprüfung; BN 181
415	Echoboxen EX-1 . . . 4	für Messungen an Radaranlagen im L-, S- und X-Band; 1,215 bis 9,6 GHz

Stromversorgungsgeräte

417	Wechselspannungs-Stabilisator WS-3	275/550 VA max. Ausgangsleistung bei $\cos\varphi$ = 0 bis 1 (ind.); Regelbereich: 187 bis 242 V/203 bis 231 V; BN 903
421	Wechselspannungs-Stabilisator WS-5	0,55/1,1 kVA max. Ausgangsleistung bei $\cos\varphi$ = 0,8 bis 1 (ind.); Regelbereich: 187 bis 242 V/203 bis 231 V; BN 460
425	Wechselspannungs-Stabilisator WS-10	1,1/2,2 kVA max. Ausgangsleistung bei $\cos\varphi$ = 0,8 bis 1 (ind.); echte Effektivwertregelung für alle Anwendungen; BN 254
429	Wechselspannungs-Stabilisator WS-30	3 kW max. Ausgangsleistung; Eigenklirrfaktor 1,5%; Überspannungsschutz; echte Effektivwertregelung; BN 306
433	Dreiphasen-Wechselspannungs-Stabilisator DS-10	5,4 kVA max. Ausgangsleistung; stabilisierte Dreieckspannung; zwangssymmetrierter Mittelpunkt
435	Oberschwingungssperre NOS-103	150 Hz/10 kVA; zur Verbesserung der Kurvenform der Netzspannung; für Dreiphasen- und Einphasen-Netze; BN 421
437	Wechselspannungs-Stabilisator mit rotierendem Umformer WSU-5/10/15	5/10/15 kVA Ausgangsleistung je nach Typ; vollständige Entkopplung vom Netz; keine Netzspannungsstöße; BN 208/. . .
439	Gleichspannungs-Stabilisatoren GS-1/2/3	Ausgangsleistung 20 W; 4 bis 6,5 V; 4 bis 20 V; 4 bis 36 V; einstellbare Strombegrenzung; BN 439/. . .
443	Gleichspannungs- und Gleichstrom-Stabilisatoren GS-5/15/18	Ausgangsleistung 100 W; 0 bis 7 V, . . ., 0 bis 120 V; Spannungs- und Stromregelung; extern programmierbar; BN 461/. . .
447	Wechselrichter WR-420	Ausgangsleistung 15 W bzw. 20 VA; Ausgangsspannung 117/220 V, 400 Hz; Eingangsspannung 11 V bis 68 V; BN 678
449	Batteriezusatz BAZ-2/BAZ-3	Batteriezusätze für PS-12/SPM-12; bestückbar mit wiederaufladbaren oder mit Mono-Zellen; BN 836/837

Zubehör

451	Meßzubehör	Tastköpfe; Übertrager; Anzeigedehner usw.
463	Kabel, Stecker, Übergangsstücke	Dieses Zubehör wird auf Wunsch für die gängigen Buchsen- und Steckersysteme geliefert
469	Transportgehäuse TPG	für 19"-Geräte; stoßgeschützt; wasser- und staubdicht; einfacher Einbau der Geräte
471	Gerätedeckel für 19"-Geräte	Für den Schutz der Frontplatten und Bedienungselemente stehen Transportschutzdeckel zur Verfügung

Meßwerterfassung und -auswertung rot

481	Pegelmeßautomat	200 Hz bis 2 MHz/10 kHz bis 100 MHz; Pegelmeßplatz PSM-4/7 mit digitaler Steuereinheit und Ein- und Ausgabeperipherie
483	TF-Meßautomat	für die Gesamtprüfung von Kanalumsetzern; einfache Bedienung; geringer Personalbedarf
489	PCM-Meßautomat	für die automatische Systemteil- und Gesamtprüfung; Messung der Analogparameter und der Digitalsignale
495	Rauschklirr-Meßautomat RA-500	6 kHz bis 60 MHz; Rauschklirrmeßplatz mit digitaler Steuereinheit und Ein- und Ausgabeperipherie
499	Rauschklirrmeßautomat RA-50	6 kHz bis 14 MHz für koaxiale Kabel- und Richtfunksysteme bis 2700 Kanäle

Programmierbare Geräte

503	Rechner-Interface RI-1	zur Anpassung verschiedener Rechner an Meß-Automaten für die Nachrichtenübertragungstechnik
507	Digital-Analog-Umsetzer DAU-30	zur Umwandlung digitaler Informationen in Gleichspannungen; Eingabe BCD-Codes; BN 559

Inhaltsverzeichnis

Alphabetisch

	Geräte-bezeichnung	Bestell-nummer	Gerätename	Seite
A	AC-1	630/1	Wechselspannungs-Netzteil für DLZ-4	**293**
	AF-5	430	Anschlußfeld für PSM-5	**199**
	AS-...	633/...	Dämpfungsteile für DLZ-4	**293**
	ASG-5	814	Stationsansagegerät	**509**
	AZD-1	364	Anzeigedehner, −9 bis +1 dB	**462**
B	BAZ-2	836	Batteriezusatz für PS-12	**449**
	BAZ-3	837	Batteriezusatz für SPM-12	**449**
	BSZ-1	625	Basisband-Symmetrierzusatz für VZM-3	**357**
D	DAU-30	559	Digitalanalog-Umsetzer	**507**
	DC-1	631/1	Gleichspannungs-Netzteil für DLZ-4	**293**
	Deckel	DE-...	Transportschutzdeckel für 19"-Gehäuse	**471**
		DE-22	Transportschutzdeckel für Sichtgerät SG-2	**229**
	DLM-1	672	Datenleitungsmeßgerät, 300 Hz bis 3,4 kHz	**279**
	DLZ-4	330/...	Dämpfungs- und Laufzeitentzerrer, 300 Hz bis 3,4 kHz	**293**
	DS-10		Dreiphasen-Wechselspannungsstabilisator, 5,4 kVA	**433**
	DZ-10	390	Drehstromzusatz für DS-10	**433**
E	E4	E4	Elektronischer Gong	**509**
	EPM-1	564/...	Eichpegelmesser, 0; 10 Hz bis 300 MHz	**221**
	ES-1	417	Elektronische Sirene	**509**
	ES-2	438	Elektronische Sirene	**509**
	ESG		Elektronisches Steuergerät	**509**
	EX-1	127	Echobox (L-Band), 1,215 bis 1,38 GHz	**415**
	EX-2	154	Echobox (S-Band), 2,65 bis 2,95 GHz	**415**
	EX-3	220	Echobox (S-Band), 2,85 bis 3,15 GHz	**415**
	EX-4	215	Echobox (X-Band), 8,5 bis 9,6 GHz	**415**
F	F 55	5095	Elektronischer Gong	**509**
	FE-1		Fernsteuerbare Eichleitung (FED-1, FES-1), 0 bis 100 MHz	**403**
	FED-1	355/...	Dämpfungsteil für FE-1	**403**
	FES-1	354	Steuerteil für FE-1	**403**
	FFZ-6	434	Festfrequenzzusatz für PS-6/SPM-6	**171**
	FVM-1	571/...	Frequenzversatzmeßgerät	**283**
	FVR-4	644	Fotovorsatzrahmen für SG-2	**229**
	FVR-5	673	Fotovorsatzrahmen für SG-2	**229**
	FZ-4	597/...	Universalzähler, 2 Hz bis 25 MHz	**409**
G	Gehäuse	-	Gehäuse	**471**
	GS-1	439/0	Gleichspannungs-Stabilisator, 4 bis 6,5 V	**439**
	GS-2	439/3	Gleichspannungs-Stabilisator, 4 bis 20 V	**439**
	GS-3	439/6	Gleichspannungs-Stabilisator, 4 bis 36 V	**439**

	Geräte-bezeichnung	Bestell-nummer	Gerätename	Seite
	GS-5	461/0	Gleichspannungs- u. Gleichstrom-Stabilisator, 0 bis 7 V	**443**
	GS-15	461/1	Gleichspannungs- u. Gleichstrom-Stabilisator, 0 bis 7 V	**443**
	GS-18	461/10	Gleichspannungs- u. Gleichstrom-Stabilisator, 0 bis 120 V	**443**
	GU-1		Geräuschüberwachungseinrichtung (GUA-1, GUE-1), 10 kHz bis 14 MHz	**321**
	GUA-1	587	Geräuschüberwachungs-Anzeige	**321**
	GUAW-1	658	Serien-Parallel-Wandler	**321**
	GUE-1	586	Geräuschüberwachungs-Empfänger	**321**
	GUEW-1	657/...	Parallel-Serien-Wandler	**321**
K	Kabel		Kabel, Stecker, Übergangsstücke	**463**
L	LD-1	51	Gruppenlaufzeit- und Dämpfungsmeßplatz (TFPS-42, LDS-1, LDE-1, SG-1, SGE-3) 100 kHz bis 14 MHz	**275**
	LD-2		Gruppenlaufzeit- und Dämpfungsmeßplatz (LDS-2, LDE-2) 200 Hz bis 600 kHz	**271**
	LD-3		Gruppenlaufzeit- und Dämpfungsmeßplatz (LDS-3, LDE-3) 200 Hz bis 20 kHz	**263**
	LD-30	691	Gruppenlaufzeit- und Dämpfungsmeßgerät, 200 Hz bis 20 kHz	**255**
	LDE-1	111	Empfänger für LD-1	**275**
	LDE-2	281/...	Empfänger für LD-2	**271**
	LDE-3	615	Empfänger für LD-3	**263**
	LDEF-2	422	Vorschaltfilter für LDE-2	**271**
	LDS-1	112	Sender für LD-1 (mit WO-1)	**275**
	LDS-2	280/...	Sender für LD-2	**271**
	LDS-3	616	Sender für LD-3	**263**
	LDSW-2	400	Wähltonsperre für LD-2	**271**
	LDZ-3	617	Sprechzusatz für LD-3	**263**
M	Meßzubehör		Tastköpfe, Übertrager, Anzeigedehner usw.	**451**
	MSD-1	690/00.01	Mantelstromdrossel	**462**
	MU-4	563	Meßstellenumschalter, 0 bis 2 MHz	**133**
	MU-7	590	Meßstellenumschalter, 0 bis 100 MHz	**219**
	MUE-41	568	HF-Schalter 1 für MU-4	**133**
	MUE-42	569	NF-Schalter 1 für MU-4	**133**
	MUE-43	570	Reflexions-Meßzusatz für MU-4	**133**
	MUE-44	598	NF-Schalter 3 für MU-4	**133**
	MUE-45	569/1	NF-Schalter 2 für MU-4	**133**
	MUE-46	624	HF-Schalter 2 für MU-4	**133**
	MUE-47	655	Grunddämpfungsnachbildung für MU-4	**133**
	MUE-48	649	NF-Schalter 4 für MU-4	**133**
	MUS-7	620	Einzelschaltglied für MU-7	**219**
N	NOS-103	421	Oberschwingungssperre, 150 Hz/10 kVA	**435**
O	OD-4	659	Dekadischer Steueroszillator, 200 Hz bis 1.999 999 MHz für PSM-4, PSM-8, PA-4	**131**
	OD-8	377	Dekadischer Steueroszillator für PSM-8	**117**
	OD-12	821	Dekadischer Steueroszillator für PS-12/SPM-12	**149**
	OD-600	614	Dekadischer Steueroszillator für PS-6/SPM-6, PS-60, PSS-60, PSE-61, SPM-60 (ab Serie H)	**183**
	ODF-81	554	Festfrequenzeinschub für OD-8 mit 20 Frequenzen	**117**
	ODF-601	651	Festfrequenzeinschub für OD-4, OD-12 und OD-600, mit 26 Frequenzen	**183**

Geräte-bezeichnung	Bestell-nummer	Gerätename	Seite
ODP-81	562	Programmierkarte für OD-8	**117**
ODS-81	555	Sendeeinschub für OD-4/8 (200 Hz bis 2 MHz)	**117**
ODS-82	561	Sendeeinschub für OD-4/8 (20 Hz bis 200 kHz)	**117**
ODW-81	553	Wobbeleinschub für OD-4/8	**117**
OPD-7	458	Frequenzdekade für PSM-7	**213**
OPS-7	459	Steuergerät für PSM-7	**213**
OPW-7	465	Wobbelbares Steuerteil für PSM-7	**213**
P			
PA-4		Pegelmeßautomat (PSM-4 mit PRA-30 oder Rechner), 200 Hz bis 2 MHz	**481**
PA-7		Pegelmeßautomat (PSM-7 mit PRA-30 oder Rechner), 10 kHz bis 100 MHz	**481**
PCM-1		PCM-Meßplatz (PCMG-1, PCME-1)	**367**
PCME-1	576	Meßempfänger für PCM-1	**367**
PCMG-1	577	Meßgenerator für PCM-1	**367**
PDA-1	800	PCM-Digitalsignalanalysator	**371**
PDA-64	828	PCM-Kennzeichensignal-Analysator	**391**
PDG-1	669	PCM-Digitalsignalgenerator	**375**
PF-1		Bitfehlermeßplatz (PFG-1, PFM-1)	**379**
PFF-1	670/14	Einstellzusatz für Digitalwort (PF-1)	**379**
PFG-1	670/1	PCM-Mustergenerator für PF-1	**379**
PFM-1	671/1	PCM-Bitfehlermesser für PF-1	**379**
PFT-1	648/...	PCM-Fehlertester	**383**
PJ-1	182	Prüfjoch für WZL-181	**413**
PJ-2	183	Prüfjoch für WZL-181	**413**
PM-4	376	Empfangsteil für PSM-4	**125**
PM-5	243/...	Empfangsteil für PSM-5	**199**
PM-7		Empfangsteil für PSM-7 (PME-7, PMU-7)	**213**
PM-8	436/...	Empfangsteil für PSM-8	**117**
PM-10	820	Digitalpegelmesser, 200 Hz bis 4 kHz	**33**
PMD-1	618	Digitaler Geräuschpegelmesser, 20 Hz bis 200 kHz	**93**
PME-7	376/1	Empfangsteil für PSM-7	**213**
PMG-2	815	NF-Meßgerät, 15 Hz bis 20 kHz	**35**
PMG13	677	Pegelmeßgerät, 20 Hz bis 50 kHz	**51**
PMO-4		Pegelmesser (OD-4, PM-4), 200 Hz bis 2 MHz	**125**
PMO-5	443/...	Selektiver Pegelmesser (RWO-5, PM-5), 10 kHz bis 36 MHz	**199**
PMO-7		Selektiver Pegelmesser (OPD-7, OPS-7, PM-7), 10 kHz bis 100 MHz	**213**
PMO-8		Pegelmesser (OD-4/8, PM-8), 200 Hz bis 2 MHz	**117**
PMU-7	457	Umsetzerteil für PSM-7	**213**
PR-1		Regeneratormeßplatz (PF-1, PRT-1)	**387**
PRT-1	692	PCM-Regeneratortester für PR-1	**387**
PS-3	270/0	Pegelsender, 300 Hz bis 612 kHz	**101**
PS-4	375	Sendeteil für PSM-4	**125**
PS-5	242	Sendeteil für PSM-5	**199**
PS-6	340	Pegelsender, 6 kHz bis 18,6 MHz	**159**
PS-7	456	Sendeteil für PSM-7	**213**
PS-8	435	Sendeteil für PSM-8	**117**
PS-12	607/...	Pegelsender, 200 Hz bis 6 MHz	**139**
PS-14	834/...	Pegelsender, 10 kHz bis 100 MHz	**207**
PS-60	610/...	Pegelsender, 6 kHz bis 18,6 MHz	**173**
PSE-11	628	Senderteil für SPM-11	**57**
PSE-61	690	Sendereinschub für WZ-61, OD-600	**191**
PSM-4		Pegelmeßplatz, (OD-4, PS-4, PM-4), 200 Hz bis 2 MHz	**125**
PSM-5	444/...	Pegelmeßplatz (RWO-5, PS-5, PM-5), 10 kHz bis 36 MHz	**199**
PSM-7		Pegelmeßplatz (OPD-7, OPS-7, PS-7, PM-7), 10 kHz bis 100 MHz	**213**
PSM-8		Pegelmeßplatz (OD-4/8, PS-8, PM-8) 200 Hz bis 2 MHz	**117**

	Geräte-bezeichnung	Bestell-nummer	Gerätename	Seite
	PSM-14		Pegelmeßplatz (PSS-14, SPM-14), 10 kHz bis 100 MHz	**207**
	PSM-60		Pegelmeßplatz (PSS-60, SPM-60), 6 kHz bis 18,6 MHz	**173/177**
	PSO-4		Pegelsender (OD-4, PS-4), 200 Hz bis 2 MHz	**125**
	PSO-5	442/0	Pegelsender (RWO-5, PS-5), 10 kHz bis 36 MHz	**199**
	PSO-7		Pegelsender (OPD-7, OPS-7, PS-7), 10 kHz bis 100 MHz	**213**
	PSO-8		Pegelsender (OD-4/8, PS-8), 200 Hz bis 2 MHz	**117**
	PSS-14	833/...	Sendeteil für PSM-14	**207**
	PSS-60	610/...	Sendeteil für PSM-60, 6 kHz bis 18,6 MHz	**173**
	PUE-1	851	Pegelüberwachungsempfänger, 200 Hz bis 4 (25) kHz	**287**
R	RA-50/500		Rauschklirrmeßautomaten	**495**
	RE-4	433	Rauschklirrempfänger, 10 kHz bis 14 MHz	**315**
	RE-5	396/1	Rauschklirrempfänger, für RK-5	**335**
	RE-50	643	Rauschklirrempfänger für RK-50	**325**
	REB-50	405/1	Breitbandpegelmesser, 6 kHz bis 30 MHz	**325**
	REB-56	839	Breitbandpegelmesser 6 kHz bis 100 MHz	**195**
	REK-4	447	Klassiergerät für RE-4	**319**
	REU-...	402/...	Umsetzereinschübe für RE-4/5/50/GU-1	**325**
	REÜ-4	464/...	Entkopplungsübertrager für RE-4/5/50/GU-1	**325**
	REÜ-50	839/00.02	Entkopplungsübertrager, 50 kHz bis 14 MHz	**451**
	REÜ-56	839/00.01	Entkopplungsübertrager, 300 kHz bis 60 MHz	**451**
	REV-56	839/00.03	2-Wege-Verteiler bis 200 MHz	**451**
	RFZ-4	697/00.04	Reflexionsmeßbrücke für RM-4, 10 bis 200 MHz	**345**
	RFZ-5	394	Reflexionsmeßzusatz, 10 kHz bis 36 MHz	**458**
	RFZ-12	810	Reflexionsdämpfungs-Meßzusatz, 200 Hz bis 4,5 MHz	**459**
	RFZ-14	830/00.01	Reflexionsdämpfungs-Meßzusatz, 100 kHz bis 100 MHz	**207**
	RG-1	413	Rauschgenerator, 0 bis 108 kHz	**65**
	RGS-1	416	Schaltfeld für RG-1	**241**
	RI-1		Interface	**503**
	RK-5		Rauschklirrmeßplatz (RS-5, RE-5), 6 kHz bis 60 MHz	**335**
	RK-50		Rauschklirrmeßplatz (RS-50, RE-50), 6 kHz bis 14 MHz	**325**
	RKS-50	848	Steuergerät für RE-50	**325**
	RM-4		Richtfunkmeßplatz für 70 und 140 MHz bestehend aus RMS-4 und RME-4	**345**
	RME-4	697	Empfangsteil für RM-4	**345**
	RMS-4	696	Sendeteil für RM-4	**345**
	RS-5	415/1	Rauschpegelsender für RK-5 bis 60 MHz	**335**
	RS-50	642	Rauschpegelsender für RK-50	**325**
	RSA-5	412	Aufbewahrungskasten für RSS	**335**
	RSAD-5	629	Aufbewahrungskasten mit Sperren-Grunddämpfungs-ausgleicher	**335**
	RSB-...		Bandbegrenzungsfilter für RS-5/50	**325**
	RSI-50	847	Taktgeber für RS-50	**325**
	RSK-5	428/...	Aufbewahrungskasten zu RK-5/RK-50	**335**
	RSP-12435	760/...	Pilotsperre 12435 kHz für RK-5/RK-50	**325**
	RSP-61160	763	Pilotsperre 61160 kHz für RK-5	**335**
	RSS-...		Bandsperren für RS-5/50	**325**
	RSSA-50	674	Sperrenadapter für RS-50	**325**
	RST-5000	8528/...	5-MHz-Tiefpaß für RK-5/RK-50	**325**
	RT-1	100/...	Einstellbarer Spannungsteiler, 0 bis 1000 MHz	**407**
	RU-3	323	Relaisumschalter, 0 bis 36 MHz	**461**
	RWO-5	241/...	Steueroszillator für PSM-5	**199**
S	SAZ-2	424	Stereophoner Abhörzusatz	**509**
	SD-2 bis 6		Transportschutzdeckel für neues Gehäuse	**471**
	SDZ-12	811	Symmetriedämpfungsmeßzusatz, 200 Hz bis 4,5 MHz	**459**
	SFZ-1	385/...	Scheinwiderstandsmeßzusatz, 300 Hz bis 612 kHz	**460**
	SG-1	551	Sichtgerät, Grundgerät	**239**

Geräte-bezeichnung	Bestell-nummer	Gerätename	Seite
SG-2	429	Sichtgerät, Grundgerät	**229**
SG-3	593	Sichtgerät, Grundgerät	**229**
SGD-21	454	Frequenzdiskriminatoreinsatz für SG-2/SG-3	**229**
SGE-3	122	Einschub für SG-1 (LD-1)	**239**
SGE-10	322	Einschub für SG-1 (PSM-5)	**239**
SGEG-1	414	Gehäuse für Sichtgeräteeinschübe des SG-1	**239**
SGH-21	581	Horizontalverstärkereinsatz für SG-2/SG-3	**229**
SGH-22	647	Horizontalverstärkereinsatz für SG-2/SG-3	**229**
SGM-21	582/...	Frequenzmarkeneinsatz für SG-2/SG-3	**229**
SGP-21	656	Breitbandpegelmeßverstärkereinsatz für SG-2/SG-3	**229**
SGR-21	583/...	Referenzlinieneinsatz, horizontal für SG-2/SG-3	**229**
SGR-22	592/...	Referenzlinieneinsatz, vertikal für SG-2/SG-3	**229**
SGS-201, ...		Rasterscheibe für SG-2	**229**
SGS-301, ...		Rasterscheibe für SG-3	**229**
SGV-21	580	Vertikalverstärkereinsatz für SG-2/SG-3	**229**
SGV-22	591	Log.-ZF-Vertikalverstärkereinsatz für SG-2/SG-3	**229**
SGV-23	646	Vertikalverstärkereinsatz für SG-2/SG-3	**229**
SGW-21	693	Welligkeitsmeßeinsatz für SG-2/SG-3	**229**
SGZ-2	803	Meßzusatz für Wobbelmeßplatz	**45**
SPM-3	278/...	Pegelmesser, 300 Hz bis 612 kHz	**105**
SPM-6	341/...	Selektiver Pegelmesser, 6 kHz bis 18,6 MHz	**165**
SPM-9	244/21	Pegelmesser, 300 Hz bis 100 kHz	**89**
SPM-11	604	Selektiver Pegelmesser, Klirranalysator, 15 Hz bis 200 kHz	**57**
SPM-12	608/...	Selektiver Pegelmesser, 200 Hz bis 6 MHz	**143**
SPM-14	830/...	Selektiver Pegelmesser, 10 kHz bis 100 MHz	**207**
SPM-60	611/...	Selektiver Pegelmesser, 6 kHz bis 18,6 MHz	**177**
Stecker		Kabel, Stecker, Übergangsstücke	**463**
STG-5	596	Elektronisches Stimmgerät	**512**
STGZ-5	619	Zusatzanzeige für STG-5	**512**
SÜ-7031	84/6	Symmetrieübertrager für TFPS-42	**457**
SÜ-7031/150	7031	Symmetrieübertrager für TFPS-42	**457**
SÜ-7032	86/6	Symmetrieübertrager für TFPM-43	**155**
SÜ-7054	7054	Symmetrieübertrager für PSM-5	**457**
T			
TA-...	635/...	Laufzeit- und Dämpfungsteile für DLZ-4	**293**
TFH-2	244/1	Pegelmesser, 300 Hz bis 500 kHz	**97**
TFPM-43	86/1	Selektiver Pegelmesser, 10 kHz bis 14 MHz	**155**
TFPM-76	176/0	Spannungs- und Pegelmesser, 300 Hz bis 1,35 MHz	**113**
TFPS-42	84/1	Pegelsender, 10 kHz bis 14 MHz	**151**
TFPS-75	175/0	Pegelsender, 300 Hz bis 1,35 MHz	**109**
TK-8	363	Tastkopf, 10 kHz bis 36 MHz	**452**
TK-9	265	Tastkopf, 50 kHz bis 18,6 MHz	**452**
TK-10	572/...	Meßkopf für EPM-1	**221**
TK-11	573	Tastkopf, 10 kHz bis 100 MHz	**453**
TK-12	574	Tastkopf, 200 Hz bis 18,6 MHz	**454**
TKL-5	627	Digitaler Taster, für 5-V-Logikbaugruppen	**399**
TKL-12	627/12	Digitaler Taster, für 12-V-Logikbaugruppen	**401**
TKN-12	623	Netzteil für TK-11 und TK-12	**454**
TKS-10	668	Symmetrischer Grundmeßkopf für EPM-1	**221**
TKSA-...	668/...	Meßkopfadapter zum TKS-10	**221**
TKSE-...	668/...	Eichadapter zum TKS-10	**221**
TLN-1	622	Leitungsnachbildung, 300 Hz bis 3,4 kHz	**289**
TPG-4	621/4	Transportgehäuse	**469**
TPG-6	621/6	Transportgehäuse	**469**
TPG-42	621/42	Transportgehäuse	**469**
TPG-43	621/43	Transportgehäuse	**469**
TPG-65	621/65	Transportgehäuse	**469**
TV-100	TV-100	NF-Verstärker, 80/100 W	**509**
TV-200 S	388	NF-Verstärker, 200 W	**509**

	Geräte-bezeichnung	Bestell-nummer	Gerätename	Seite
	TV-200 Z	401	NF-Verstärker, 200 W	**509**
	TV-450	TV-450	NF-Verstärker, 450 W	**509**
	TV-City III	5448	NF-Verstärker, 20 W	**509**
	TV-City IV	641	NF-Verstärker, 15/20 W	**509**
	TV Trabant II	Trabant II	NF-Verstärker, 12 W	**509**
U	Übergangsstücke		Kabel, Stecker, Übergänge	**463**
	UF-1	403	Universalfilter, 16 Hz bis 31,5 kHz	**69**
V	V-1	632/1	Verstärker für DLZ-4	**293**
	VZM-3	589	Verzerrungsmeßgerät, Basisbandfrequenzen bis 12 MHz	**357**
	VZMC-3	676	Eichzusatz zum VZM-3	**357**
W	Winkel		zum Einbau in 19"-Gestelle	**471**
	WM-6		Wobbelmeßplatz für Streckenmessungen (PS-6, WZ-6, SG-2/3, SGD-21, SGP-21), 6 kHz bis 18,6 MHz	**187**
	WM-7		Wobbelmeßplatz (PSM-7, OPW-7, SG-2/3), 10 kHz bis 100 MHz	**213**
	WM-8		Wobbelmeßplatz (PSM-8, SG-2/3), 200 Hz bis 2 MHz	**117**
	WM-14		Wobbelmeßplatz (PSM-14, SG-2/3), 10 kHz bis 100 MHz	**207**
	WM-20	805/01	NF-Wobbelmeßplatz (SGA-20/SGZ-20), 20 Hz bis 20 kHz	**45**
	WM-30	806/01	NF-Wobbelmeßplatz (SGA-20/SGZ-20), 20 Hz bis 20 kHz	**45**
	WM-40		Wobbelmeßplatz (PSM-4, SG-2/3), 200 Hz bis 2 MHz	**125**
	WM-50		Wobbelmeßplatz (PSM-5, SG-1), 10 kHz bis 36 MHz	**199**
	WO-1	115	Steueroszillator für LD-1	**275**
	WR-420	678	Wechselrichter 20 VA, 12 bis 60 V–/220 V	**447**
	WS-3	903	Wechselspannungs-Stabilisator, 550 VA	**417**
	WS-5	460/...	Wechselspannungs-Stabilisator, 1,1 kVA	**421**
	WS-10	254	Wechselspannungs-Stabilisator, 2,2 kVA	**425**
	WS-30	306	Wechselspannungs-Stabilisator, 3 kVA	**429**
	WSU-5	208/5	Wechselspannungs-Stabilisator mit rotierendem Umformer 5 kVA	**437**
	WSU-10	208/10	Wechselspannungs-Stabilisator mit rotierendem Umformer 10 kVA	**437**
	WSU-15	208/15	Wechselspannungs-Stabilisator mit rotierendem Umformer 15 kVA	**437**
	WZ-6	408	Wobbelzusatz	**187**
	WZ-61	689	Wobbelzusatz für PS-6, PS-60, PSE-61	**191**
	WZL-181	181	Windungszahlmeßgerät	**413**
X	XAS-1	337/1	Dämpfungsteil für DLZ-4 (nicht schaltbar)	**293**
	XT-...	636	Laufzeitteile für DLZ-4 (nicht schaltbar)	**293**
	XTA-...	635	Laufzeit- und Dämpfungsteile für DLZ-4 (nicht schaltbar)	**293**
Z	ZFM-70	419	70-MHz-ZF-Meßgerät	**351**

Inhaltsverzeichnis

Bestellnummern

	Bestell-nummer	Geräte-bezeichnung	Gerätename	Seite
50	51	LD-1	Gruppenlaufzeit- und Dämpfungsmeßplatz 100 kHz bis 14 MHz	**275**
	84	TFPS-42	Pegelsender, 10 kHz bis 14 MHz	**151**
	84/6	SÜ-7031	Symmetrieübertrager für TFPS-42	**457**
	86/1	TFPM-43	Selektiver Pegelmesser, 10 kHz bis 14 MHz	**155**
	86/6	SÜ 7032	Symmetrieübertrager für TFPM-43	**155**
100	100/...	RT-1	Einstellbarer Spannungsteiler, 1000 MHz	**407**
	111	LDE-1	Empfänger für LD-1	**275**
	112	LDS-1	Sender für LD-1	**275**
	122	SGE-3	Einschub für SG-1 (LD-1)	**239**
	127	EX-1	Echobox (L-Band) 1,215 bis 1,38 GHz	**415**
150	154	EX-2	Echobox (S-Band) 2,65 bis 2,95 GHz	**415**
	175/0	TFPS-75	Pegelsender, 300 Hz bis 1,35 MHz	**109**
	176/0	TFPM-76	Spannungs- und Pegelmesser, 300 Hz bis 1,35 MHz	**113**
	181	WZL-181	Windungszahlmeßgerät	**413**
	182	PJ-1	Prüfjoch für WZL-181	**413**
	183	PJ-2	Prüfjoch für WZL-181	**413**
200	208/5	WSU-5	Wechselspannungs-Stabilisator mit rot. Umformer, 5 kVA	**437**
	208/10	WSU-10	Wechselspannungs-Stabilisator mit rot. Umformer, 10 kVA	**437**
	208/15	WSU-15	Wechselspannungs-Stabilisator mit rot. Umformer, 15 KVA	**437**
	215	EX-4	Echobox (X-Band), 8,5 bis 9,6 GHz	**415**
	220	EX-3	Echobox (S-Band), 2,85 bis 3,15 GHz	**415**
	241	RWO-5	Steueroszillator für PSM-5	**199**
	242	PS-5	Sendeteil für PSM-5	**199**
	243	PM-5	Empfangsteil für PSM-5	**199**
	244	TFH-2	Pegelmesser, 300 Hz bis 500 kHz	**97**
	244/21	SPM-9	Pegelmesser, 300 Hz bis 100 kHz	**89**
250	254	WS-10	Wechselspannungs-Stabilisator, 2,2 kVA	**425**
	265	TK-9	Tastkopf, 50 kHz bis 18,6 MHz	**452**
	270/0	PS-3	Pegelsender, 300 Hz bis 612 kHz	**101**
	278/...	SPM-3	Pegelmesser, 300 Hz bis 612 kHz	**105**
	280/...	LDS-2	Sender für LD-2	**271**
	281/...	LDE-2	Empfänger für LD-2	**271**
300	306	WS-30	Wechselspannungs-Stabilisator, 3 kVA	**429**
	322	SGE-10	Einschub für SG-1 (PSM-5)	**239**
	323	RU-3	Relaisumschalter, 0 bis 36 MHz	**461**
	330	DLZ-4	Dämpfungs- und Laufzeitentzerrer, 300 Hz bis 3,4 kHz	**293**
	340	PS-6	Pegelsender, 6 kHz bis 18,6 MHz	**159**
	341/...	SPM-6	Selektiver Pegelmesser, 6 kHz bis 18,6 MHz	**165**
350	354	FES-1	Steuerteil, für FE-1	**403**
	355	FED-1	Dämpfungsteil für FE-1	**403**
	363	TK-8	Tastkopf, 10 kHz bis 36 MHz	**452**
	364	AZD-1	Anzeigedehner, −9 bis +1 dB	**461**
	375	PS-4	Sendeteil für PSM-4	**125**
	376	PM-4	Empfangsteil für PSM-4	**125**
	376/1	PME-7	Empfangsteil für PSM-7	**213**
	377	OD-8	Dekadisch einstellbarer Steueroszillator für PSM-8	**117**
	385	SFZ-1	Scheinwiderstandsmeßzusatz, 300 Hz bis 612 kHz	**460**
	388	TV-200 S	NF-Verstärker, 200 W	**509**
	390	DZ-10	Drehstromzusatz für DS-10	**433**
	393	TE-1000	Transistorstufe, 1000 W	**51**
	394	RFZ-5	Reflexionsmeßzusatz, 10 kHz bis 36 MHz	**458**
	396/1	RE-5	Rauschklirrempfänger für RK-5	**335**
400	400	LDSW-2	Wähltonsperre für LD-2	**273**
	401	TV-200 Z	NF-Verstärker, 200 W	**51**
	402/...	REU-...	Umsetzereinschübe	**315, 325, 335**
	403	UF-1	Universalfilter, 16 Hz bis 31,5 kHz	**69**

	Bestell-nummer	Geräte-bezeichnung	Gerätename	Seite
	405/1	REB-50	Breitbandpegelmesser, 6 kHz bis 30 MHz	**325**
	407	RSA-50	Aufbewahrungskasten für RS-50	**325**
	408	WZ-6	Wobbelzusatz	**187**
	412	RSA-5	Aufbewahrungskasten für RSS-...	**335**
	413	RG-1	Rauschgenerator, 0 bis 108 kHz	**65**
	414	SGEG-1	Gehäuse für Sichtgeräteeinschübe des SG-1	**239**
	415/1	RS-5	Rauschpegelsender für RK-5	**335**
	416	RGS-1	Schaltfeld für RG-1	**241**
	417	ES-1	Elektronische Sirene	**509**
	419	ZFM-70	70-MHz-ZF-Meßgerät	**351**
	421	NOS-103	Oberschwingungssperre, 150 Hz/10 kVA	**435**
	422	LDEF-2	Vorschaltfilter für LDE-2	**271**
	424	SAZ-2	Pseudostereophonischer Zusatz	**509**
	428	RSK-5	Aufbewahrungskasten für RK-5, RK-50	**325, 335**
	429/...	SG-2	Sichtgerät (Grundgerät)	**229**
	430	AF-5	Anschlußfeld für PSM-5	**199**
	433	RE-4	Rauschklirrempfänger, 10 kHz bis 14 MHz	**315**
	434	FFZ-6	Festfrequenzzusatz für PS-6, SPM-6	**171**
	435	PS-8	Sendeteil für PSM-8	**117**
	436/...	PM-8	Empfangsteil für PSM-8	**117**
	438	ES-2	Elektronische Sirene	**51**
	439	GS-1	Gleichspannungs-Stabilisator, 4 bis 6,5 V	**439**
	439/3	GS-2	Gleichspannungs-Stabilisator, 4 bis 20 V	**439**
	439/6	GS-3	Gleichspannungs-Stabilisator, 4 bis 36 V	**439**
	442/0	PSO-5	Pegelsender (RWO-5, PS-5), 10 kHz bis 36 MHz	**199**
	443/...	PMO-5	Selektiver Pegelmesser (RWO-5, PM-5), 10 kHz bis 36 MHz	**199**
	444/...	PSM-5	Pegelmeßplatz (RWO-5, PS-5, PM-5), 10 kHz bis 36 MHz	**199**
	445/...		Preemphase-Netzwerke, für RK-50, RK-5, RM-4, ZFM-70	**325**
	446/...		Deemphase-Netzwerke, für RK-50, RK-5, RM-4, ZFM-70	**345**
	447	REK-4	Klassiergerät für RE-4	**319**
450	454	SGD-21	Frequenzdiskriminatoreinschub für SG-2/SG-3	**229**
	456	PS-7	Sendeteil für PSM-7	**213**
	457	PMU-7	Umsetzerteil für PSM-7	**213**
	458	OPD-7	Frequenzdekade für PSM-7	**213**
	459	OPS-7	Steuergerät für PSM-7	**213**
	460/...	WS-5	Wechselspannungs-Stabilisator, 1,1 kVA	**421**
	461	GS-5	Gleichspannungs- und Gleichstrom-Stabilisator, 0 bis 7 V	**443**
	461/1	GS-15	Gleichspannungs- und Gleichstrom-Stabilisator, 0 bis 7 V	**443**
	461/10	GS-18	Gleichspannungs- und Gleichstrom-Stabilisator, 0 bis 120 V	**443**
	464/...	REÜ-4	Entkopplungsübertrager	**325**
	465	OPW-7	Wobbelbares Steuerteil für PSM-7	**213**
550	551	SG-1	Sichtgerät (Grundgerät)	**239**
	553	ODW-81	Wobbeleinschub für OD-4/8	**117**
	554	ODF-81	Festfrequenzeinschub für OD-4/8	**117**
	555	ODS-81	Sendeeinschub für OD-4/8, 200 Hz bis 2 MHz	**117**
	556/...		19"-Umrüstsätze	**471**
	559	DAU-30	Digital-Analog-Umsetzer, ANDIMAT	**507**
	561	ODS-82	Sendeeinschub für OD-4/8, 20 Hz bis 200 kHz	**117**
	562	ODP-81	Programmierkarte für OD-4/8	**117**
	563	MU-4	Meßstellenumschalter, 0 bis 2 MHz	**133**
	564/...	EPM-1	Eichpegelmesser, 0; 10 Hz bis 300 MHz	**221**
	568	MUE-41	HF-Schalter 1 für MU-4	**133**
	569	MUE-42	NF-Schalter 1 für MU-4	**133**
	569/1	MUE-45	NF-Schalter 2 für MU-4	**133**
	570	MUE-43	Reflexions-Meßzusatz für MU-4	**133**
	571/...	FVM-1	Frequenzversatzmeßgerät	**283**
	572/...	TK-10	Meßkopf für EPM-1	**221**
	573	TK-11	Tastkopf für PSM-7, 10 kHz bis 100 MHz	**453**
	574	TK-12	Tastkopf, 200 Hz bis 18,6 MHz	**454**
	576	PCME-1	Meßempfänger für PCM-1	**367**
	577	PCMG-1	Meßgenerator für PCM-1	**367**
	580	SGV-21	Vertikalverstärkereinschub für SG-2/SG-3	**229**
	581	SGH-21	Horizontalverstärkereinschub für SG-2/SG-3	**229**
	582/...	SGM-21	Frequenzmarkeneinschub für SG-2/SG-3	**229**
	583/...	SGR-21	Referenzlinieneinschub, horizontal für SG-2/SG-3	**229**
	586	GUE-1	Geräuschüberwachungs-Empfänger für GU-1	**321**
	587	GUA-1	Geräuschüberwachungs-Anzeige für GU-1	**321**
	589	VZM-3	Verzerrungsmeßgerät, BB-Frequenzen bis 12 MHz	**357**
	589/11		Tastkopf für VZM-3	**357**
	590	MU-7	Meßstellenumschalter, 0 bis 100 MHz	**219**
	591	SGV-22	Log. ZF-Vertikalverstärkereinschub für SG-2/SG-3	**229**
	592/...	SGR-22	Referenzlinieneinschub, vertikal für SG-2/SG-3	**229**
	593	SG-3	Sichtgerät (Grundgerät)	**229**

	Bestell-nummer	Geräte-bezeichnung	Gerätename	Seite
	596	STG-5	Elektronisches Stimmgerät	**512**
	597/...	FZ-4	Universalzähler, 2 Hz bis 25 MHz	**409**
	598	MUE-44	NF-Schalter 3 für MU-4	**133**
600	604	SPM-11	Selektiver Pegelmesser, 15 Hz bis 200 kHz	**57**
	607/...	PS-12	Pegelsender, 200 Hz bis 6 MHz	**139**
	608/...	SPM-12	Selektiver Pegelmesser 200 Hz bis 6 MHz	**143**
	610	PS-60	Pegelsender, 6 kHz bis 18,6 MHz	**173**
	611	SPM-60	Selektiver Pegelmesser, 6 kHz bis 18,6 MHz	**177**
	614	OD-600	Dekadischer Steueroszillator für PS-6/SPM-6, PS-60, PSS-60, PSE-61, SPM-60	**183**
	615	LDE-3	Empfänger für LD-3	**263**
	616	LDS-3	Sender für LD-3	**263**
	617	LDZ-3	Sprechzusatz für LD-3	**263**
	618	PMD-1	Digitaler Geräuschpegelmesser, 20 Hz bis 200 kHz	**93**
	619	STGZ-1	Zusatzanzeige für STG-5	**511**
	620	MUS-7	Schaltglied zum Meßstellenumschalter MU-7	**219**
	621/...	TPG-...	Transportgehäuse	**469**
	622	TLN-1	Leitungsnachbildung, 300 Hz bis 3,4 kHz	**289**
	623	TKN-12	Netzteil für TK-12	**454**
	624	MUE-46	HF-Schalter 2 für MU-4	**133**
	625	BSZ-1	Basisband-Symmetrierzusatz für VZM-3	**357**
	627	TKL-5	Digitaler Taster für 5-V-Logik-Baugruppen	**399**
	627/12	TKL-12	Digitaler Taster für 12-V-Logik-Baugruppen	**401**
	628	PSE-11	Sendeeinheit für SPM-11	**57**
	629	RSAD-5	Aufbewahrungskasten mit Dämpfungsausgleich für RS-5	**335**
	630/1	AC-1	Wechselspannungs-Netzteil für DLZ-4	**293**
	631/1	DC-1	Gleichspannungs-Netzteil für DLZ-4	**293**
	632/1	V-1	Verstärker für DLZ-4	**293**
	633/...	AS-...	Dämpfungsteile für DLZ-4	**293**
	634/...	TA-...	Laufzeit- und Dämpfungsteile für DLZ-4	**293**
	635/...	XTA-...	Laufzeit- und Dämpfungsteile für DLZ-4 (nicht schaltbar)	**293**
	636/...	XT-...	Laufzeitteile für DLZ-4 (nicht schaltbar)	**293**
	637/1	XAS-1	Dämpfungsteil für DLZ-4 (nicht schaltbar)	**293**
	641	TV City IV	NF-Verstärker, 15/20 W	**509**
	642	RS-50	Rauschpegelsender für RK-50	**325**
	643	RE-50	Rauschklirrempfänger für RK-50	**325**
	644	FVR-4	Fotovorsatz für SG-2	**229**
	646	SGV-23	Vertikalverstärkereinschub für SG-2/SG-3	**229**
	647	SGH-22	Horizontalverstärkereinschub für SG-2/SG-3	**229**
	648	PFT-1	PCM-Fehlertester	**383**
	649	MUE-48	NF-Schalter 4 für MU-4	**133**
650	651	ODF-601	Festfrequenzeinschub mit 26 Testfrequenzen	**183**
	655	MUE-47	Grunddämpfungsnachbildung für MU-4	**133**
	656	SGP-21	Breitband-Pegelmeßverstärkereinschub für SG-2/SG-3	**229**
	657	GUEW-1	Parallel-Serienwandler für GU-1	**321**
	658	GUAW-1	Serien-Parallelwandler für GU-1	**321**
	659	OD-4	Dekadischer Steueroszillator, 200 Hz bis 1.999 999 MHz, für PSM-4, PSM-8, PA-4	**131**
	660	PSE-14	Pegelsender, 10 kHz bis 100 MHz	**207**
	668/...	TKS-10	Symmetrischer Grundmeßkopf für EPM-1	**221**
	669	PDG-1	PCM-Digitalsignalgenerator	**375**
	670/1	PFG-1	PCM-Mustergenerator für PF-1	**379**
	670/14	PFF-1	Einstellzusatz für Digitalwort (PF-1)	**379**
	671/1	PFM-1	PCM-Bitfehlermesser für PF-1	**379**
	672	DLM-1	Datenleitungsmeßgerät, 300 Hz bis 3,4 kHz	**279**
	673	FVR-5	Fotovorsatz für SG-2	**229**
	674	RSSA-50	Sperrenadapter	**325**
	676	VZMC-3	Eichzusatz zum VZM-3	**357**
	677	PMG-13	Selektiver Pegelmesser 20 Hz bis 20 kHz	**51**
	678	WR-420	Wechselrichter 20 VA, 12 bis 60 V–/220 V	**447**
	689	WZ-61	Wobbelzusatz für PS-6, PS-60, PSS-60, PSE-61	**191**
	690	PSE-61	Sendeeinschub für WZ-61	**191**
	691	LD-30	Gruppenlaufzeit- und Dämpfungsmeßgerät, 200 Hz bis 20 kHz	**255**
	692	PRT-1	PCM-Regeneratortester	**387**
	693	SGW-21	Welligkeitseinschub für SG-2/SG-3	**229**
	696	RMS-4	Sendeteil für Richtfunkmeßplatz RM-4	**345**
	697	RME-4	Empfangsteil für Richtfunkmeßplatz RM-4	**345**
	697/00.04	RFZ-4	Reflexionsmeßbrücke für RM-4, 10 bis 200 MHz	**345**
700	701...	RSS...	Bandsperren	**325**
	760/...	RSP-12435	Pilotsperre 12435 kHz für RK-5, RK-50	**325, 335**
	763	RSP-61160	Pilotsperre 61160 kHz für RK-5	**335**

	Bestell-nummer	Geräte-bezeichnung	Gerätename	Seite
800	800	PDA-1	PCM-Digitalsignalanalysator	**371**
	801	SGA-20	Sender-Empfänger für Wobbelmeßplatz WM-20	**45**
	803	SGZ-2	Meßzusatz für Wobbelmeßplatz WM-20	**45**
	805	WM-20	NF-Wobbelmeßplatz, 20 Hz bis 20 kHz	**45**
	806	WM-30	NF-Wobbelmeßplatz, 20 Hz bis 20 kHz	**45**
	810	RFZ-12	Reflexionsdämpfungs-Meßzusatz, 200 Hz bis 4,5 MHz	**449**
	811	SDZ-12	Symmetriedämpfungs-Meßzusatz, 200 Hz bis 4,5 MHz	**449**
	813	WA-2	Warnanlage	**509**
	814	ASG-5	Stationsansagegerät	**509**
	815	PMG-2	NF-Meßgerät, 15 Hz bis 20 kHz	**35**
	820	PM-10	Digitalpegelmesser, 200 Hz bis 4 kHz	**33**
	821	OD-12	Dekadischer Steueroszillator für PS-12/SPM-12	**149**
	828	PDA-64	PCM-Kennzeichensignal-Analysator	**391**
	830	SPM-14	Selektiver Pegelmesser, 10 kHz bis 100 MHz	**207**
	830/00.01	RFZ-14	Reflexionsfaktor-Meßbrücke, 100 kHz bis 100 MHz	**207**
	833	PSS-14	Sendeteil für PSM-14	**207**
	834	PS-14	Pegelsender, 10 kHz bis 100 MHz	**207**
	836	BAZ-2	Batteriezusatz für PS-12	**449**
	837	BAZ-3	Batteriezusatz für SPM-12	**449**
	839	REB-56	Breitbandpegelmesser, 6 kHz bis 100 MHz	**195**
	839/00.01	REÜ-56	Entkopplungsübertrager	**451**
	839/00.02	REÜ-50	Entkopplungsübertrager	**451**
	839/00.03	REV-56	2-Wege-Verteiler	**451**
	845	TV-100	NF-Verstärker 80/100 W	**509**
	846	TV-450	NF-Verstärker, 450 W	**509**
	847	RSI-50	Taktgeber für RS-50	**325**
	848	RKS-50	Steuergerät für RK-50	**325**
850	851	PUE-1	Pegelüberwachungsempfänger, 200 Hz bis 4 (25) kHz	**287**
	903	WS-3	Wechselspannungsstabilisator, 550 VA	**417**
	5095	F 55	Elektrischer Gong	**509**
	5448	TV-City III	NF-Verstärker 20 W	**509**
	7031	SÜ-7031/150	Symmetrieübertrager für TFPS-42	**457**
	7054	SÜ-7054	Symmetrieübertrager für PSM-5	**457**
	8528/...	RST-5000	5-MHz-Tiefpaß für RK-5, RK-50	**325, 335**
	8530...	RSB...	Bandbegrenzungsfilter	**325**

Mechanische und klimatische Beanspruchung von Meßgeräten

Einführung

Meßgeräte von Wandel & Goltermann werden in fast alle Länder der Welt exportiert und müssen dort unter zum Teil harten Umgebungsbedingungen ihren täglichen Dienst versehen. Der Geräteanwender erwartet, daß auch bei ungünstigen Umwelteinflüssen die Zuverlässigkeit des Meßgeräts nicht nachläßt. Diese Zuverlässigkeit kann man nicht im nachhinein in ein fertiges Gerät „hineinprüfen". Es ist vielmehr notwendig, entsprechende Anforderungen bereits bei der Geräteentwicklung zu berücksichtigen.

Die nachfolgende Zusammenfassung beschreibt in Auszügen, welche Anstrengungen seit geraumer Zeit unternommen werden, um zu erreichen, daß Wandel & Goltermann-Meßgeräte den mechanischen und klimatischen Beanspruchungen der Praxis gewachsen sind.
Ausdrücklich muß in diesem Zusammenhang aber darauf hingewiesen werden, daß es unbedingt erforderlich ist, in bezug auf die Unempfindlichkeit gegenüber Umwelteinflüssen zu einem technisch und wirtschaftlich sinnvollen Kompromiss zu kommen. Ein Gerät, das ohne Rücksicht auf Umwelteinflüsse entwickelt würde, wäre unbrauchbar. Auf der anderen Seite führt aber eine absolute Widerstandsfähigkeit auch gegenüber härtesten Beanspruchungen zu Gerätekosten, die die Mehrzahl der Abnehmer nicht zu tragen bereit wären.

Im Interesse eines günstigen Kompromisses ist es nötig, eine Geräteentwicklung nicht nur elektrisch, sondern auch mit Rücksicht auf die Umgebungseinflüsse den späteren Betriebsbedingungen möglichst gut anzupassen. Unter Anlehnung an die IEC-Publikation 359 (DIN 43745) wird daher bei Entwicklungsbeginn für alle neuen Geräte eine Beanspruchungsgruppe I oder II festgelegt.
Geräte der Gruppe I sind vornehmlich für den Einsatz in Innenräumen und unter Bedingungen vorgesehen, wie sie normalerweise in Labors, Prüffeldern oder Verstärkerämtern vorkommen. Typische Vertreter dieser Gerätegruppe sind zum Beispiel Pegelmeßautomaten oder größere Anlagen. Geräte der Gruppe II sind auch für den mobilen Einsatz gedacht, wo sie ungünstigeren Umgebungsbedingungen ausgesetzt sind. Typische Vertreter dieser Gerätegruppe sind zum Beispiel die tragbaren Spannungs- und Pegelmeßgeräte.
Die Einteilung in zwei Gruppen gilt sowohl für die mechanischen wie auch für die klimatischen Beanspruchungen. Dabei ist nicht festgelegt, daß sich die mechanischen und klimatischen Beanspruchungsgruppen immer entsprechen müssen. Es sind vielmehr beliebige Kombinationen möglich. Ziel einer Geräteentwicklung ist es, daß gleichrangig zu den übrigen Eigenschaften der Geräte auch die nachfolgend beschriebenen Testbedingungen erfüllt werden.

Mechanische Beanspruchung

Die hier zur Diskussion stehenden Meßgeräte sind hauptsächlich während des Transports aber auch während des Betriebs und der Lagerung mechanischen Beanspruchungen ausgesetzt, deren Stärke vom jeweiligen Einsatzfall abhängt.
Die Tabelle 1 nennt die Prüfbedingungen der für die beiden

Tabelle 1 Zulässige mechanische Gerätebeanspruchungen

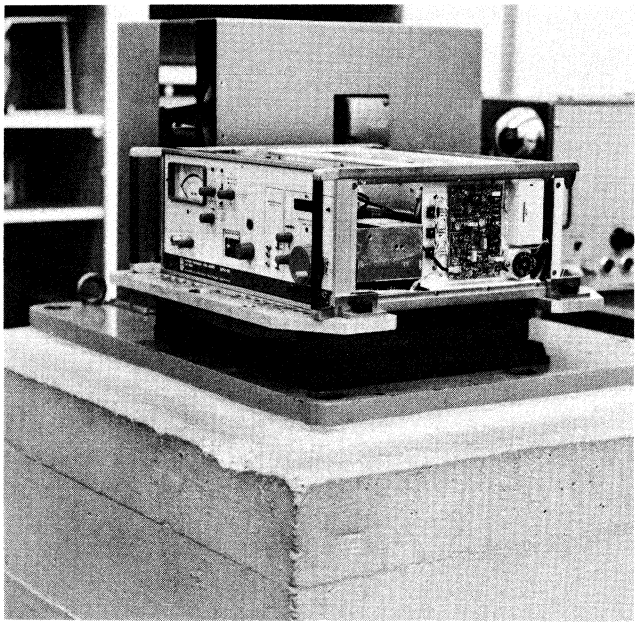
Bedingungen	Gruppe I	Gruppe II	Bemerkungen
1. Schwingen nach DIN 40 046 Bl. 8 Entw. (5.75) bzw. IEC 68-2-6			
1.1. Dauerbeanspruchung beim Durchlaufen eines Frequenzbereiches			Bei allen Prüfungen nach 1 bis 3 sind die Geräte ausgeschaltet.
Frequenzbereich	10 bis 55 Hz	10 bis 55 Hz	
Amplitude	±0,15 mm	±0,2 mm	
Dauer der Beanspruchung/Lage	10 min	30 min	
Durchlaufgeschwindigkeit	1 Oktave/min		
2. Dauerschocken nach DIN 40 046 Teil 26 bzw. IEC 68-2-29			Funktionselemente (z.B. Drehknöpfe), die bei der Gerätebenutzung unterschiedliche Stellungen einnehmen, dürfen während der Prüfung verdreht werden, um eine einseitige Beanspruchung zu vermeiden.
Impuls (halbsinusförmig)	25 g – 6 ms	25 g – 6 ms	
Anzahl pro Lage	100 ±10	333 ±10	
Häufigkeit	1 Schock/s		
3. Kippfallen nach DIN 40 046 Teil 27 bzw. IEC 68-2-31			Gerät befindet sich in Gebrauchslage und wird an einer Kante seiner Standfläche um die angegebene Fallhöhe angehoben und fallen gelassen. Diese Beanspruchung wird mit allen vier Kanten je einmal durchgeführt.
Unterlage	entfällt	Beton	
Fallhöhe h oder Schräglage ∢α		25 mm oder 30° (geringere Beanspruchung gilt)	

Gerätegruppen zulässigen mechanischen Beanspruchungen. Belastungen in der Praxis, die diesen Prüfbedingungen entsprechen, muß jedes Seriengerät standhalten können. Dabei gilt die Prüfung als bestanden, wenn alle Fehlergrenzen nach der Beanspruchung eingehalten werden und keine mechanischen Schäden am Gerät aufgetreten sind.
An dieser Stelle sei auf einen wichtigen Punkt hingewiesen: Geräteuntersuchungen nach Tabelle 1 haben selbstverständlich unvermeidliche (unsichtbare) Materialermüdungserscheinungen und Alterungen zur Folge. Es ist daher nicht möglich, diese Prüfungen serienmäßig durchzuführen, da sonst der Abnehmer Erzeugnisse erhalten würde, die schon einen Teil ihrer Lebensdauer „verbraucht" hätten. Um trotzdem sicherstellen zu können, daß ein Gerät den Beanspruchungen nach Tabelle 1 standhalten wird, untersucht man die Geräteeigenschaften im Rahmen von Typenprüfungen (siehe Seite 23) unter wesentlich verschärften Bedingungen.

Schwingbeanspruchung
Zur Nachbildung eines Gerätestransports auf vibrierenden Ladeflächen dient eine Schwingprüfung (Punkt 1, Tabelle 1). Dabei wird der unverpackte Prüfling fest mit dem Schwingtisch der Prüfmaschine verschraubt, der sich sinusförmig mit veränderlicher Frequenz hin und her bewegt (Bild 1). Während der Prüfung wird der vorgesehene Schwingfrequenzbereich während einer Zeitdauer von 10 min. (Gruppe I) bzw. 30 min. (Gruppe II) immer wieder durchlaufen, wobei die Frequenzänderung eine Oktave pro Minute beträgt. Die Beanspruchung erfolgt in Gebrauchslage (Gruppe I) bzw. in Richtung aller drei Geräteachsen (Gruppe II) mit Schwingamplituden von $\pm$0,15 mm (Gruppe I) und $\pm$0,2 mm (Gruppe II).

Schock- (Stoß-) beanspruchung
Starken Stößen kann ein Meßgerät beim Transport mit Kraftfahrzeugen ausgesetzt sein. Um diese Beanspruchung nachzubilden, wird eine Schockmaschine verwendet,

Bild 1 „Schwingprüfung"



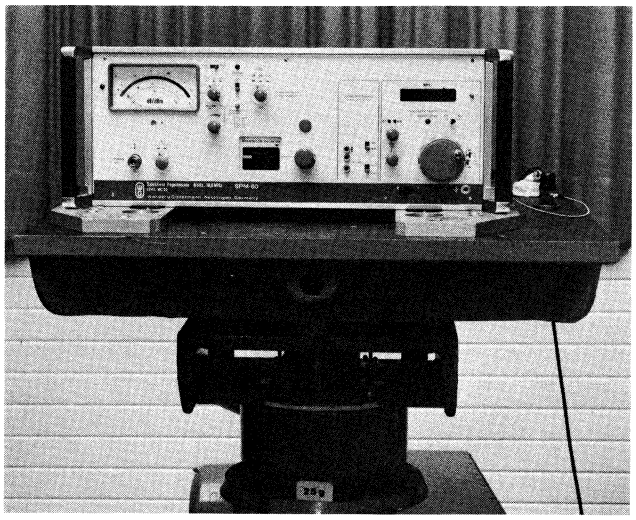
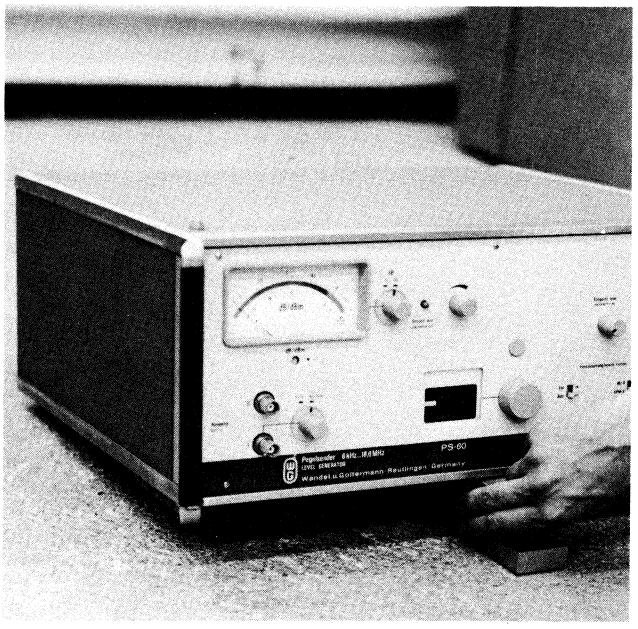


Bild 2 „Stoßprüfung des unverpackten Gerätes"

mit deren Tisch das unverpackte Gerät verschraubt ist. Der Tisch wird angehoben und kann dann unter Einfluß des Eigengewichts senkrecht nach unten fallen. Durch definiertes Abbremsen des Prüftisches wird ein halbsinusförmiger Stoßimpuls mit einer Dauer von 6 ms und einer Spitzenbeschleunigung von 25 g erzeugt (siehe Bild 2). Wie schon bei der Schwingbeanspruchung sind die zulässigen Belastungen entsprechend den Anforderungen der Praxis für die beiden Gerätegruppen unterschiedlich (Punkt 2. Tabelle 1).

Kippfallen
Besonders bei tragbaren Meßgeräten muß damit gerechnet werden, daß sie bei der täglichen Arbeit herumgetragen und dabei auch hart abgesetzt werden. Diese Beanspruchung wird durch Kippfallen nachgebildet (Punkt 3. Tabelle 1). Geräte der Gruppe II müssen Beanspruchungen widerstehen können, wie sie beim Kippfallen über die Gerätekanten auf eine harte Unterlage entstehen (Bild 3).

Bild 3 „Kippfallprüfung"



Mechanische Typenprüfungen
Wie bereits erwähnt, ist es erforderlich, die späteren mechanischen Beanspruchungen bereits bei der Geräteentwicklung zu berücksichtigen. Schon im Laufe der mechanischen Geräteentwicklung werden daher immer wieder Typenerprobungen durchgeführt, die zum Ziel haben, mechanische Schwachstellen herauszufinden und diese abzustellen. Die Beanspruchungen bei den Typenprüfungen gehen über die bisher beschriebenen hinaus, auch um sicherzustellen, daß Seriengeräte den Belastungen nach Tabelle 1 ohne Schaden ausgesetzt werden können.
Im Rahmen der Typenprüfungen wird z. B. auf dem Schwingtisch untersucht, ob in einem Schwingfrequenzbereich von einigen Hertz bis mehr als hundert Hertz mechanische Resonanzen im Gerät auftreten. Ist dies der Fall, so werden die Resonanzen durch konstruktive Maßnahmen unterdrückt oder wenigstens auf ein tolerierbares Maß reduziert. Auch die Dauerprüfungen auf dem Schwingtisch werden im Laufe der Geräteentwicklung unter härteren Bedingungen durchgeführt (Bild 7). Daneben wird die Stoßprüfung über eine größere Stoßzahl als in Tabelle 1 angegeben ausgedehnt, wobei Geräte der Gruppe I ebenfalls in Richtung aller Achsen belastet werden.
Für Geräte der Gruppe II gehört zur Typenerprobung auch eine Umsturzprüfung des unverpackten Prüflings (Bild 4).
Die Typenprüfungen werden unter so harten Bedingungen oder über einen so langen Zeitraum durchgeführt, daß die Geräte zum Teil über die Grenze des zulässigen hinaus belastet oder sogar bewußt zerstört werden. Die bei diesen Prüfungen ermittelten Geräteeigenschaften können nicht als Garantiewerte aufgefaßt werden, weil man sie nur an einem Gerät dieses Typs ermittelt. Es besteht deshalb ein bewußter Abstand zwischen den „internen" Typenprüfbedingungen und den Garantiewerten.

Untersuchung der Verpackung
Eine weitere wichtige Untersuchung betrifft die Verpakkungsprüfung. In der für das Gerät vorgesehenen Originalverpackung werden Belastungsversuche durchgeführt, die lediglich die Verpackung, nicht aber das Gerät beeinträchtigen dürfen. Natürlich gilt aber auch hier das oben über die Materialermüdung gesagte.

Tabelle 2 Prüfbedingungen für verpackte Geräte

Bedingung	Gruppe I	Gruppe II
1. Dauerschocken (in 3 kritischen Lagen)		
Impuls (halbsinusförmig)	40 g / 6 ms	
Anzahl pro Lage	1000 ±10	
Häufigkeit	1 Schock / s	
2. Freier Fall (auf Betonboden)		
Anzahl	Mindestens auf 3 von 6 Flächen und auf alle, durch die Unsymmetrie der Verpackung notwendigen Kanten	
Fallhöhe	bei Prüflingsgewicht >10 kg : 1 m ±5 cm >5 bis ≤10 kg : 1,5 m ±5 cm ≤ 5 kg : 2 m ±5 cm	

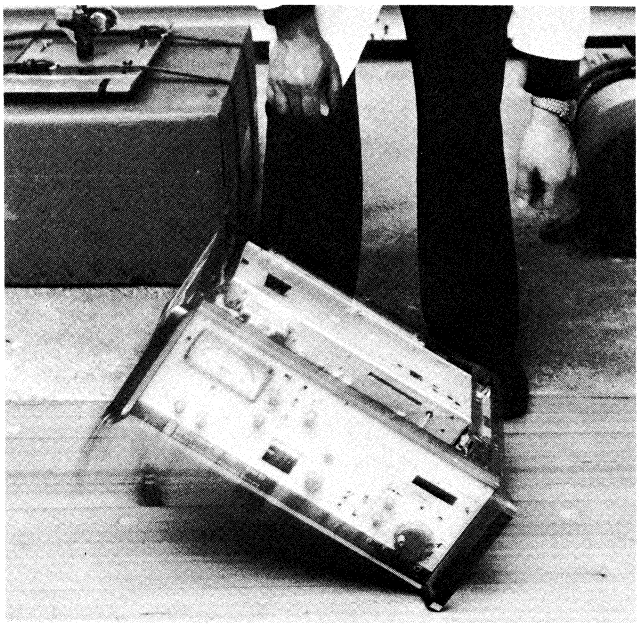
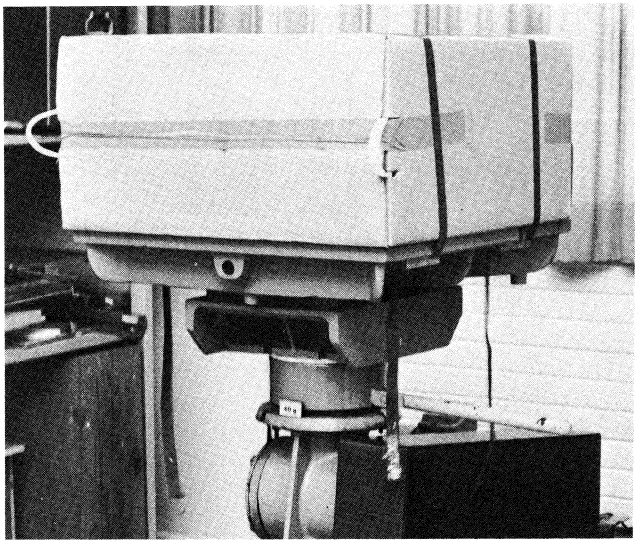


Bild 4 „Umsturzprüfungen"

Die Tabelle 2 nennt die Prüfbedingungen für das verpackte Gerät.
Punkt 1 der Tabelle betrifft die schon erwähnte Stoßprüfung, die sich hier aber über eine größere Anzahl Stöße bei größerer Stoßbeschleunigung erstreckt (Bild 5).
Beim Gerätetransport kann nie ausgeschlossen werden, daß die Geräte in der Verpackung geworfen werden oder hinunterfallen. Eine Fallprüfung nach Punkt 2 der Tabelle 2 simuliert diese Beanspruchung (Bild 6).

Mechanische Beanspruchungen der Praxis
Es wurde eingangs gesagt, daß es aus wirtschaftlichen Gründen erforderlich ist, in bezug auf die Gerätestandfestigkeit gegenüber Umgebungseinflüssen einen vernünftigen Kompromiß einzugehen. Dieser Kompromiß kann nur dann gefunden werden, wenn die Prüfbelastungen für ein Gerät mit den praktischen Betriebsbedingungen möglichst gut übereinstimmen.

Bild 5 „Stoßprüfung des verpackten Gerätes"



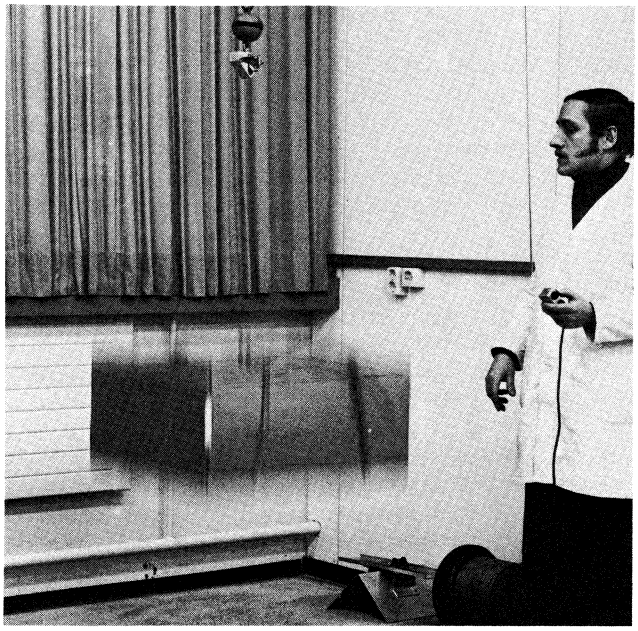


Bild 6 „Fallprüfung des verpackten Gerätes“

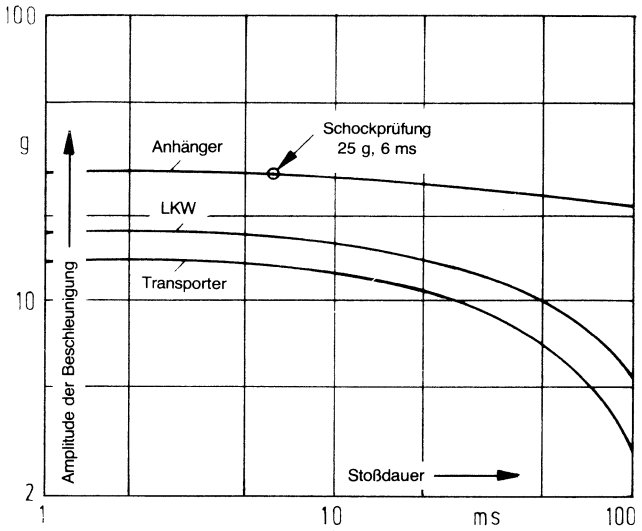


Bild 8 Stoßamplitude beim Kraftfahrzeugtransport in Abhängigkeit von der Stoßdauer. (Quelle: Der Versuchs- und Forschungs-Ingenieur 4/74, S. 36).

In diesem Zusammenhang sind die Bilder 7 und 8 interessant. In Bild 7 ist die zu erwartende Schwingbeschleunigung beim Lufttransport eines Gerätes mit einer Schwingtischprüfung für Geräte der Gruppe II verglichen. Es ist zu erkennen, daß beide Kurven einen ähnlichen Verlauf haben, wobei allerdings berücksichtigt werden muß, daß die Schwingtischbeanspruchung an einem unverpackten Gerät vorgenommen wird, während beim Lufttransport im allgemeinen die Verpackung einen zusätzlichen Schutz bietet. Dies gilt besonders für höhere Schwingfrequenzen, wo die Verpackung als Tiefpaß zwischen äußerem Einfluß und Gerät wirkt.

Bild 8 gibt Auskunft über die Stöße, denen Geräte beim Kraftfahrzeugtransport ausgesetzt sein können. In Abhängigkeit von der Stoßdauer wird gezeigt, welche Beschleunigungsamplituden bei verschiedenen Transportmitteln auftreten. Die Belastung bei der Schockprüfung unverpackter Geräte ist ebenfalls eingetragen. Auch hier besteht gute Übereinstimmung zwischen Praxis und Prüfbedingung.

Weitere Information liefert Bild 9, wo gezeigt wird, wie häufig welche Beschleunigungsamplituden beim Gerätetransport mit Kraftfahrzeugen über sehr schlechte Straßen auftreten. Selbst unter diesen ungünstigen Bedingungen kommen sehr große Beschleunigungen nur selten vor. Eine Belastung entsprechend der Schockprüfung für unverpackte Geräte (25 g) wird auf einem Kfz-Anhänger auch bei schlechten Straßen nur einmal alle 100 km beobachtet.

Bild 7 Vergleich der Schwingbeschleunigung beim Lufttransport und bei der Geräteprüfung.

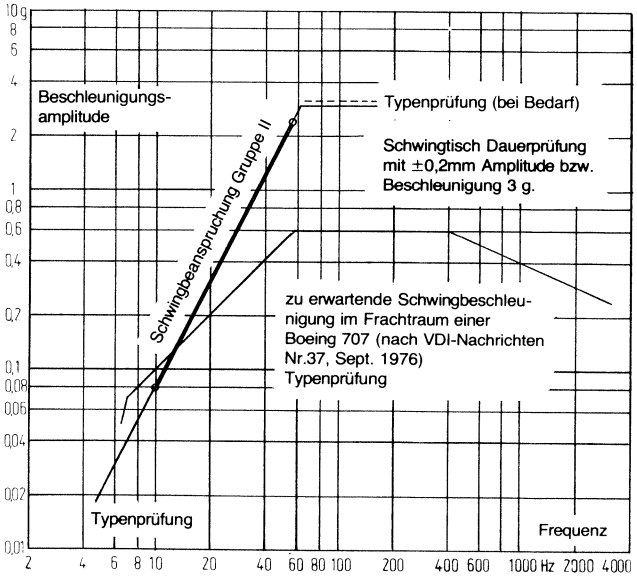
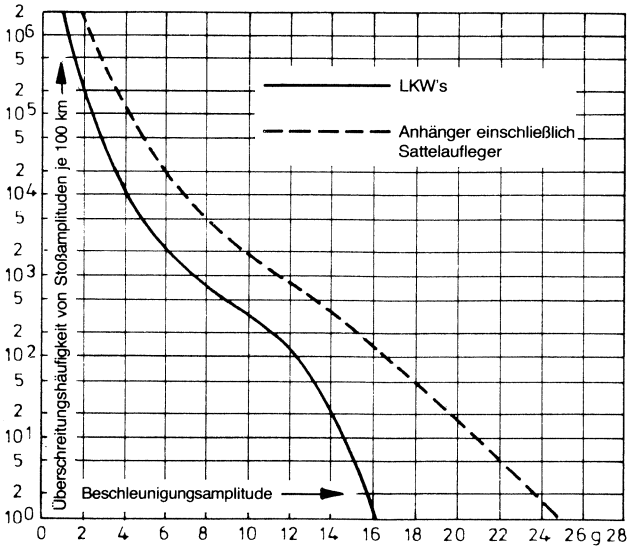


Bild 9 Beobachtete Überschreitungshäufigkeiten von Stoßamplituden, bei sehr schlechtem Straßenzustand je 100 km Fahrstrecke. (Quelle: s. Bild 8)



Klimatische Beanspruchungen

Wie schon im vorhergehenden Abschnitt erwähnt, werden auch in bezug auf die klimatischen Beanspruchungen die Geräte in zwei Gruppen I und II unterteilt, die den späteren Betriebsbedingungen entsprechen. Dabei besteht die Gruppe II aus zwei Untergruppen, die sich durch den zulässigen Umgebungstemperaturbereich unterscheiden.
Nachfolgende Tabelle 3 zeigt die Zuordnung der wichtigsten Klima-Einflußgrößen Temperatur und Luftfeuchte zu den verschiedenen Gerätegruppen.
Durch die Nenngebrauchsbereiche sind diejenigen Bereiche von Umgebungstemperatur und Luftfeuchte abgegrenzt, in denen ein Gerätebetrieb ohne Einschränkung zulässig ist. Beachtet werden muß, daß für längere Betriebs- oder Lagerzeiten nur Kombinationen von Luftfeuchte und Temperatur erlaubt sind, bei denen der absolute Wasserdampfgehalt $\leq 15{,}4\ g/m^3$ bleibt (Taupunkt $\leq 18°$ C).
Im ausgeschalteten Zustand sind während der Lagerung oder des Transports eines Gerätes erheblich höhere oder tiefere Temperaturen erlaubt, ohne daß irreversible Schäden auftreten dürfen.
Um sicherstellen zu können, daß Seriengeräte die Bedingungen der Tabelle 3 einhalten, werden sowohl im Zuge und am Schluß einer Geräteentwicklung als auch in der Serienfertigung Klimatests durchgeführt, die sich an die IEC-Publikation 68 anlehnen. Dies ist möglich, weil im Gegensatz zur mechanischen Beanspruchung, klimatische Belastungen ohne Einfluß auf die Gerätelebensdauer sind. Bei den Tests während der Entwicklung werden, wie schon bei der mechanischen Beanspruchung erwähnt, härtere Bedingungen gestellt als bei Messungen an beliebigen Seriengeräten. Folgende Prüfungen werden durchgeführt:

Beanspruchung durch rasch wechselnde Umgebungstemperatur
(Nur Typenprüfung während der Entwicklung)
Um den Nachweis zu erbringen, daß in einem Gerät durch Temperaturwechsel keine irreversiblen Änderungen auftreten, wird das zu untersuchende Gerät einem Temperaturwechsel unterworfen, wie er in Bild 10 beschrieben ist. Das Gerät ist bei dieser Prüfung ausgeschaltet und es sollen vornehmlich die bei der Lagerung und beim Transport auftretenden Umgebungstemperaturbedingungen nachgebildet werden.

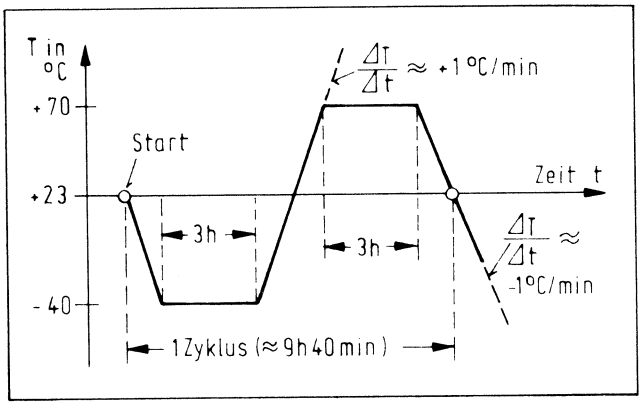


Bild 10 Gerätebeanspruchung durch Temperaturzyklen

Die Untersuchung geht in vier Schritten vor sich:
1. Bezugsmessung (vorzugsweise bei +23° C)
2. Beanspruchung 2 Zyklen nach Bild 10
3. Erholzeit ca. 3 Stunden
4. Schlußmessung

Der Test gilt als bestanden, wenn die garantierten Gerätedaten nicht durch irreversible Änderungen gefährdet werden und wenn keine mechanischen Schäden aufgetreten sind.

Bild 11 Geräteuntersuchung bei Grenztemperaturen

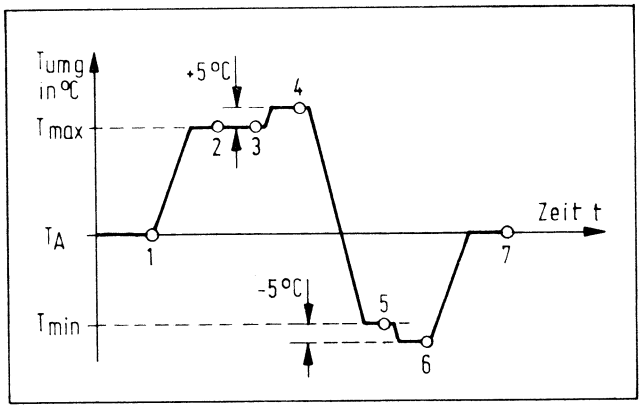


Tabelle 3 Klimatische Einflußgrößen

Einflußgröße	Gruppe I	Gruppe II	Gruppe II A
A. Umgebungstemperatur			
Nenngebrauchsbereich	+ 5 . . . +40°C	−10 . . . +55°C	0 . . . +50°C
Lager und Transport	−40 . . . +70°C	−40 . . . +70°C	
B. Relative Luftfeuchte			
Nenngebrauchsbereich	20 . . . 80%	10 . . . 90%	
Lager und Transport	nicht festgelegt	nicht festgelegt	
C. Betauung			
Nenngebrauchsbereich	nicht zulässig •	gelegentlich zugelassen	
Lager und Transport	gelegentl. zugelassen	gelegentlich zugelassen	

Einfluß der Umgebungstemperatur
Diese Prüfung bestimmt die Temperaturabhängigkeit aller wichtigen Gerätedaten. Wird bei einem Gerät durch Netzüberspannung eine nennenswerte zusätzliche Übertemperatur erzeugt, so wird auch dieser Einfluß untersucht (Bild 11).

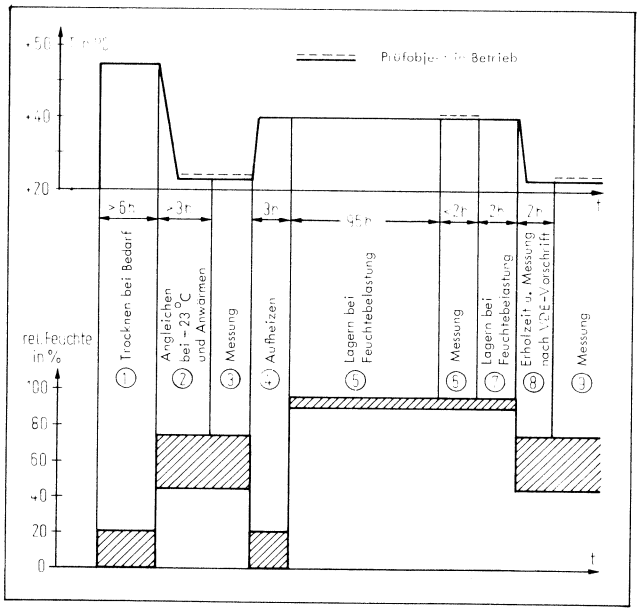
Folgende Messungen werden durchgeführt:

1. Bezugsmessung bei T_A (vorzugsweise +23°C)
2. Messung bei T_{max} = +40° C bzw. +55° C
3. Messung bei T_{max} und erhöhter Netzspannung
4. Messung bei T_{max} +5° C
5. Messung bei T_{min} = +5° C, −10° C bzw. 0° C
6. Messung bei T_{min} −5° C
7. Schlußmessung bei T_A

Ein Seriengerät hat die Prüfung bestanden, wenn bei den Messungen 2., 3., 5. und 7. die garantierten Kenndaten eingehalten werden.
Bei der Typenprüfung wird die Temperaturabhängigkeit aller Fehlergrößen auf diese Weise analysiert. Festgelegte Grenzwerte dürfen nicht überschritten werden und bei den Messungen 4. und 6. muß die Funktionsfähigkeit des Gerätes erhalten bleiben.

Beanspruchung durch konstante, feuchte Wärme
Im praktischen Betrieb kann es vorkommen, daß ein Gerät längere Zeit einer Feuchtbelastung ausgesetzt ist. Es interessiert daher der Einfluß extremer Feuchte auf die wichtigen Kenngrößen eines Gerätes sowie auch auf die durch die Sicherheitsvorschriften geforderten Isolationswiderstände und Spannungsfestigkeiten. Den Ablauf einer Feuchteprüfung beschreibt Bild 12.

Bild 12 Feuchteprüfung



Nach einer Trocken- und Anwärmzeit von ca. 9 Stunden wird eine Bezugsmessung durchgeführt, auf deren Werte sich alle späteren Messungen beziehen. Es folgt eine Aufheizperiode von 3 Stunden und anschließend eine Lagerung bei einer relativen Luftfeuchte von 90 bis 95% und einer Temperatur von 38 bis 42° C über einen Zeitraum von 3 Tagen. In einer anschließenden Messung werden die Gerätekenngrößen untersucht, von denen vermutet wird, daß sie eine so kleine Zeitkonstante hinsichtlich ihres Feuchteverhaltens besitzen, daß die Schlußmessung keine richtige Aussage liefern würde. Bei der Typenprüfung muß das Gerät voll funktionsfähig geblieben sein, die sonst garantierten Fehlergrenzen dürfen jedoch geringfügig überschritten werden. Bei der Serienprüfung entfällt diese Messung.
An diese Zwischenmessung schließt sich eine erneute Lagerung unter Feuchteeinfluß an. Unmittelbar danach folgen bei der Typenprüfung die Untersuchungen, die die IEC-Publikation 348 zur Vermeidung von elektrischen Unfällen fordert.
Nach einer definierten Erholzeit in normalem Laborklima werden die Schlußmessungen nach mindestens 15 Minuten Anwärmzeit durchgeführt.
Dabei wird von einem Seriengerät verlangt, daß es voll funktionsfähig ist. Die durch die Feuchtebelastung auftretende Abweichung der elektrischen Werte darf in der Größe der zulässigen Fehler liegen (mit anderen Worten: die zulässigen Fehler dürfen sich verdoppelt haben). Es dürfen keine mechanischen Schäden entstanden sein, die den Gebrauchswert des untersuchten Gerätes mindern.
Bei der Typenprüfung dürfen bei Geräten der Gruppe I die garantierten Fehlergrenzen geringfügig überschritten werden, bei Geräten der Gruppe II und IIA jedoch nicht.

Betauung
Bei dieser Prüfung wird eine Betauung simuliert, wie sie z. B. nach einem Transport bei niedriger Temperatur mit anschließendem Einsatz in geheizten Innenräumen auftreten kann.
Für Geräte der Gruppe II und IIA ist folgender Prüfungsablauf vorgesehen:
1. Bezugsmessung
2. Lagerung über 2 Stunden bei T_{min}
3. Betauung (Lagerung bei Raumklima), sofortiges Einschalten
4. Schlußmessung nach mindestens 15 Minuten Anwärmzeit

Bei der Schlußmessung wird volle Funktionsfähigkeit gefordert, die garantierten Gerätedaten müssen eingehalten werden.


Pegel - Meßgerät 20Hz...20kHz
LEVEL MEASURING SET
Wandel u. Goltermann · Reutlingen · Germany
PMG-13
Angezeigte Frequenz
DISPLAYED FREQUENCY
Frequenzabstimmung f_0
FREQUENCY TUNING f_0
WT-Kanal Abstimmung f_0
WFT-CHANNEL TUNING f_0
Ausgang
OUTPUT
Sender
GENERATOR
Mitlauffilter
RESTORED
Messen
MEASURE
Eichen
CAL
Selektiv 3dB
SELECTIVE
Breitband
WIDEBAND
Klirrarm
LOW DIST.
rauscharm
LOW NOISE
Auflösung
RESOLUTION

Inhaltsverzeichnis Meßgeräte für Spannungen und Pegel, NF-Bereich (bis 100 kHz)

	Meß- und Pegelsender	
33	Digitalpegelmesser PM-10	200 Hz bis 4 kHz; Festpegelsender −10 und −27 dBm; Frequenz 820 Hz; BN 820
35	NF-Pegelmeßgerät PMG-2	15 Hz bis 20 kHz; Sendepegel −65 dBm bis +11 dBm; Wobbeleinrichtung; Festfrequenzabstimmung; BN 815
45	NF-Wobbelmeßplatz WM-20/WM-30	20 Hz bis 20 kHz; Sendepegel −46 dBm bis +11 dBm; Einknopfbedienung; BN 805/806
51	Pegelmeßgerät PMG-13	20 Hz bis 20 kHz; Mitlaufsender im Pegelmeßgerät PMG-13; extern wobbelbar; BN 677
57	Senderteil PSE-11	15 Hz bis 200 kHz; −70 bis +10 dB; für selektiven Pegelmesser SPM-11; k_2-, k_3- und d_2-Messung; BN 628
65	Rauschgenerator RG-1	0 bis 108 kHz; weißes, rosa und sprachsimulierendes Rauschen; Anschluß für Filter; BN 413
	Spannungs- und Pegelmesser	
33	Digitalpegelmesser PM-10	breitband 200 Hz bis 4 kHz; −50 bis +10 dBm; Eingangswiderstand 600 Ω und > 100 kΩ; Batteriebetrieb; BN 820
35	NF-Pegelmeßgerät PMG-2	breitband 15 Hz bis 20 kHz; −80 bis +20 dBm; echte Effektivwertgleichrichtung; Filter für Geräusch- und Selektivmessung; tragbar; BN 815
45	NF-Wobbelmeßplatz WM-20/WM-30	20 Hz bis 20 kHz; −90 dBm bis +30 dBm; Dämpfungsmessungen bis 100 dB; BN 805/806
51	Pegelmeßgerät PMG-13	selektiv 20 Hz bis 20 kHz, breitbandig bis 50 kHz; 0,3 mV bis 10 V bzw. −90 dB bis +22 dB; WT-Kanalabstimmung auf Wunsch; BN 677
57	Selektiver Pegelmesser, Klirranalysator SPM-11	15 Hz bis 200 kHz; −130 bis +22 dB; Bandbreite 8 Hz u. 40 Hz; digitale Frequenzanzeige; 1-Hz-Auflösung; BN 604
	Pegel- und Wobbelmeßplätze	
45	NF-Wobbelmeßplatz WM-20/WM-30	20 Hz bis 20 kHz; Niederfrequenzmeßplatz mit Sende und Empfangsteil; Einknopfbedienung; Alpha-numerische Anzeige der Referenzlinien; Frequenzmessung; BN 805/806
51	Pegelmeßplatz PMG-13	20 Hz bis 20 kHz; Niederfrequenzmeßplatz mit Mitlaufsender; Sieben Bandbreiten zwischen 10 Hz und 1,6 kHz; extern wobbelbar; BN 677
57	Pegelmeßplatz SPM-11/PSE-11	15 Hz bis 200 kHz; Niederfrequenzmeßplatz für Verstärkungs-, Dämpfungs-, a_{k2}-, a_{k3}- und d_2-Messungen
	Zusatzgeräte	
69	Universal-Filter UF-1	16 Hz bis 31,5 kHz; 400 Einstellmöglichkeiten als Hoch-, Tief-Bandpaß, Bandsperre und Weiche; BN 403

Absoluter Spannungs- und Leistungspegel

Nachrichtentechnische Meßgeräte sind im allgemeinen in Spannungspegel oder Leistungspegel geeicht.
Für die Spannungspegeleichung, durch dB (Dezibel) gekennzeichnet, gilt als Bezugsgröße 774,6 mV. Es ist

$$\frac{p_u}{dB} = 20\,lg\left(\frac{|\,U_x\,|}{774{,}6\,mV}\right)$$

774,6 mV ist die Spannung, die in einem 600-Ω-Widerstand eine Leistung von 1 mW erzeugt.

Beispiel:
Ein Spannungspegel von −57,78 dB entspricht einer Spannung von 1 mV.

Die Leistungspegeleichung, mit dBm bezeichnet, hat als Bezugsgröße 1 mW. Es ist

$$\frac{p}{dBm} = 10\,lg\left(\frac{P_x}{1\,mW}\right)$$

Beispiel:
Eine Leistung von 31,6 µW entspricht einem Leistungspegel von −15 dBm. Weitere Zahlenwerte werden in Tabelle 1 genannt.

Beim Spannungspegel ist die Spannung U_x unabhängig von der Größe des eingeschalteten Anpaßwiderstandes. Das ist beim Leistungspegel nicht der Fall. In der Betriebsart »Leistungspegel« wird beim Wechsel des Sender-Innenwiderstandes oder des Empfänger-Eingangswiderstandes automatisch die Eichung korrigiert und der richtige Pegel gesendet bzw. gemessen. Zum Beispiel ist bei einem Leistungspegel von 0 dBm (≙ 1 mW) und einem Z-Wert von 150 Ω die Spannung 387 mV; bei 75 Ω sind es 274 mV.
Die Leistungspegel-Eichung war bei älteren Pegelsendern und Pegelmessern nicht üblich. Bei diesen Geräten ist häufig nur die Spannungspegel-Eichung anzutreffen; den gemessenen Spannungspegel kann man in Leistungspegel umrechnen.

$$\frac{p}{dBm} = \frac{p_u}{dB} + 10\,lg\left(\frac{600\,\Omega}{|\,Z\,|}\right)$$

Für $10\,lg\left(\frac{600\,\Omega}{|\,Z\,|}\right)$ gelten die Korrekturwerte aus Tabelle 2.

Beispiel:
Werden mit einem in „Spannungspegel" geeichten Pegelmesser in einem Übertragungssystem, dessen Z-Wert 75 Ω ist, −31,3 dB gemessen, so ist der Leistungspegel
−31,3 dB +9,03 dB = −22,27 dBm.

Tabelle 1

P_x	1 W	10 mW	5 mW	2 mW	1 mW	0,5 mW	0,2 mW	0,1 mW	1 µW	1 pW
$\frac{p}{dBm}$	+30	+10	+7	+3	0	−3	−7	−10	−30	−90

Z/Ω	60	75	124	135	150	600
$10\,lg\left(\frac{600\,\Omega}{|\,Z\,|}\right)$	10,00	9,031	6,847	6,478	6,021	0

Tabelle 2

Bei Pegelsendern und Pegelmessern war früher die heute nicht mehr empfohlene Neper-Eichung anzutreffen. Neper- und Dezibel-Angaben können ineinander umgerechnet werden. Es gilt
1 Np ≙ 8,686 dB, 1 dB ≙ 0,1151 Np

Relativer Spannungs- und Leistungspegel

Bezieht man die gemessene Spannung oder Leistung auf einen bestimmten Wert, so spricht man vom relativen Spannungspegel

$$\frac{p_{urel}}{dB} = 20\,lg\left(\left|\frac{U_x}{U_1}\right|\right)$$

oder vom relativen Leistungspegel

$$\frac{p_{rel}}{dB} = 10\,lg\left(\frac{P_x}{P_1}\right)$$

Zum Beispiel kann man eine Störspannung auf eine Signalspannung beziehen oder eine Seitenbandleistung auf eine Trägerleistung.

Beispiel:
Eine Spannungsverdoppelung entspricht +6,02 dB
und eine Leistungsverdoppelung +3,01 dB.
Häufig vorkommende Werte werden in der Tabelle 3 genannt.

$\left\|\frac{U_x}{U_1}\right\|$	1,122 ≈ 1,1	1,259 ≈ 1,3	1,412 ≈ 1,4	1,995 ≈ 2	3,162 ≈ 3,2	10
$\frac{P_x}{P_1}$	1,259 ≈ 1,3	1,586 ≈ 1,6	1,995 ≈ 2	3,981 ≈ 4	10	100
dB	+1	+2	+3	+6	+10	+20

Tabelle 3

Kleine relative Spannungspegel können näherungsweise dem Prozentwert gleichgesetzt werden. Ist die Spannung U_x um 1% größer als der Bezugswert U_1, so gilt
1% ≙ 0.086 dB ≈ 0,1 dB
bzw.
0,1 dB ≙ 1,16% ≈ 1%.

Für kleine Werte wird auch die Bezeichnung Millibel, mit der Abkürzung mB, verwendet.
1 mB = 0,01 dB ≙ ≈ 0,1%.

„Anhängsel" zum Dezibel

Außer dem „Anhängsel" m, das den Bezugswert von 1 mW kennzeichnet, kommen in der Pegelmeßtechnik folgende Bezeichnungen vor:

dBr:
Der relative Pegel entspricht der Pegeldifferenz zwischen einem (u. U. nicht zugänglichen) Bezugspunkt des Systems (0 dBr) und einem bestimmten Meß- oder Ortspunkt, der oft sogar mit dem zugehörigen dBr-Wert angesprochen wird. Der dBr-Wert ist als absoluter Pegel meßbar, wenn das System mit 0 dBm0 gespeist wird.
Beispiel:
Wird einem 0-dBr-Punkt ein Pegel von −10 dBm zugeführt (Bild 1), dann mißt man an einem −22-dBr-Punkt den Pegel −32 dBm.

dBm0
Wird ein Pegel nicht absolut in dBm, sondern bezogen auf den dBr-Wert eines Meßpunktes gemessen, dann kennzeichnet man das Ergebnis durch das Kurzzeichen dBm0. Die „0" erklärt sich aus der Tatsache, daß diese Pegelangabe am 0-dBr-Punkt zugleich absolut ist. Die Pegelangaben in dBm0 orientieren sich an den Verhältnissen im Sprachkanal. 0 dBm0 treten nur kurzzeitig und statistisch auf; Langzeitmittelwerte und Pilotpegel liegen bei −10 . . . −20 dBm0.
Beispiel:
Der oben angeführte Wert von −32 dBm am −22-dBr-Punkt entspricht einem bezogenen Pegel von −10 dBm0. Diese −10 dBm0 treten dann auch an allen anderen Meßpunkten auf. Am 0-dBr-Punkt gilt insbesondere −10 dBm0 = −10 dBm. Daraus erklärt sich auch die Sprechweise „−10 dBm am Relativpegel 0".

dBmp:
Das p besagt, daß im Fernsprechkanal der gemessene Leistungspegel des Geräusches im Pegelmesser gehörrichtig, d. h. nach der CCITT-Psophometerkurve, bewertet wird (siehe Seite 87).

dBm0p:
Die zwei „Anhängsel" bedeuten, daß sich die bewertete Geräuschspannung auf den Systempunkt mit dem relativen Pegel 0 dBr bezieht.
Soll ein Geräuschpegel den Wert −50 dBm0p nicht überschreiten, so darf an dem Meßpunkt −40 dBr der gemessene Geräuschpegel nicht größer als
−50 dBm0p −40 dBr = −90 dBmp werden.

dBq:
Störspannungen im Tonrundfunkkanal werden nach der CCIR-Empfehlung 468-1 (1976) psophometrisch bewertet und unbewertet gemessen. Anstelle des Effektivwertes wird der Quasi-Spitzenwert angezeigt. Das „Anhängsel" q ist die Abkürzung für quasi; es kennzeichnet die Quasi-Spitzenwertgleichrichtung.

dBrnc:
Bei den Bell-Systemen wird in USA statt der CCITT-Psophometerkurve die C-Bewertungskurve verwendet. Die „Anhängsel" bedeuten: rn = reference noise, c = Bewertung nach der C-Kurve. Für die Umrechnung gilt:

$$\frac{p}{\text{dBrnc}} \approx \frac{p}{\text{dBmp}} + 90$$

Beispiel:
−51 dBmp ≙ ≈ 39 dBrnc

dBa:
In den USA ist auch noch die Bewertung nach der F1A-Kurve üblich. Das „Anhängsel" a bedeutet „adjusted". Für die Umrechnung gilt:

$$\frac{p}{\text{dBa}} \approx \frac{p}{\text{dBmp}} + 85$$

Beispiel:
−90 dBmp ≙ ≈ −5 dBa

Das Überlagerungsverfahren in der Meßtechnik

Sämtliche im Meßgerätekatalog genannten selektiven Spannungs- und Pegelmesser sowie die meisten Meß- und Pegelsender arbeiten nach dem Überlagerungsverfahren (Bild 2). Im Sender wird aus der Trägerfrequenz f_T und der Signalfrequenz f_S durch Mischung die Sendefrequenz f_A gebildet, wobei die konstante Signalfrequenz und die durchstimmbare Trägerfrequenz stets oberhalb der höchsten Sendefrequenz liegen. Bei der Mischung entstehende unerwünschte Mischprodukte werden durch einen Tiefpaß unterdrückt. Nur die gewünschte Differenzfrequenz, die Sendefrequenz $f_A = f_T - f_S$, gelangt an den Sendeausgang.
Im selektiven Meßempfänger wird die Empfangsfrequenz f_E im Mischer mit Hilfe der variablen Trägerfrequenz f_T auf eine konstante Zwischenfrequenz $f_{Z1} = f_T - f_E$ umgesetzt.

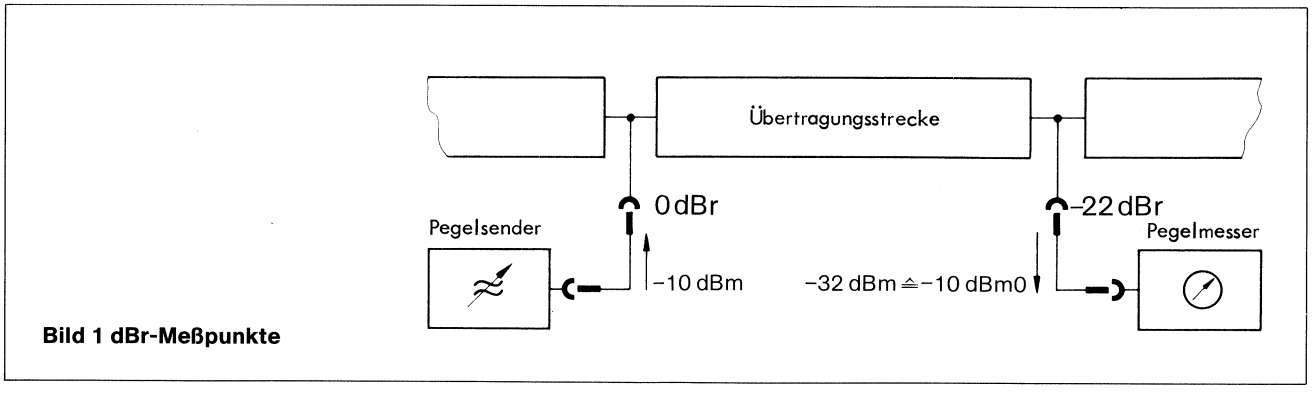


Bild 1 dBr-Meßpunkte

Ist die Zwischenfrequenz f_{Z1} des Empfängers gleich der konstanten Signalfrequenz f_S des Senders, so wird zur Abstimmung von Sender und Empfänger auf die gleiche Meßfrequenz $f_A = f_E$ auch die gleiche Trägerfrequenz f_T benötigt. Es ist damit möglich, z. B. den Trägeroszillator des Senders (Bild 2), durch den des Empfängers zu ersetzen. Dabei entfällt die zeitraubende und möglicherweise fehlerhafte Doppelabstimmung von Sender und Empfänger.
Ist derTrägeroszillator als eigenständiges Gerät ausgeführt, lassen sich besonders wirtschaftliche Gerätekombinationen zusammenstellen. Einige Meßplätze des W & G-Programmes bieten diese Möglichkeit (Bild 3).
Sollen Sender und Empfänger auf verschiedene Meßfrequenzen ($f_A \neq f_E$) abgestimmt werden (z. B. bei der Messung über Frequenzumsetzer), so ist je ein Trägeroszillator auf der Sende- und Empfangsseite erforderlich.

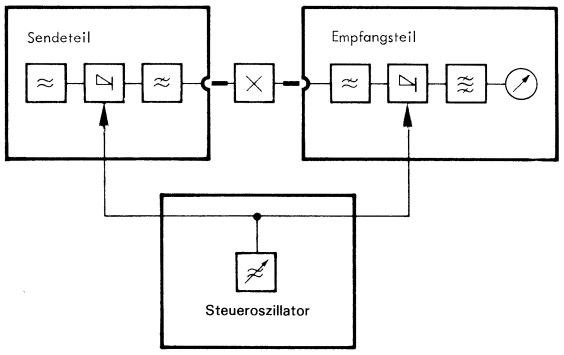


Bild 3 Prinzip eines Meßplatzes

Im allgemeinen ist es nicht möglich, bei der (hochliegenden) ersten Zwischenfrequenz f_{Z1} eines Pegelmessers die gewünschte Verstärkung und Selektion zu realisieren. Moderne Empfänger benutzen daher meist das Prinzip der Mehrfachumsetzung. Bei der letzten Zwischenfrequenz (von z. B. 10 kHz) arbeiten die notwendigen Verstärker und genauen Spannungsteiler sowie die Bandpaßfilter, welche die Selektionsbandbreite bestimmen (Bild 4). Die Bandbreite kann je nach Meßaufgabe z. B. 8 Hz bis 2,3 kHz betragen.
Die gleichgerichtete Zwischenfrequenzspannung ist ein Maß für den Empfangspegel. In bezug auf die Abstimmeinrichtungen bietet das Überlagerungsverfahren den Vorteil, daß sich die Frequenz des Trägeroszillators f_T relativ wenig ändern muß (z. B. um 1:2), während sich die Meßfrequenz $f_A = f_E = f_T - f_S$ z. B. im Verhältnis 1:10000 ändert. Dies ist vor allem von Vorteil, wenn die Meßgeräte in Wobbelmeßplätzen eingesetzt werden sollen.

Auf der Empfangsseite bietet das Überlagerungsverfahren den Vorteil, die Empfangsfrequenz f_E durch Abstimmen der Trägerfrequenz f_T kontinuierlich zu verändern. Damit sind selektive Spannungs- oder Pegelmessungen z. B. der verschiedenen Komponenten eines Frequenzspektrums bei konstanter Meßbandbreite möglich.

Die kleine Bandbreite des selektiven Pegelmessers hat den weiteren Vorteil, daß die Pegelmeßgenauigkeit auch bei der Messung sehr kleiner Signale nur in geringem Umfang durch Rauschen oder benachbarte Störspannungen beeinflußt werden kann.

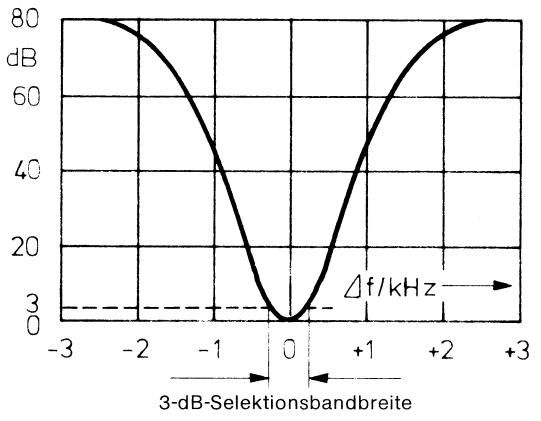


Bild 4 Selektionskurve

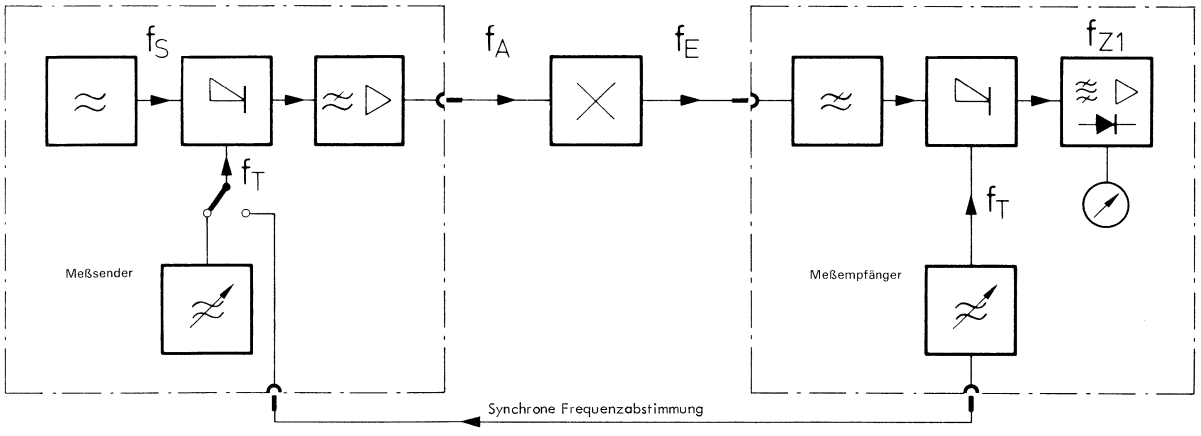


Bild 2 Prinzip des Überlagerungsverfahrens beim Pegelsender und selektiven Pegelmesser

Einfluß von Störspannungen

Der Einfluß von Störspannungen auf das Meßergebnis wird durch die Selektionskurve des Empfängers und die verwendete Gleichrichterschaltung bestimmt. In unseren selektiven Spannungs- und Pegelmessern werden zur Anzeige des Meßwertes die Mittelwert- und die Effektivwert-Gleichrichtung benutzt, wobei die Mittelwert-Gleichrichterschaltung mit dem Effektivwert einer sinusförmigen Spannung geeicht wurde.

Hat ein selektiver Spannungs- oder Pegelmesser eine Mittelwert-Gleichrichtung, so gilt für den Meßfehler, wenn die Störspannung U_{Neff} klein gegen die Meßspannung U_{Seff} ist,

$$\frac{\Delta\alpha}{\alpha} \approx 0{,}3 \left(\frac{U_{Neff}}{U_{Seff}}\right)^2$$

Anmerkung: Bei der Mittelwert-Gleichrichtung gilt die genannte Beziehung nur dann, wenn zwischen dem Meß- und Störsignal keine feste Phasenbeziehung besteht.

Hat der Empfänger eine Effektivwertgleichrichtung, so gilt für den Meßfehler

$$\frac{\Delta\alpha}{\alpha} \approx 0{,}5 \left(\frac{U_{Neff}}{U_{Seff}}\right)^2$$

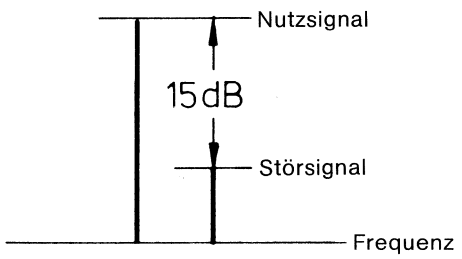


Bild 5 Nutz- und Störsignal bei einer selektiven Spannungs- und Pegelmessung

Beispiel:

Ein sinusförmiges Störsignal mit gleicher Amplitude wie das Meßsignal werde durch die Selektion des Bandpaßfilters (Bild 4) um 15 dB (Faktor 5,6) gedämpft (Bild 5). Hat der Meßempfänger eine Mittelwert-Gleichrichtung, so ist der Meßfehler $\Delta\alpha/\alpha \approx 1\% \triangleq 0{,}09$ dB.

Bei einer Effektivwert-Gleichrichtung ist der Meßfehler $\Delta\alpha/\alpha \approx 1{,}7\% \triangleq 0{,}15$ dB.

Untere Frequenzgrenze bei der selektiven Messung

In vielen Fällen lassen sich mit selektiven Meßgeräten noch Spannungen bzw. Pegel messen, deren Frequenzen unterhalb der garantierten unteren Empfangsfrequenz liegen. Als Beispiel wird der Pegelmesser SPM-3 (2 kHz bis 612 kHz und 120-Hz-Bandbreite) mit einer garantierten unteren Empfangsfrequenz von 2 kHz genannt. Je nach Exemplar sind noch selektive Pegelmessungen bis zu etwa 500 Hz möglich.

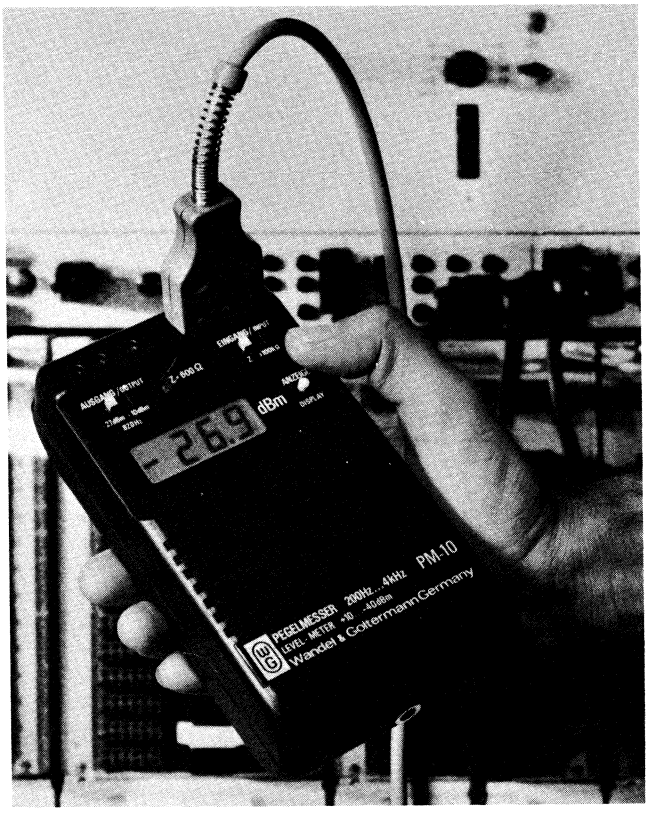
Bestimmt wird die untere Frequenzgrenze im wesentlichen durch

- den Dämpfungsverlauf der Selektionskurve,
- die Unsicherheit der Bandpaß-Mittenfrequenz,
- die unvermeidliche Unsymmetrie des Mischers, die eine Restspannung der Trägerfrequenz zur Folge hat.

Fortsetzung „Spannungs- und Pegelmeßtechnik".
Auf den Seiten 77 bis 88 wird über die Frequenzerzeugung und die Vielzahl der Meßverfahren mit Anwendungsbeispielen berichtet.

PM-10
Digitalpegelmesser

für den Frequenzbereich 200 Hz bis 4 kHz



- **Pegelmeßbereich −40 (−50) bis +10 dBm**
- **Flüssigkristall-Anzeige, Auflösung 0,1 dB**
- **Eingebauter 820-Hz-Sender mit zwei umschaltbaren Festpegeln**
- **Meßeingang gegen Gleichspannung und Rufspannungen geschützt**
- **Eingebaute Ni-Cd- oder Trockenbatterie**
- **Überwachung des Ladezustands der Batterie**
- **Kleine Abmessungen, robustes Gehäuse**

Anwendung und Eigenschaften

Der Digitalpegelmesser PM-10 ist für den Betriebsdienst an Fernsprech-Übertragungseinrichtungen konzipiert. Das handliche Gerät im „Taschenformat" ermöglicht dem Servicetechniker, auf einfache Weise Signalpegel zu überprüfen. Bei Frequenzen zwischen 200 Hz und 4 kHz wird ohne Umschaltung ein Pegelbereich von −50 bis +10 dBm erfaßt.

Besondere Merkmale sind das geringe Gewicht, die einfache Bedienung und die große, vorzeichenrichtige Ziffernanzeige mit einer Auflösung von 0,1 dB. Der Eingang, dessen Impedanz von 600 Ω auf hochohmig umgeschaltet werden kann, ist gegen Ruf- und Gleichspannungen geschützt.

Für Messungen an einer außer Betrieb befindlichen Strecke oder für Schleifenmessungen liefert der eingebaute Sender zwei umschaltbare Festpegel (−10 und −27 dBm) mit einer Frequenz von 820 Hz. Auf Kundenwunsch kann der Pegel −27 dBm auf einen beliebigen Wert zwischen −10 und −30 dBm umgerüstet werden. Ebenso ist die Sendefrequenz um ± 10% ihres Nennwertes 820 Hz veränderbar.

Der PM-10 ist mit einem robusten, unzerbrechlichen Gehäuse und je nach Wunsch mit Trockenbatterie oder aufladbarer Ni-Cd-Batterie ausgestattet. Um den Stromverbrauch möglichst gering zu halten, schaltet sich das Gerät nach ca. 5 Minuten Betriebszeit automatisch ab. Ist die Batterieladung bis auf zwei Stunden Betriebszeit ausgeschöpft, wird dies durch einen Warnpfeil angezeigt. Bei weiterem Absinken der Betriebsspannung schaltet das Gerät selbsttätig ab und läßt sich dann erst wieder nach Auswechseln oder Aufladen der Batterie einschalten.

Technische Daten des Digitalpegelmessers — PM-10

Folgende Daten gelten unter Nenngebrauchsbedingungen

Nenngebrauchsbedingungen

Batteriespannung	6 bis 9,5 V
Umgebungstemperatur	+5 bis +40 °C
Gerät noch verwendbar im Bereich	0 bis +55 °C
Impedanz	
Innenwiderstand des Prüflings = Innenwiderstand des PM-10 (Anpassung)	600 Ω[1]

Pegelmeßteil

Frequenzbereich	200 Hz bis 4 kHz
Pegelmeßbereich	
vorzeichenrichtige Ergebnisanzeige	−50 bis +10 dBm
Auflösung der Pegelanzeige	0,1 dB
Fehlergrenzen (einschließlich Frequenzgang- und Digitalfehler sowie Fehler durch Reflexion bei Anpassung)	
im Bereich −40 bis +10 dBm	±0,3 dB
zusätzlich im Bereich −50 bis −40 dBm	±0,4 dB
Eingang	symmetrisch, erdfrei
Eingangsimpedanz (in Reihe mit 10 µF)	600 Ω[1] ±0,5%
oder umschaltbar (in Reihe mit 0,2 µF)	ca. 100 kΩ ‖ 100 pF
Reflexionsdämpfung bei 820 Hz	≧30 dB[4]
Betriebsunsymmetriedämpfung 200 Hz bis 4 kHz	≧46 dB
zulässige Eingangsgleichspannung	≦ 100 V
kurzzeitig zulässige Rufspannungen (Effektivwert, 25 oder 50 Hz, 10 s Dauer)	≦ 90 V
zulässige Gleichspannung gegenüber Erde	≦ 100 V

Sendeteil

Sendepegel, umschaltbar	−10 oder −27 dBm[3]
Fehlergrenzen	±≦0,1 dB
Klirrdämpfung a_{k2}, a_{k3} bei 600 Ω Last[1]	≧40 dB
Sendefrequenz	820 Hz[2] ± 1%
Ausgang	symmetrisch, erdfrei
Ausgangsimpedanz (in Reihe mit 3,3 µF)	600 Ω[1] ±0,5%
Reflexionsdämpfung bei 820 Hz	≧24 dB
Betriebsunsymmetriedämpfung bei 820 Hz	≧46 dB
zulässige Gleichspannung am Ausgang	≦ 100 V
kurzzeitig zulässige Rufspannungen (Effektivwert, 25 oder 50 Hz, 10 s Dauer)	≦ 90 V
zulässige Gleichspannung gegenüber Erde	≦ 100 V

Stromversorgung

Eingebaute, auswechselbare Ni-Cd- oder Trockenbatterie	9 V IEC 6 F 22
Empfohlener Typ für Trockenbatterie	z. B. MALLORY MN 1604
Akku	z. B. DEAC Tr 7/8
getrenntes Ladegerät, z. B. Varta GE 8,4/0,009 ix oder Feinelectric 521 01 000, 6968 Walldürn-Altheim	
Automatisches Abschalten der Stromversorgung	nach ca. 5 Minuten
Betriebszeit (ununterbrochen) für Trockenbatterie, je nach Typ	bis 100 Stunden
für Ni-Cd-Akku	ca. 20 Stunden
Der PM-10 ist noch bei 6 V betriebsfähig	

Allgemeine Daten

Umgebungstemperatur bei Lagerung und Transport	−20 bis + 60 °C
Stromaufnahme	ca. 5 mA
Buchsen für Sender und Empfänger	3polige TF-Buchsen
Pegelanzeige	3stellig
Ziffernhöhe	ca. 13 mm
Abmessungen, b x h x t in mm	90 x 42 x 160
Gewicht (ohne Batterie)	0,4 kg
(mit Batterie)	0,5 kg

Bestellangaben

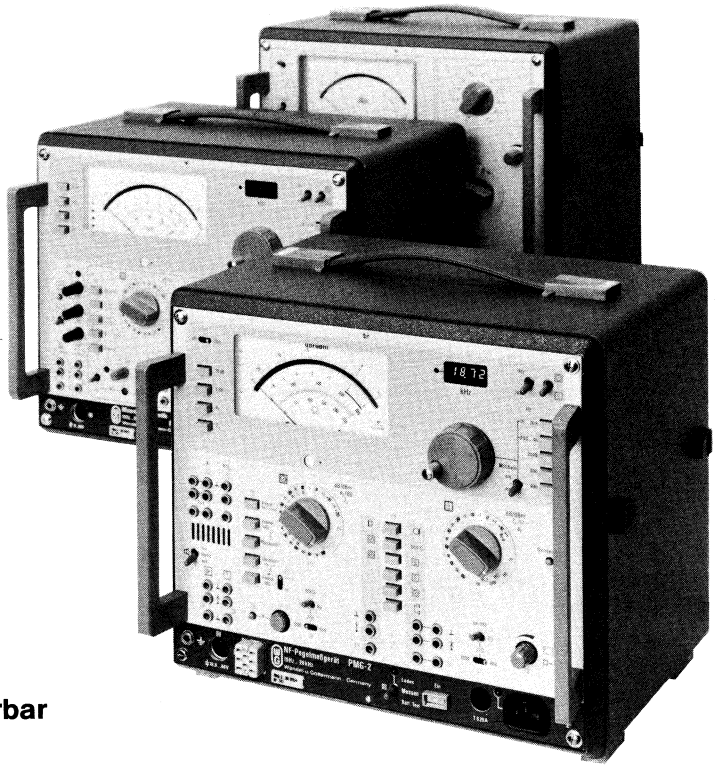
Digitalpegelmesser PM-10	BN 820
Andere Impedanzen und Sendepegel auf Anfrage	
Zubehör (gegen Aufpreis): Batterie, Ladegerät, Trageschleife	

1) Impedanzen > 600 Ω bis 1200 Ω im Werk umrüstbar
2) Nennwert 820 Hz im Werk zwischen 750 und 900 Hz veränderbar (1020 Hz ebenfalls möglich)
3) Auf Wunsch kann der Sendepegel −27 dBm ab Werk auf einen anderen Wert im Bereich −10 bis −30 dBm gelegt werden.
4) Für von 820 Hz abweichende Frequenzen ist die Reflexionsdämpfung durch die Reihenschaltung des Eingangswiderstandes mit dem Schutzkondensator von 10 µF bestimmt.

Vorläufiges Datenblatt

PMG-2
NF-Meßgerät

für den Frequenzbereich 15 Hz bis 20 kHz



- **Sender und Empfänger in einem Gerät**
- **Sender mit Festfrequenzen und kontinuierlicher Frequenzeinstellung**
- **Breitbandiger Empfänger mit echtem Effektivwertgleichrichter**
- **Eingebaute Filter und Meßzusätze**
- **Netz- und Batteriebetrieb**
- **Kompakt, handlich und leicht transportierbar**
- **Verschiedene Ausführungen**

Anwendung und Eigenschaften

Das NF-Meßgerät PMG-2 eignet sich für Pegelmessungen im Frequenzbereich von 15 Hz bis 20 kHz. Eingebaute Filter ermöglichen bewertete und unbewertete Geräuschspannungsmessungen nach CCITT-Empfehlung P. 53 bzw. CCIR-Empfehlung 468-1. Meßzusätze zur Ermittlung von Scheinwiderstand, Fehlerdämpfung und Wählzeichenverzerrung erweitern die Anwendungsmöglichkeiten des PMG-2.

Das kompakte und handliche Meßgerät besteht aus einem Sende- und einem Empfangsteil mit symmetrischen Aus- und Eingängen. An einem großen Zeigerinstrument wird je nach Wahl entweder der gesendete oder der empfangene Pegel angezeigt. Der Empfänger hat einen echten Effektivwertgleichrichter und mißt damit unabhängig von der Kurvenform des ankommenden Signals.

Alle Bedienungselemente und Anschlußbuchsen sind auf der Frontseite leicht zugänglich angeordnet. Das Meßgerät ist gut geschützt in einem geschlossenen Gehäuse untergebracht. Ein Transportschutzdeckel für die Frontseite wird mitgeliefert.

Neben dem Netzteil hat das PMG-2 eine eingebaute aufladbare Batterie. Zusätzlich ist der Anschluß einer externen Batterie möglich.

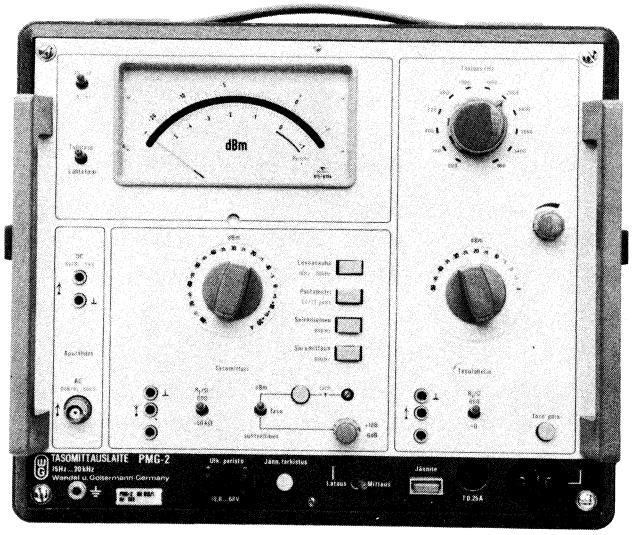
Für die individuellen Erfordernisse ist das PMG-2 in verschiedenen Ausführungen lieferbar, die sich hauptsächlich in der Art der Frequenzeinstellung, den Eigenschaften der Filter und den Meßzusätzen unterscheiden. Die einzelnen Ausführungen, über die nachfolgende Tabelle einen Überblick gibt, sind durch die Bestellnummer BN 815 und zusätzliche Ziffern gekennzeichnet.

Die Merkmale der verschiedenen Ausführungen des PMG-2			BN 815/1	BN 815/2	BN 815/4	BN 815/5
Sendeteil	Frequenzeinstellung	Festfrequenzen	●	●	●	●
		kontinuierlich		●	●	●
		wobbelbar intern			●	●
		wobbelbar extern		●		
	Anzeige der Sendefrequenz durch Zähler			●	●	●
	Pegeleinstellung	in 5-dB-Schritten	●	●	●	●
		in 1-dB-Schritten		●		
		zusätzlich stetig	●	●	●	●
Empfangsteil	Frequenzbereich breitbandig		●	●	●	●
	Anzeige der Empfangsfrequenz durch Zähler			●	●	●
	Pegelmeßbereich in 5-dB-Schritten einstellbar		●	●	●	●
	Filter für Geräuschspannungsmessungen					
	bei Fernsprechen nach CCITT P. 53		●	●	●	●
	bei Tonprogramm nach CCIR 468-1					●
	Filter für selektive Messungen		●	●		
	Filter für Klirrdämpfungsmessungen		●			
	Filter für Messungen der Quantisierungsverzerrung					
	bei PCM-Übertragung			●		
Meßzusätze	Scheinwiderstandsmessung			●	●	●
	Wählzeichenverzerrungsmessung			●		
	Fehlerdämpfungsmessung				●	●
	Sprech- und Mithöreinrichtung				●	●

Technische Einzelheiten der verschiedenen Ausführungen des NF-Meßgeräts PMG-2

Ausführung BN 815/1

- **Frequenzbereich des Empfängers 15 Hz bis 20 kHz**
- **11 feste Sendefrequenzen**
- **Leistungspegeleichung für Sender und Empfänger**
- **5-dB-gestufte Meßbereichsumschalter**
- **Zwei Pegelskalen 20 dB und 5 dB**
- **Relativpegeleinstellmöglichkeit**
- **Gleich- und Wechselspannungsausgang**
- **Filter für Geräuschspannungsmessungen bei Fernsprechen nach CCITT P. 53, für selektive Messungen und für Klirrdämpfungsmessungen**



Sendeteil
Die festen Sendefrequenzen zwischen 300 Hz und 3400 Hz werden an einem Drehschalter eingestellt, was eine rasche Frequenzwahl ermöglicht.
Der Sendepegel ist in 5-dB-Stufen wählbar und zusätzlich kontinuierlich einstellbar. Nach Betätigen eines Kippschalters kann er am Empfängerinstrument angezeigt werden. Die Austastung des Sendesignals ist möglich. Der Innenwiderstand des Senderausgangs ändert sich dabei nicht.
Die Belastbarkeit des Senderausgangs ist für den Betrieb an Teilnehmerleitungen mit Gleichstrom-Halteschleife ausgelegt.

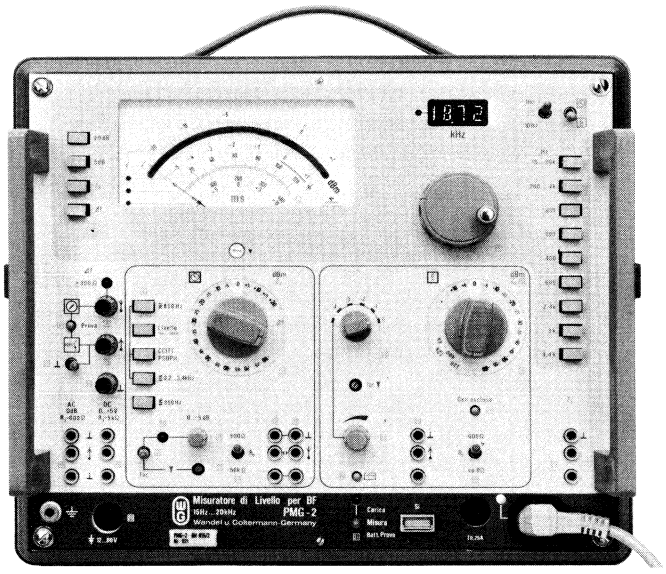
Empfangsteil
Der Empfänger ist breitbandig (15 Hz bis 20 kHz). Er kann mit einem internen Eichsignal geeicht werden. Außerdem ist für Relativpegelmessungen die Verstärkung im Bereich –5 dB bis 0 dB veränderbar.

Für die Anzeige des Empfangs- bzw. Sendepegels hat das Gerät zwei umschaltbare Skalenbereiche mit 20 dB und 5 dB Skalenumfang. Eine Leuchtdiode zeigt die jeweils eingestellte Skala an.
Der Eingang des Empfängers ist erdfrei und symmetrisch und kann zwischen 600 Ω und hochohmig umgeschaltet werden. Er ist für den Betrieb an Teilnehmerleitungen mit Gleichstrom-Halteschleife ausgelegt.

Filterbestückung
Diese Ausführung hat ein Filter für bewertete Geräuschspannungsmessungen für Fernsprechen nach CCITT-Empfehlung P. 53.
Für selektive Messungen bei 800 Hz ist ein 800-Hz-Bandpass und für Klirrdämpfungsmessungen bei 800 Hz Grundwelle ein Bandpaß 1600 Hz bis 3200 Hz eingebaut.

Ausführung BN 815/2

- **Frequenzbereich 15 Hz bis 20 kHz**
- **Sendefrequenz bis 4 kHz extern wobbelbar**
- **7 Festfrequenzen über Drucktasten einstellbar**
- **Zähleranzeige für Sende- und Empfangsfrequenz**
- **Feinstufige und kontinuierliche Sendepegeleinstellung**
- **5-dB-gestufte Meßbereichsumschalter**
- **Einschaltbare kontinuierliche Relativpegeleinstellung**
- **Leistungspegeleichung für Sender und Empfänger**
- **Schreiberausgang für Frequenz und Pegel**
- **Meßeinrichtung für Scheinwiderstand und Wählzeichenverzerrung**
- **Filter für Geräuschspannungsmessungen bei Fernsprechen nach CCITT P. 53, für Messungen der Quantisierungsverzerrung bei PCM-Übertragung sowie für selektive Messungen**



Sendeteil
Die Abstimmung der festen Sendefrequenzen mit Drucktasten ermöglicht eine rasche Frequenzeinstellung im Bereich eines Fernsprechkanals. Darüber hinaus können mit der kontinuierlichen Frequenzabstimmung beliebige Meßfrequenzen im Fernsprech- und Tonkanal angewählt werden.
Die Frequenz wird dabei jeweils in einem Bereich ohne Umschaltung eingestellt und von einem Zähler angezeigt, wobei die Wahl zwischen Sende- und Empfangsfrequenzanzeige besteht. Der Sender ist bis 4 kHz durch eine externe Steuerspannung wobbelbar.
Mit einem Drehschalter kann der Sendepegel in 5-dB-Stufen und zusätzlich in 1-dB-Stufen eingestellt werden. Zwischen den 5-dB-Stufen ist außerdem eine kontinuierliche Pegeleinstellung möglich. Der Sendepegel ist bei Betätigung einer Drucktaste auf dem Empfängerinstrument ablesbar.
Die Austastung des Sendesignals ist mit einer Drucktaste möglich. Der Innenwiderstand des Senderausgangs ändert sich dabei nicht. Der Senderausgang ist erdfrei und symmetrisch. Die Belastbarkeit des Senderausgangs gestattet den Betrieb an Teilnehmerleitungen mit Gleichstrom-Halteschleife.

Empfangsteil
Der Empfangsteil arbeitet als Breitbandempfänger. Die Eingangsempfindlichkeit wird mit dem Meßbereichsschalter in 5-dB-Schritten dem Meßsignal angepaßt. Für die Pegelanzeige besitzt das Anzeigeinstrument zwei umschaltbare Skalenbereiche mit 20 dB und 5 dB Skalenumfang. Der jeweils gültige Bereich ist durch eine Leuchtdiode gekennzeichnet.
Das Gerät kann mit einem internen Eichsignal geeicht werden. Zusätzlich ist eine Verstärkungsvariation von ca. 6 dB für Relativpegelmessungen möglich. Um Meßfehler durch einen falschen Bezugspegel zu vermeiden, leuchtet bei Relativpegeleinstellung eine Leuchtdiode auf.
Der Meßeingang des Empfängers ist erdfrei und symmetrisch, sein Eingangswiderstand kann zwischen 600 Ω und hochohmig (≙ 50 kΩ) umgeschaltet werden. Damit sind auch genaue, hochohmige Messungen an abgeschlossenen Systemen möglich. Der Empfänger läßt sich auch an Teilnehmerleitungen mit Gleichstrom-Halteschleife betreiben.
Ein durch einen Kondensator vom Meßeingang abgetrennter Eingang ermöglicht die Messung von Geräuschspannungen, die evtl. der Versorgungsspannung von Fernsprecheinrichtungen überlagert sein können.

Für den Anschluß eines Schreibers besitzt das Gerät je einen X- und Y-Ausgang, deren Ausgangsgleichspannung proportional der Empfangsfrequenz (bis 4 kHz) bzw. proportional der Empfangspegelanzeige ist.

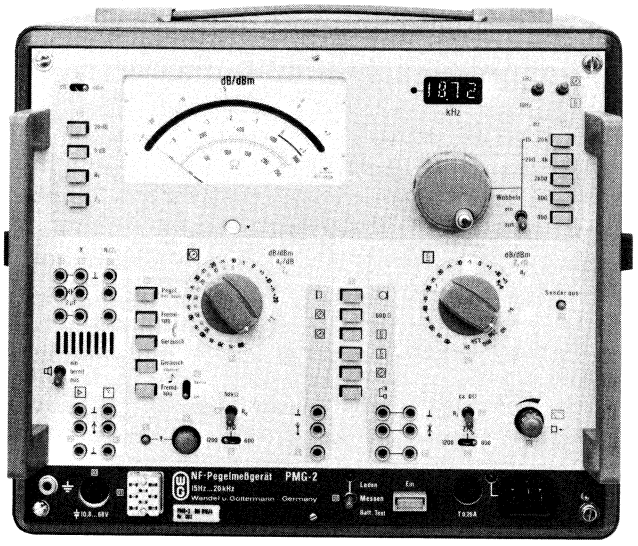
Filterbestückung
Das Gerät ist mit einem Psophometerfilter bestückt, das bewertete Geräuschspannungsmessungen bei Fernsprechen nach CCITT-Empfehlung P. 53 ermöglicht.
Außerdem hat diese Ausführung Filter für die Quantisierungsverzerrungsmessung. Diese Ausrüstung besteht aus einer 850-Hz-Bandsperre, einem 4-kHz-Kanalfilter und einem 850-Hz-Bandpaß.
Für die Quantisierungsverzerrungsmessung an PCM-Kanälen nach dem Sinuston-Verfahren wird entweder das 4-kHz-Kanalfilter oder das Psophometerfilter in Reihe zu der 850-Hz-Bandsperre betrieben. Diese hat die Aufgabe, das zur Aussteuerung des PCM-Kanals benutzte 850-Hz-Sinussignal zu sperren. Mit den nachgeschalteten Filtern wird das Quantisierungsgeräusch entweder unbewertet (mit dem 4-kHz-Kanalfilter) oder bewertet (mit dem CCITT-Psophometerfilter) erfaßt.
Der 850-Hz-Bandpaß wird für Selektivmessungen bei 850 Hz (z. B. für Nebensprechmessungen) verwendet.

Scheinwiderstandsmeßeinrichtung
Bei Scheinwiderstandsmessungen speist der Sender den Prüfling Z_x über einen hohen Vorwiderstand, also mit eingeprägtem Strom. Der an Z_x entstehende Spannungsabfall ist proportional dem Scheinwiderstand des Prüflings. Der Spannungsabfall wird von dem Empfänger hochohmig gemessen und auf dem Anzeigeninstrument direkt in Ohm angezeigt.

Wählzeichenverzerrungsmeßeinrichtung
Die Einrichtung setzt sich zusammen aus einem Wählzeichengenerator und einem Wählzeichenempfänger. Der Wählzeichengenerator besteht aus einem 10-Hz-Generator und einem Relais, dessen Kontakte an Ausgangsbuchsen geführt sind. Das Relais wird im 10-Hz-Rhythmus geschaltet. Die Öffnungs- und Schließzeit ist gleich lang.
Die zeitliche Abweichung des Rechtecksignals vom Tastverhältnis 1 : 1 wird vom Wählzeichenempfänger erfaßt und als Wählzeichenverzerrung in ms angezeigt.

Ausführung BN 815/4 und BN 815/5

- **Frequenzbereich 15 Hz bis 20 kHz**
- **3 Festfrequenzen über Drucktasten wählbar**
- **Sendefrequenz wobbelbar**
- **Zähleranzeige für Sende- oder Empfangsfrequenz**
- **Spannungs- und Leistungspegel-Eichung**
- **5-dB-gestufte Meßbereichsumschalter**
- **Meßeinrichtung für Fehlerdämpfung (Reflexionsdämpfung) und Scheinwiderstand**
- **Eingebaute Sprecheinrichtung mit Anruf der Gegenstelle über Lautsprecher**
- **Ausführung BN 815/4 mit Filter für Geräuschspannungsmessungen für Fernsprechen nach CCITT P. 53**
- **Ausführung BN 815/5 mit zusätzlichem Filter für Geräuschspannungsmessungen für Tonprogramme mit Quasi-Spitzenwertgleichrichtung nach CCIR 468-1**



Sendeteil
Der Sender besitzt zwei kontinuierlich durchstimmbare Frequenzbereiche für den Sprachkanal und den Tonkanal. Drei Festfrequenz-Tasten ermöglichen die schnelle Abstimmung auf 3 Frequenzen im Sprachkanal.
Die umschaltbare, 4stellige digitale Frequenzanzeige zeigt entweder die am Sender eingestellte Frequenz oder die Frequenz der vom Empfänger gemessenen Spannung an.
Die Ausgangsspannung des Senders wird am Bereichsschalter in 5-dB-Stufen eingestellt, ein zusätzliches Potentiometer ermöglicht die kontinuierliche Einstellung von Zwischenwerten. Durch Drücken des Potentiometerdrehknopfes wird die Anzeige des Sendepegels eingeschaltet. Durch Betätigen einer Drucktaste kann der Sender ausgetastet werden.
Der Ausgang des Senders ist symmetrisch. Die Belastbarkeit des Senderausgangs gestattet den Betrieb an Teilnehmerleitungen mit Gleichstrom-Halteschleife.
Das Sendesignal kann mit exponentiell verlaufender Frequenzänderungsgeschwindigkeit gewobbelt werden.

Empfangsteil
Der Empfangsteil arbeitet als Breitbandempfänger. Die Eingangsempfindlichkeit wird mit dem Meßbereichsschalter in 5-dB-Schritten dem Meßsignal angepaßt. Für die Pegelanzeige besitzt das Anzeigeinstrument zwei umschaltbare Skalenbereiche mit 20 dB und 5 dB Skalenumfang. Der jeweils gültige Bereich ist durch eine Leuchtdiode gekennzeichnet.
Geeicht wird der Empfänger mit einem internen 800-Hz-Referenzpegel. Die am Frequenzzähler angezeigte Frequenz der vom Empfänger gemessenen Spannung ist bei Frequenzgangmessungen über Strecke von großem Vorteil, da am Empfangsort der gemessene Pegel und die zugehörige Frequenz gleichzeitig angezeigt werden.
Der Empfängereingang ist symmetrisch, sein Eingangswiderstand kann zwischen 600 Ω, 1200 Ω und hochohmig umgeschaltet werden. Damit sind auch genaue, hochohmige Messungen an abgeschlossenen Systemen möglich. Der Empfänger läßt sich auch an Teilnehmerleitungen mit Gleichstrom-Halteschleife betreiben.

Filterbestückung
Die Ausführung BN 815/4 enthält Filter für bewertete und unbewertete Geräuschspannungsmessungen für Fernsprechen nach CCITT-Empfehlung P. 53.

In der Ausführung BN 815/5 ist das Gerät zusätzlich mit Filtern für bewertete und unbewertete Geräuschspannungsmessungen für Tonprogramme nach CCIR-Empfehlung 468-1 ausgerüstet. Für diese Messungen wird anstelle des Effektivwertgleichrichters ein Quasi-Spitzenwertgleichrichter eingeschaltet.

Sprecheinrichtung
Mit dem anschließbaren Handapparat (mit Sprech- und Hörkapsel) und dem eingebauten Lautsprecher sind folgende Funktionen über Zweidraht- und Vierdrahtleitungen möglich:
Sprechverkehr mit der Gegenstelle über die Meßleitung,
Anruf der Gegenstelle über Lautsprecher,
Akustische Beurteilung der empfangenen Meßspannung (z. B. Störgeräusche) mit Lautsprecher oder Hörkapsel.
In der Betriebsart „bereit" des Lautsprechers sorgt eine Spracherkennungseinrichtung dafür, daß der Lautsprecher nur bei ankommenden Sprachsignalen eingeschaltet wird. Frequenzkonstante Meßsignale sind nicht zu hören und stören deshalb bei der Messung nicht. Die Anrufmöglichkeit besteht bei Zwei-Draht-Messungen sowohl bei Empfangs- als auch bei Sendebetrieb.

Anschlußfeld
Die Ausgangsbuchse des Senders und die Eingangsbuchse des Empfängers sind gemeinsam mit einem Drucktastenaggregat zu einem Anschlußfeld zusammengefaßt. Es ist dadurch möglich, wahlweise den Sender oder den Empfänger auf eine Buchse zu schalten, so daß bei Messungen an Zweidrahtleitungen ohne Umstecker der Meßleitungen von Senden auf Empfangen und umgekehrt gewechselt werden kann.

Scheinwiderstandsmeßeinrichtung
Der Sender speist den Prüfling Z_x über einen hohen Vorwiderstand. Der an Z_x entstehende Spannungsabfall ist proportional dem Scheinwiderstand des Prüflings. Der Spannungsabfall wird von dem Empfänger hochohmig gemessen und auf dem Anzeigeinstrument direkt in Ohm angezeigt.

Fehlerdämpfungsmeßeinrichtung
Die Messung wird nach dem Prinzip der Wheatstone'schen Brücke durchgeführt. Die Fehlerdämpfung a_F wird am Empfänger direkt in dB angezeigt.

Ausführung BN 815/1

Sendefrequenz

Frequenzeinstellung

Festfrequenzen, mit Schalter wählbar . . . . . 800, 300, 400, 600, 800, 1000, 1400, 2000, 2400, 3000, 3400 und 900 Hz

Fehlergrenzen . . . . . ± 2%

Sendepegel

Einstellbereich . . . . . −55 bis +6 dBm
umschaltbar in 5-dB- Stufen . . . . . −50 bis +5 dBm
zusätzlich −4 dBm
stetig einstellbar . . . . . −5 bis +1 dB
Anzeige des Sendepegels . . . . . am Empfängerinstrument

Fehlergrenzen des Sendepegels

Frequenz	Temperatur	Ausgangspegel	Anzeige	Fehlergrenzen $R_i = R_a =$ 600 Ω	Fehlergrenzen $R_i = 0$, $R_a \geqq 300\ \Omega$
800 Hz	+15 bis +35 °C −10 bis +55 °C	0 u. −4 dBm	0 dB	± 0,1 dB ± 0,2 dB	± 0,4 dB
300 Hz bis 3400 Hz	+15 bis +35 °C −10 bis +55 °C	−55 bis +6 dBm	5-dB-Skala	± 0,2 dB ± 0,4 dB	± 0,4 dB ± 0,6 dB
300 Hz bis 3400 Hz bezogen auf 800 Hz	−10 bis +55 °C	−55 bis +6 dBm	5- u. 20-dB-Skala	± 0,1 dB	± 0,1 dB

Sendepegelausgang

erdfrei, symmetrisch . . . . . 3pol. TF-Buchse
Innenwiderstand, umschaltbar . . . . . 0 (≦ 4 Ω) und 600 Ω
Betriebsunsymmetriedämpfung . . . . . ≧ 40 dB
Gleichstrombelastung bei R_i = 0 und 600 Ω . . . . . ≦ 60 mA

Klirrdämpfung

bei Festfrequenz 800 Hz und $R_a \geqq 300\ \Omega$ . . . . . ≧ 60 dB
bei allen anderen Festfrequenzen und $R_a \geqq 300\ \Omega$ . . . . . ≧ 46 dB

Empfangsfrequenz

Frequenzbereich . . . . . 15 Hz bis 20 kHz

Pegel

Pegelmeßbereiche für 0-dB-Instrumentenanzeige
umschaltbar in 5-dB-Stufen . . . . . −80, −75, −70, ..., +20 dBm
zusätzlich −4 dBm

Instrumentenskalen, umschaltbar . . . . . −20 bis +2 dB und −5 bis +1 dB

Fehlergrenzen der Empfangspegelanzeige (nach Eichung)

Frequenz	Temperatur	Meßbereich	Anzeige	Fehlergrenzen $R_q = R_e =$ 600 Ω	Fehlergrenzen $R_q \leqq 300\ \Omega$ R_e = 50 kΩ
800 Hz	+15 bis +35 °C −10 bis +55 °C	0 u. −4 dBm	5-dB-Skala	± 0,15 dB ± 0,25 dB	± 0,2 dB
200 Hz bis 4 kHz	+15 bis +35 °C −10 bis +55 °C	−50 bis +20 dBm −80 bis +20 dBm	5-dB-Skala −10 bis +2 dB	± 0,25 dB ± 0,5 dB	± 0,3 dB
15 Hz bis 20 kHz	+15 bis +35 °C −10 bis +55 °C	−50 bis +20 dBm −80 bis +20 dBm	5-dB-Skala −10 bis +2 dB	± 0,3 dB ± 0,6 dB	± 0,4 dB
200 Hz bis 4 kHz bezogen auf 800 Hz	−10 bis +55 °C	−80 bis +20 dBm	−10 bis +2 dB	± 0,1 dB	
15 Hz bis 20 kHz bezogen auf 800 Hz				± 0,2 dB	

Meßgleichrichter . . . . . echter Effektivwertgleichrichter
Spitzenfaktor . . . . . ≦ 5

Eichung

Leistungspegel . . . . . 0 dBm ≙ 1 mW in 600 Ω

Einstellung durch Schraubendreher-Potentiometer mit Hilfe eines Eichpegels aus dem Sendegenerator, der automatisch auf die Eichfrequenz umgeschaltet wird.
Eichfrequenz bei Pegelmessung, Psophometerfilter und 800-Hz-Bandpaß . . . . 800 Hz
Eichfrequenz bei Klirrmessung . . . . . 2400 Hz

umschaltbar auf Verstärkungseinstellung im Bereich . . . . . −5 bis 0 dB

Filter

Psophometer-Filter . . . . . entsprechend CCITT Rec. P. 53 A

800-Hz-Bandpaß
Dämpfung im Durchlaßbereich (800 ± 30) Hz . . . . . ≦ 1 dB
3-dB-Bandbreite . . . . . ca. 200 Hz
Dämpfung im Sperrbereich ≦ 450 Hz und ≧ 1500 Hz . . . . . ≧ 40 dB
≦ 50 Hz und ≧ 10 kHz . . . . . ≧ 60 dB

Filter für Klirrmessung
Dämpfung bei (800 ± 30) Hz . . . . . ≧ 60 dB
Dämpfung im Durchlaßbereich 1600 bis 3200 Hz . . . . . ≦ ± 0,2 dB
Dämpfung im Bereich 200 bis 750 Hz . . . . . ≧ 40 dB
im Bereich 4000 bis 8000 Hz . . . . . ≧ 10 dB
bei 8000 Hz . . . . . ≧ 60 dB

Meßeingang

erdfrei, symmetrisch . . . . . 3pol. TF-Buchse
Eingangswiderstand, umschaltbar . . . . . 600 Ω und ≧ 50 kΩ
Betriebsunsymmetriedämpfung . . . . . ≧ 40 dB
mit Psophometerfilter . . . . . entsprechend CCITT Rec. P. 53 A
Gleichstrombelastung bei R_e = 600 Ω . . . . . ≦ 60 mA
Gleichspannungsbelastung bei R_e = 50 kΩ . . . . . ≦ 100 V

Ausgänge

Wechselspannungsausgang (Verstärkerausgang), kurzschlußfest, BNC-Buchse, 600 Ω
Leerlaufpegel bei 0-dB-Instrumentenanzeige . . . . . 0 dB

Gleichspannungsausgang proportional zur Instrumentenanzeige, kurzschlußfest, 5 kΩ
Leerlaufspannung bei Instrumentenvollausschlag . . . . . +5 V

Ausführung BN 815/2

Sendefrequenz

Frequenzeinstellung
kontinuierlich einstellbar . . . . . 15 Hz bis 20 kHz
200 Hz bis 4 kHz

durch externe Wobbel-Steuerspannung
von +15 mV bis +4 V (1 Hz/mV) . . . . . 15 Hz bis 4 kHz
Wobbel-Eingang, R_i = 600 Ω . . . . . 3pol. TF-Buchse

Festfrequenzen . . . . . 850, 300, 400, 600, 2400, 3000 und 3400 Hz
Fehlergrenzen der Festfrequenz 850 Hz . . . . . ± 1%
aller anderen Festfrequenzen . . . . . ± 3%

Frequenzanzeige . . . . . 4stelliger digitaler Frequenzzähler mit Quarzzeitbasis (umschaltbar auf Empfangsfrequenz)
Auflösung, umschaltbar . . . . . 10 Hz, 1 Hz
Überlaufanzeige bei Auflösung 1 Hz . . . . . durch Leuchtdiode
Fehlergrenzen der Frequenzanzeige . . . . . $\pm 2 \cdot 10^{-4} \pm 1$ digit

Sendepegel

Einstellbereich . . . . . −65 bis +11 dBm
umschaltbar in 5-dB-Schritten . . . . . −60 bis +10 dBm
umschaltbar in 1-dB-Schritten . . . . . −4 bis 0 dB
stetig einstellbar . . . . . −5 bis +1 dB

Anzeige des Sendepegels . . . . . am Empfängerinstrument

Fehlergrenzen des Sendepegels

Frequenz	Temperatur	Ausgangspegel	Anzeige	Fehlergrenzen $R_i = R_a =$ 600 Ω	Fehlergrenzen $R_i = 0$, $R_a \geqq 300\ \Omega$
850 Hz	+15 bis +35 °C 0 bis +55 °C	0 dBm	0 dB	±0,1 dB ±0,2 dB	±0,4 dB
200 Hz bis 4 kHz	+15 bis +35 °C 0 bis +55 °C	−65 bis +11 dBm	5-dB-Skala	±0,2 dB ±0,3 dB	±0,4 dB ±0,5 dB
15 Hz bis 20 kHz	+15 bis +35 °C 0 bis +55 °C	−65 bis +11 dBm	5-dB-Skala	±0,4 dB ±0,5 dB	±0,6 dB ±0,7 dB
200 Hz bis 4 kHz bezogen auf 850 Hz	0 bis +55 °C	−65 bis +11 dBm	−10 bis +2 dB	±0,1 dB	
15 Hz bis 20 kHz bezogen auf 850 Hz				±0,2 dB	

Sendepegelausgang

erdfrei, symmetrisch . . . . . 3pol. TF-Buchse
Innenwiderstand, umschaltbar . . . . . 0 (≦4 Ω), 600 Ω
Betriebsunsymmetriedämpfung bei Sendepegel ≧ −25 dBm . . . . . ≧40 dB
Gleichstrombelastung bei R_i = 0 und 600 Ω . . . . . ≦60 mA

Klirrdämpfung

bei Festfrequenz 850 Hz . . . . . ≧60 dB
im Frequenzbereich 30 Hz bis 20 kHz . . . . . ≧46 dB

Empfangsfrequenz

Frequenzbereich . . . . . 15 Hz bis 20 kHz
Anzeige der Empfangsfrequenz . . . . . durch Frequenzzähler

Pegel

Pegelmeßbereiche für 0-dB-Instrumentenanzeige
umschaltbar in 5-dB-Stufen . . . . . −80, −75, −70, . . ., +20 dBm
Instrumentenskalen, umschaltbar . . . . . −20 bis +2 dB und −5 bis +1 dB

Fehlergrenzen der Empfangspegelanzeige (nach Eichung)

Frequenz	Temperatur	Meßbereich	Anzeige	Fehlergrenzen $R_q = R_e =$ 600 Ω	Fehlergrenzen $R_q \leqq 300\ \Omega$ $R_e = 50\ k\Omega$
850 Hz	+15 bis +35 °C 0 bis +55 °C	0 dBm	5-dB-Skala	±0,15 dB	±0,2 dB ±0,25 dB
200 Hz bis 4 kHz	+15 bis +35 °C 0 bis +55 °C	−80 bis +20 dBm	5-dB-Skala −10 bis +2 dB	±0,25 dB	±0,35 dB ±0,5 dB
15 Hz bis 20 kHz	+15 bis +35 °C 0 bis +55 °C	−80 bis +20 dBm	5-dB-Skala −10 bis +2 dB	±0,4 dB	±0,5 dB ±0,6 dB
200 Hz bis 4 kHz bezogen auf 850 Hz	0 bis +55 °C	−80 bis +20 dBm	−10 bis +2 dB	±0,1 dB	
15 Hz bis 20 kHz bezogen auf 850 Hz				±0,2 dB	

Meßgleichrichter . . . . . echter Effektivwertgleichrichter
Spitzenfaktor . . . . . ≦5

Eichung

Leistungspegel . . . . . 0 dBm ≙ 1 mW in 600 Ω
Einstellen durch Schraubendreher-Potentiometer mit Hilfe eines Eichpegels aus dem Sendegenerator, der automatisch auf die Eichfrequenz umgeschaltet wird
Eichfrequenz bei Pegelmessung und Psophometerfilter . . . . . 800 Hz
bei 4-kHz-Kanalfilter und 850-Hz-Bandpaß . . . . . 850 Hz

umschaltbar auf Verstärkungseinstellung im Bereich . . . . . −5 bis 0 dB
(mit Anzeige durch Leuchtdiode)

Filter

Psophometer-Filter . . . . . entsprechend CCITT Rec. P. 53 A
Sprachkanalfilter
Dämpfung im Durchlaßbereich ≧ 275 Hz und ≦ 3250 Hz . . . . . ≦±1 dB
3-dB-Bandbreite . . . . . 200 Hz bis 3400 Hz
Dämpfung im Sperrbereich ≦ 200 Hz . . . . . 18 dB/Oktave
≧ 4000 Hz . . . . . ≧8 dB

850-Hz-Bandpaß

Dämpfung im Durchlaßbereich, bei 850 Hz . . . . . 0 dB
zwischen 800 und 900 Hz . . . . . ≦ 2 dB
Dämpfung im Sperrbereich ≦ 750 Hz . . . . . ≧ 45 dB
≧ 1100 Hz . . . . . ≧ 50 dB

850-Hz-Bandsperre, in Reihe mit Psophometerfilter oder Sprachkanalfilter schaltbar

Dämpfung im Sperrbereich zwischen 808 und 884 Hz . . . . . ≧ 60 dB
Dämpfung im Durchlaßbereich ≦ 400 Hz . . . . . ≦ 0,5 dB
≦ 700 Hz . . . . . ≦ 3 dB
≧ 1000 Hz . . . . . ≦ 3 dB
≧ 1500 Hz . . . . . ≦ 0,5 dB

Meßeingang

erdfrei, symmetrisch . . . . . 3pol. TF-Buchse
Eingangswiderstand, umschaltbar . . . . . 600 Ω und ≧ 50 kΩ
Betriebsunsymmetriedämpfung . . . . . ≧ 40 dB
mit Psophometerfilter . . . . . entsprechend CCITT Rec. P. 53 A
Gleichstrombelastung bei R_e = 600 Ω . . . . . ≦ 60 mA
Gleichspannungsbelastung bei R_e = 50 kΩ . . . . . ≦ 100 V
Rufspannungsbelastung aus Innenwiderstand ≧ 500 Ω,
25 Hz bzw. 50 Hz, max. 10 s . . . . . ≦ 100 V
Zusatzeingang parallel zur Eingangsbuchse mit 4,7 µF abgetrennt
Gleichspannungsbelastung bei R_e = 600 Ω . . . . . ≦ 100 V

Schreiberausgänge

X-Ausgang, Gleichspannung proportional zur Empfangsfrequenz, kurzschlußfest, 5 kΩ
Leerlaufspannung, für f = 200 Hz bis 4 kHz . . . . . 0 bis +5 V

Y-Ausgang, Gleichspannung proportional zur Instrumentenanzeige, kurzschlußfest, 5 kΩ
Leerlaufspannung bei Instrumentenvollausschlag . . . . . +5 V

Scheinwiderstandsmessung (Z_x)

Frequenzbereich . . . . . 15 Hz bis 20 kHz
Meßbereiche (Vollausschlag) . . . . . 40 Ω, 120 Ω, 400 Ω, 1,2 kΩ, 4 kΩ
Fehlergrenzen ($\varphi \leqq 30°$) . . . . . ± 10 %

Wählzeichenverzerrung (Δt)

Wählzeichengenerator

Frequenz . . . . . 10 Hz ± 5 %
Tastverhältnis (Impuls : Pause) . . . . . 1 : 1
Ausgang (Relaiskontakt) . . . . . Schraubklemmen 4 mm
Gleichstrombelastung . . . . . ≦ 200 mA
Schaltspannung . . . . . ≦ 70 V
Spitzenspannung . . . . . ≦ 500 V

Wählzeichenempfänger

Meßbereich . . . . . ± 10 ms
Fehlergrenzen der Anzeige . . . . . ± 0,3 ms
Eingang . . . . . Schraubklemmen 4 mm
Eingangswiderstand . . . . . 1,2 kΩ gegen −12 V interne Gleichspannung
Kurzschlußstrom . . . . . 10 mA
Anzeige mit Leuchtdiode bei Schließungswiderstand . . . . . ≧ 300 Ω und ≦ 20 kΩ

Ausführung BN 815/4 und BN 815/5

Sendefrequenz

Frequenzeinstellung

kontinuierlich einstellbar . . . . . 15 Hz bis 20 kHz
200 Hz bis 4 kHz

Wobbeln, Frequenzablauf . . . . . exponentiell
Hin- und Rücklaufzeit . . . . . je 2 s
Wobbelbereiche, umschaltbar . . . . . 30 Hz bis 20 kHz
200 Hz bis 3,5 kHz

Festfrequenzen . . . . . 400, 800, 3000 Hz

Fehlergrenzen der Festfrequenz 800 Hz . . . . . ± 1%
400 Hz und 3000 Hz . . . . . ± 3%

Frequenzanzeige . . . . . 4stelliger digitaler Frequenzzähler mit Quarzzeitbasis
Auflösung, umschaltbar . . . . . 10 Hz, 1 Hz
Überlaufanzeige bei Auflösung 1 Hz . . . . . durch Leuchtdiode
Fehlergrenzen der Frequenzanzeige . . . . . $\pm 2 \times 10^{-4} \pm 1$ digit

Sendepegel

Einstellbereiche bei $R_i = R_a = Z$ . . . . . −65 bis +11 dB/dBm
bei $R_i = 0$ . . . . . −65 bis +16 dB/dBm
umschaltbar in 5-dB-Schritten . . . . . −60 bis +10 (+15) dB/dBm
zusätzlich stetig einstellbar . . . . . −5 bis +1 dB
Anzeige des Sendepegels . . . . . am Empfängerinstrument

Fehlergrenzen des Sendepegels

Frequenz	Temperatur	Pegelbereich	Anzeige	Abschluß	Fehlergrenzen
800 Hz	(23 ± 5) °C	−10 dB/dBm	0 dB	$R_i = R_a = 600\ \Omega$	±0,05 dB
200 Hz bis 4 kHz	+15 bis +35 °C	−60 bis +10 dB/dBm	−5 bis +1 dB	$R_i = R_a = 600\ \Omega$	±0,2 dB
30 Hz bis 15 kHz	+15 bis +35 °C	−60 bis +10 dB/dBm	−5 bis +1 dB	$R_i = R_a = 600\ \Omega$	±0,25 dB
15 Hz bis 20 kHz	0 bis +55 °C	−60 bis +10 dB/dBm	−5 bis +1 dB	$R_i = R_a = 600\ \Omega$ oder 1200 Ω	±0,5 dB

Sendepegelausgang

erdfrei, symmetrisch . . . . . 3pol. TF-Buchse
Innenwiderstand, umschaltbar . . . . . 0 (≦4 Ω), 600 Ω, 1200 Ω
Betriebsunsymmetriedämpfung
bei Sendepegel ≧ −25 dB und Sendefrequenz ≦ 4 kHz . . . . . ≧46 dB
Sendefrequenz ≦ 20 kHz . . . . . ≧40 dB
Gleichstrombelastung bei $R_i = 0$ und 600 Ω . . . . . ≦60 mA
Rufspannungsbelastung, 25 Hz bzw. 50 Hz,
aus Innenwiderstand ≧ 500 Ω, max. 10 s, U~ . . . . . ≦100 V
Gleichspannung gegen Erde . . . . . ≦100 V

Klirrdämpfung

bei Festfrequenz 800 Hz . . . . . ≧60 dB
im Frequenzbereich 30 Hz bis 20 kHz . . . . . ≧46 dB

Empfangsfrequenz

Frequenzbereich . . . . . 15 Hz bis 20 kHz
Empfangsfrequenzanzeige durch Umschalten des Sendefrequenzzählers
auf den Empfänger (weitere Daten siehe Sendefrequenzanzeige)

Pegel

Pegelmeßbereiche für 0-dB-Instrumentenanzeige . . . . −80, −75, −70, ..., +20 dB/dBm
Instrumentenskalen, umschaltbar . . . . . −20 bis +2 dB und −5 bis +1 dB

Fehlergrenzen der Empfangspegelanzeige (nach Eichung)

Frequenz	Temperatur	Pegelbereich	Anzeige	Abschluß	Fehlergrenzen
800 Hz	(23 ± 5) °C	−10 dB/dBm	−5 bis +1 dB	$R_e = Z = 600\ \Omega$	±0,13 dB
200 Hz bis 4 kHz	+15 bis +35 °C	−60 bis +20 dB/dBm	−5 bis +1 dB	$R_e = Z = 600\ \Omega$	±0,2 dB
30 Hz bis 15 kHz	+15 bis +35 °C	−60 bis +20 dB/dBm	−5 bis +1 dB	$R_e = Z = 600\ \Omega$	±0,25 dB
15 Hz bis 20 kHz	0 bis +55 °C	−80 bis +20 dB/dBm	−10 bis +2 dB	$R_e = Z = 600\ \Omega$ oder 1200 Ω	±0,6 dB

Meßgleichrichter . . . . . echter Effektivwertgleichrichter
Spitzenfaktor . . . . . ≦5

Eichung

Der zur Eichung verwendete Sendegenerator wird automatisch auf
die Eichfrequenz umgeschaltet.
Eichfrequenz bei Pegelmessung und
Geräuschspannungsmessung bei Fernsprechen . . . . . 800 Hz
Eichfrequenz bei Geräuschspannungsmessung
bei Tonprogramm (Ausführung BN 815/5) . . . . . 6300 Hz

Filter für Geräusch-spannungsmessungen

Fernsprechen
bewertet . . . . . entsprechend CCITT Rec. P. 53 A
unbewertet, Frequenzbereich . . . . . 31,5 Hz bis 20 kHz
Tonprogramm (Ausführung BN 815/5)
bewertet und unbewertet . . . . . entsprechend CCIR Rec. 468-1 (rev. 76)
Gleichrichtercharakteristik . . . . . Quasi-Spitzenwert

Meßeingang

erdfrei, symmetrisch	3pol. TF-Buchse
Eingangswiderstand, umschaltbar	600 Ω, 1200 Ω, ≧ 50 kΩ
Betriebsunsymmetriedämpfung	entsprechend CCITT Rec. P. 53 A
Gleichstrombelastung bei R_e = 600 Ω	≦ 60 mA
Gleichspannungsbelastung bei R_e = 50 kΩ	≦ 100 V
Rufspannungsbelastung, aus R_i ≧ 500 Ω, 25 Hz bzw. 50 Hz, max. 10 s, U~	≦ 100 V
Gleichspannung gegen Erde	≦ 100 V

Ausgänge

Wechselspannungsausgang, unsymmetrisch, kurzschlußfest, 600 Ω

Leerlaufpegel bei 0-dB-Instrumentenanzeige	0 dB

Gleichspannungsausgang proportional zur Instrumentenanzeige, kurzschlußfest, 5 kΩ

Leerlaufspannung bei Instrumentenvollausschlag	+5 V

Scheinwiderstandsmessung (Z_x)

Frequenzbereich	15 Hz bis 20 kHz
Meßbereich (Vollausschlag)	80 Ω, 250 Ω, 800 Ω, 2500 Ω, 8000 Ω

Fehlergrenzen

im Skalenbereich 250 bis 800 bzw. 80 bis 250, im Frequenzbereich 15 Hz bis 20 kHz und φ ≦ 30 °	± 10%
im Frequenzbereich 200 Hz bis 4 kHz, $\lvert Z_x \rvert$ ≦ 2,5 kΩ und φ ≦ 30 °	± 5%

Fehlerdämpfungsmessung (a_F)

Frequenzbereich	15 Hz bis 15 kHz
Meßbereiche, bezogen auf 0-dB-Anzeige	0 bis 50 dB
Eigenreflexionsdämpfung der Meßbrücke für X = N = 200 Ω bis 1200 Ω	≧ 60 dB

Sprech- und Mithöreinrichtung

Eingebauter Lautsprecher zur akustischen Beurteilung des Meßsignals und zum Anruf der Gegenstelle mit automatischer Einschaltung bei Sprachsignalen bei Betriebsart „bereit". Anschlußmöglichkeit für Handapparat für den Sprechverkehr über die Meßleitung zur Gegenstelle bei 4-Draht- und 2-Draht-Messungen.

Allgemeine Daten für alle Ausführungen

Nenngebrauchsbedingungen der Einflußgrößen

Netzspannung	187 V bis 242 V
Netzfrequenz	45 Hz bis 66 Hz
Spannungsbereich bei externem Batteriebetrieb	11,5 V bis 68 V
Umgebungstemperatur BN 815/1	−10 bis +55 °C
BN 815/2, BN 815/4, BN 815/5	0 bis +55 °C

Zusätzliche Angaben

Umgebungstemperatur bei Lagerung und Transport	−40 bis +70 °C
Schutzklasse nach VDE 0411	I (Schutzleiter nicht am Gehäuse)
Leistungsaufnahme bei Netzbetrieb	ca. 20 VA
Betriebszeit mit vollgeladener Batterie BN 815/1	ca. 7 h
BN 815/2	ca. 5 h
BN 815/4, BN 815/5	ca. 6 h
Ladezeit bei vollständig entladener Batterie	14 h
Anschluß für externe Batterie, potentialfrei BN 815/1	2 Schraubklemmen
BN 815/2	5polige Buchse
BN 815/4, BN 815/5	6polige Buchse
Geräteabmessungen mit Deckel (b x h x t) in mm	330 x 280 x 280
Gewicht	ca. 10 kg

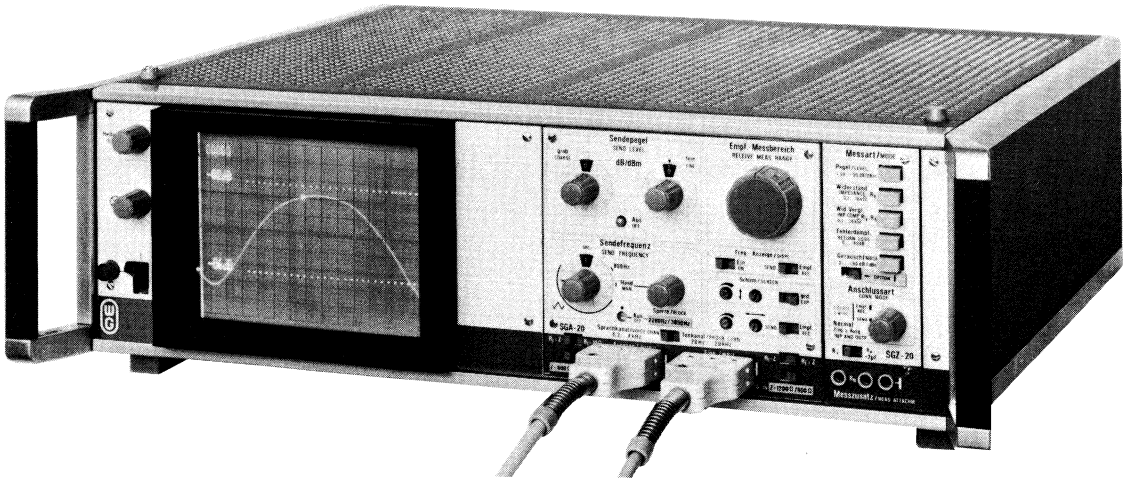
Bestellangaben

NF-Meßgerät PMG-2 (ohne Batterie)	Ausführung	BN 815/1 BN 815/2 BN 815/4 BN 815/5

FTZ-K-Nummer für Ausführung BN 815/4	276 098 068
für Ausführung BN 815/5	276 098 069

WM-20/WM-30
NF-Wobbelmeßplätze

Frequenzbereiche 200 Hz bis 4 kHz
und 20 Hz bis 20 kHz



- **Übersichtliche Darstellung der Meßergebnisse auf dem Bildschirm**
- **Hohe Genauigkeit durch Referenzlinien**
- **Alphanumerische Beschriftung zur Kennzeichnung der Meßbereiche und der Frequenz bei Punktmessungen**
- **Einfache Bedienung mit zentralem Meßbereichsschalter**
- **Wobbelmessungen in zwei Bereichen**
- **Messung von Scheinwiderstand und Reflexionsdämpfung möglich**
- **Geräuschspannungsmeßeinrichtung (Option)**

Anwendung und Eigenschaften

Die NF-Wobbelmeßplätze WM-20 und WM-30 ermöglichen in den Frequenzbereichen 200 Hz bis 4 kHz und 20 Hz bis 20 kHz für viele Meßaufgaben die schnelle und übersichtliche Darstellung der Meßergebnisse. So lassen sich im Sprach- und Tonkanal die wichtigsten Übertragungskenngrößen wie Pegel, Dämpfung, Reflexionsdämpfung (Fehlerdämpfung) sowie Scheinwiderstände messen und in Abhängigkeit von der Frequenz auf dem Bildschirm darstellen. Auch Geräuschspannungsmessungen (Option) sind durchführbar, wobei das Ergebnis als waagerechter Strich auf dem Bildschirm erscheint.

Für alle Messungen wird der Meßbereich mit einem einzigen zentralen Schalter eingestellt und sehr übersichtlich durch zwei horizontale Referenzlinien mit alphanumerischer Beschriftung auf dem Bildschirm gekennzeichnet, was sehr zur einfachen Bedienung beiträgt.

Der doppelt exponentielle Wobbelverlauf vermeidet Einschwingverzerrungen bei den Prüfobjekten und ermöglicht dadurch kleine Wobbelzeiten. Wird bei Punktmessungen die Sendefrequenz von Hand eingestellt, so wird der Frequenzwert alphanumerisch auf dem Bildschirm angezeigt. Zwei senkrechte Referenzlinien markieren die Grenzen des eingestellten Frequenzbereichs.

Von den Wobbelmeßplätzen WM-20 und WM-30 gibt es jeweils zwei Ausführungen mit unterschiedlicher Bestükkung. Ausführung 01 ermöglicht alle vorher genannten Messungen, dagegen sind bei Ausführung 02 nur Pegel- und Dämpfungsmessungen durchführbar.

Technische Einzelheiten

Die Wobbelmeßplätze WM-20 und WM-30 bestehen jeweils aus dem Grundgerät, dem Sende- und Empfangsteil SGA-20 und dem Meßzusatz SGZ-20 (Ausführungen 01). Bei den Ausführungen 02 ist der Meßzusatz nicht enthalten.

Grundgeräte

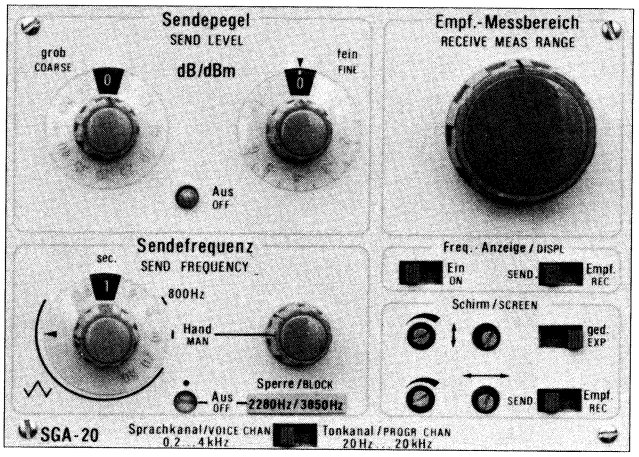
Die Grundgeräte dienen zur Aufnahme der Einsätze SGA-20 und SGZ-20. Sie bestehen im wesentlichen aus dem Anzeigeteil mit der Bildröhre und der Einsatzmechanik und unterscheiden sich durch ihre Bildschirmgrößen.
Zum Lieferumfang für die Grundgeräte gehören zwei Rasterscheiben für den Sprach- und Tonkanal.
Zur schnellen fotografischen Dokumentation der Meßergebnisse mit einer Kamera stehen Fotovorsatzrahmen für den WM-20 zur Verfügung. Außerdem können die Meßergebnisse bei beiden Meßplätzen auch mit einem XY-Schreiber registriert werden.

Sendeteil SGA-20

Der Sendeteil liefert in den Frequenzbereichen 200 Hz bis 4 kHz und 20 Hz bis 20 kHz einen Sendepegel, der sich kontinuierlich von +11 bis −46 dB/dBm einstellen läßt.
Die Sendefrequenz kann von Hand verändert oder gewobbelt werden.
Bei der Wobbelung verläuft die Änderung der Sendefrequenz doppelt exponentiell. Das ergibt eine geringe Wobbelgeschwindigkeit im unteren Teil des Frequenzbereichs, wodurch auch bei kleinen Wobbelzeiten keine Einschwingverzerrungen bei Prüfobjekten mit steilen Dämpfungsflanken auftreten.
Bei Handeinstellung wird die Frequenz alphanumerisch auf dem Bildschirm eingeblendet. Es kann die Frequenz des gesendeten oder des empfangenen Signals angezeigt werden.

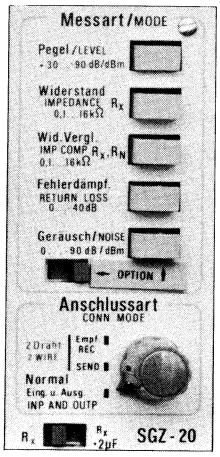
Empfangsteil SGA-20

Der breitbandige Empfangsteil dient zur Pegelmessung in den Frequenzbereichen 200 Hz bis 4 kHz und 20 Hz bis 20 kHz. Meßbar sind Pegel von +30 bis −99 dB/dBm.
Der gemessene Pegel wird in Abhängigkeit von der Frequenz auf dem Bildschirm dargestellt. Mit dem zentralen Bereichsschalter kann der Pegelbereich in 1-dB-Schritten



umgeschaltet werden. Den eingestellten Pegelbereich zeigen zwei Referenzlinien mit alphanumerischer Beschriftung an. Bei ungedehnter Bilddarstellung ist die Empfindlichkeit 5 dB/Teil, bei gedehnter Darstellung 1 dB/Teil.
Bei Streckenwobbelmessungen liefert ein im Empfangsteil eingebauter Frequenzdiskriminator die X-Ablenkspannung.

Meßzusatz SGZ-20



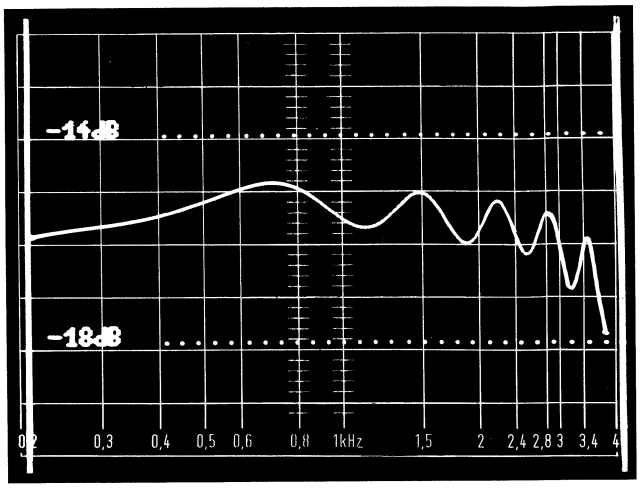
Der Meßzusatz ermöglicht

die Messung von
Reflexionsdämpfungen
(Fehlerdämpfungen),
Geräuschspannungen (Option),
Scheinwiderständen,

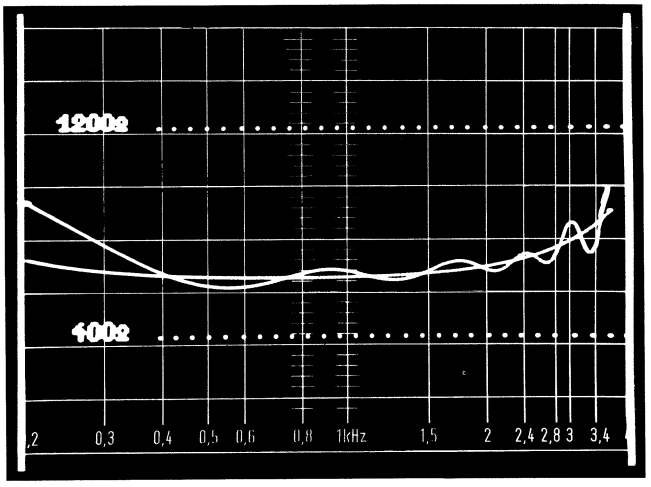
den Vergleich
zweier Scheinwiderstände

und die Umschaltung von
Senden/Empfangen
bei Messungen an
Zweidraht-Verbindungen.

Auch bei diesen Messungen wird der Meßbereich mit dem zentralen Bereichsschalter eingestellt. Zwei Referenzlinien mit alphanumerischer Beschriftung kennzeichnen dabei jeweils den eingeschalteten Meßbereich auf dem Bildschirm.
Beim Messen der Reflexionsdämpfung (Fehlerdämpfung) wird das Ergebnis wie bei Pegelmessungen auf dem Bildschirm in Abhängigkeit von der Frequenz aufgezeichnet. Hierbei reicht der Gesamtbereich von 0 bis 50 dB.
Eine Geräuschspannungsmeßeinrichtung, die als Option zum Meßplatz erhältlich ist, bietet die Möglichkeit, bewertete und unbewertete Geräuschspannungen im Sprach- und Tonkanal zu messen. Die Geräuschspannung wird im Sprachkanal nach CCITT-Empfehlung P. 53 und im Tonkanal nach CCIR-Empfehlung 468-1 ermittelt. Das Meßergebnis erscheint auf dem Bildschirm als waagerechter Strich. Der Gesamtbereich erstreckt sich von +30 bis −80 dB.
Mit dem Meßzusatz können die Beträge von Scheinwiderständen zwischen 100 Ω und 16 kΩ ermittelt und in Abhängigkeit von der Frequenz auf dem Bildschirm dargestellt werden.
Außerdem lassen sich auch zwei Scheinwiderstände vergleichen und deren Beträge in Abhängigkeit von der Frequenz als zwei Kurvenzüge gleichzeitig darstellen. Dabei wird eine Kurve beim Strahlhinlauf, die andere beim Rücklauf geschrieben.
Bei Messungen an Zweidraht-Verbindungen können mit dem Meßzusatz Senderausgang und Empfängereingang über eine Buchse geschaltet werden. Die Zuordnung wird mit einem Schalter hergestellt, so daß ein Umstecken bei Senden und Empfangen entfällt. Eine Halteschaltung sorgt dafür, daß die Amtsschleife während des Umschaltens nicht unterbrochen wird.



Dämpfungsverlauf an einer nicht entzerrten Leitung



Verlauf zweier Scheinwiderstände

Sendeteil SGA-20

Ausgang

Schaltung	symmetrisch, erdfrei
Betriebsunsymmetriedämpfungsmaß nach CCITT Rec. 0.121	≧ 46 dB
Innenwiderstand	umschaltbar zwischen 600 Ω und einem weiteren Wert zwischen 600 und 1200 Ω und ca. 10 Ω + 350 µH
Reflexionsdämpfung (symm. Betrieb)	≧ 40 dB
Gleichspannung gegen Erde	≦ 100 V
Gleichstrombelastung für Pegel ≦ 0 dBm	≦ 30 mA[1]

Pegel

Bereich	+11 bis −46 dB/dBm
Einstellung stufig in Schritten von	5 dB
Einstellung stetig	+1 bis −6 dB
Fehlergrenzen des Sendepegels bei 1 kHz und 0 dB/dBm	± 0,1 dB
Fehlergrenzen der Sendepegeleinstellung bei 1 kHz, bezogen auf 0 dB/dBm	± 0,05 dB
Frequenzgang, bezogen auf 1 kHz	± 0,05 dB

Frequenz

Zwei Bereiche	200 Hz bis 4 kHz[2]
(gemeinsam für Sende- u. Empfangsteil umschaltbar)	und 20 Hz bis 20 kHz
Einstellung	gewobbelt, von Hand, 800 Hz fest
Wobbelung	doppelt-exponentiell
Zeit für Hin- bzw. Rücklauf	0,5; 1; 2; 5; 10; 20; 50 s
Anzeige	digital auf dem Bildschirm
Auflösung	1 Hz
Fehlergrenzen der Anzeige	1 Hz ± 1 x 10^{-4}
Frequenzsperren [3) 4)]	2
Sperrbereich	ca. 300 Hz

Spektrale Reinheit

Klirrdämpfung ak_2, ak_3 (Senderinnenwiderstand beliebig, Last ≧ 300 Ω)	≧ 46 dB

Empfangsteil SGA-20

Eingang

Schaltung	symmetrisch, erdfrei
Betriebsunsymmetriedämpfungsmaß	erfüllt CCITT-Empf. P. 53A
Eingangswiderstand	umschaltbar zwischen 600 Ω und einem weiteren Wert zwischen 600 Ω und 1200 Ω und hochohmig
Reflexionsdämpfung	
im Frequenzbereich 200 Hz bis 4 kHz	≧ 40 dB
im Frequenzbereich 20 Hz bis 20 kHz	≧ 20 dB
Gleichspannung gegen Erde	≦ 100 V
Gleichstrombelastung	≦ 30 mA[1)]
Rufspannung (25 oder 50 Hz; 10 s Dauer)	≦ 90 V

Pegelanzeige

Gesamtbereich	+30 bis −99 dB/dBm
Bereichsanzeige	digital auf dem Bildschirm an zwei Bezugslinien bei 25 % u. 75 % Bildhöhe
Einstellung der Bezugslinien	stufig in 1-dB-Schritten
in Stellung ungedehnt	von +20 bis −89 dB/dBm
in Stellung gedehnt	von +20 bis −73 dB/dBm
Fehlergrenzen der Anzeige	
Absolutpegel −10 dB/dBm bei 1 kHz, gedehnt	± 0,15 dB
Bezugslinien, bez. auf Linie −10 dB/dBm	± 0,05 dB
Skalenteilungsfehler zwischen den Bezugslinien	
in Stellung gedehnt	± 0,25 dB
in Stellung ungedehnt	± 1,2 dB
Frequenzgang, bez. auf 1 kHz	
von 40 Hz bis 20 kHz	± 0,05 dB
von 20 Hz bis 20 kHz	± 0,1 dB
Eigenstörpegel	
durch Rauschen, Brumm, diskrete Störer	ca. −100 dB

Meßzusatz SGZ-20

Pegelmessung

siehe Empfangsteil SGA-20

Scheinwiderstands-messung

Gemessen wird der am Empfängereingang des SGA-20 anliegende Scheinwiderstandsbetrag (X)

Gesamtbereich	100 Ω bis 16 kΩ
Bereichsanzeige	digital auf dem Bildschirm an zwei Bezugslinien
Fehlergrenzen der Anzeige	
Für Wirk- und Blindwiderstände 200 Ω bis 6 kΩ	
Bezugslinien im Frequenzbereich 200 Hz bis 4 kHz	± 7 %
Bezugslinien im Frequenzbereich 20 Hz bis 10 kHz	± 17 % vom angezeigten Wert
zwischen den Bezugslinien zusätzlich	± 3 % vom Skalenumfang

Scheinwiderstands-Vergleichsmessung

Wie vorstehend, jedoch wird nur im Vorlauf der am Empfängereingang des SGA-20 liegende Widerstand (X) geschrieben, während im Rücklauf der am Eingang des SGZ-20 liegende Widerstand (N) abgebildet wird.
Die Umschaltung von X auf N erfolgt zweipolig.

Reflexionsdämpfungs-messung (Fehlerdämpfungsmessung)

Gemessen wird die Reflexionsdämpfung des am Empfängereingang des SGA-20 liegenden Widerstandes (X) gegnüber dem am Eingang des SGZ-20 liegenden Widerstandes (N).

Gesamtbereich	0 bis 50 dB
Bereichsanzeige (vorzeichenrichtig)	digital auf dem Bildschirm an zwei Bezugslinien
Eigenreflexionsdämpfung der Meßbrücke für X = N = 600 bis 1200 Ω	≧ 60 dB

Bewertete und unbewertete Geräuschspannungsmessung (Option)

Die Empfehlungen CCITT P. 53A und CCIR 468-1 (1976) werden vollständig erfüllt.

Gesamtbereich	+30 bis −80 dB
Darstellung	waagrechter Strich auf dem Bildschirm über ca. 1/5 Bildbreite
Meßbereichsanzeige	digital auf dem Bildschirm an zwei Bezugslinien
Sprachkanal 200 Hz bis 4 kHz	
Meßergebnisauswertung in Stellung bewertet und unbewertet	echte Effektivwertbildung
Fehlergrenzen in Stellung gedehnt Bezugslinien	± 0,3 dB
Skalenteilungsfehler zwischen den Bezugslinien	± 0,25 dB
Frequenzabhängigkeit unbewertet von 20 Hz bis 20 kHz	± 0,1 dB
bewertet	entspr. Bewertungskurve CCITT-Empf. P. 53
Tonkanal 20 Hz bis 20 kHz	
Meßergebnisauswertung in Stellung bewertet und unbewertet	Quasi-Spitzenwertbildung entspr. CCIR 468-1 (1976)
Fehlergrenzen in Stellung gedehnt Bezugslinien	± 0,3 dB
Skalenteilungsfehler zwischen den Bezugslinien	± 0,25 dB
Frequenzabhängigkeit unbewertet	entspr. Flachfilter CCIR 468-1
bewertet	entspr. Bewertungskurve CCIR 468-1 (1976)

Allgemeine Daten

Bildröhre

WM-20	M 17-11
Ausnutzbare Bildfläche (Höhe x Breite in cm)	8,5 x 12
WM-30	M 28-12
Ausnutzbare Bildfläche (Höhe x Breite in cm)	15 x 21

Anschlußbuchsen auf der Geräterückseite

X- und Y- Ausgang zum Anschluß eines Schreibers	
Innenwiderstand	5 kΩ
Spannung pro Bildhöhe/Bildbreite	5 V

Nenngebrauchsbedingungen der Einflußgrößen

Netzspannung	110, 117, 127, 220, 227, 235 V
Netzfrequenz	45 bis 66 Hz
Umgebungstemperatur	10 bis 35 °C
Anwärmzeit	≧ 15 min

Zusätzliche Angaben

Umgebungstemperatur bei Lagerung und Transport . . . . . −25 bis +60 °C
Leistungsaufnahme . . . . . ca. 70 VA

		WM-20	WM-30
Abmessungen	Breite	478 mm	478 mm
	Höhe	155 mm	288 mm
	Tiefe	407 mm	407 mm
Gewicht		ca. 15 kg	ca. 21 kg

Bestellangaben

NF-Wobbel-meßplatz	Bestandteile: Grundgerät mit Bildschirm (Maße in cm) 8,5 x 12	15 x 21	Sende- und Empfangsteil SGA-20	Meßzusatz SGZ-20	Blind-einschübe	Ausführungs- und Bestell-bezeichnung
WM-20	●		●	●	1	BN 805/01
WM-20	●		●		2	BN 805/02
WM-30		●	●	●	2	BN 806/01
WM-30		●	●		3	BN 806/02

Bestückung der Ausführungen
Impedanzen: 600 Ω und 1200 Ω (auf Wunsch statt 1200 Ω eine andere Impedanz zwischen 600 Ω und 1200 Ω)
Tonwahlsperrfrequenzen: 250 Hz und 2280 Hz (auf Wunsch zwei der folgenden Frequenzen: 1600 Hz, 2040 Hz, 2400 Hz, 2600 Hz, 3000 Hz, 3700 Hz, 3850 Hz).

Zubehör (im Lieferumfang enthalten)

2 symmetrische Meßkabel	K 12
2 Rasterscheiben für WM-20	SGS-207 und SGS-208
WM-30	SGS-307 und SGS-308

Zubehör (gegen Aufpreis)

Geräuschspannungsmeßeinrichtung (Option) (nur in Verbindung mit dem Meßzusatz SGZ-20)	BN 803/00.01
Transportschutzdeckel für WM-20	DE-22
WM-30	DE-5
Fotovorsatzrahmen für WM-20	
FVR-4 (für Siemens-Bildröhrenkamera B 952)	BN 644
FVR-5 (für Tektronix-Kamera der Serie C 50)	BN 673

1) Mit Meßzusatz SGZ-20 in Stellung „Zweidraht" ≦ 100 mA
2) Im Wobbelbetrieb 3,6 kHz (auf Wunsch 4 kHz)
3) Geeignet für Leerlauf/Kurzschluß-Schaltgerät der DBP
4) 2 Frequenzen der Reihe: 250 Hz, 1600 Hz, 2040 Hz, 2280 Hz, 2400 Hz, 2600 Hz, 3000 Hz, 3700 Hz, 3850 Hz
Im Falle 250 Hz beträgt der Sperrbereich ca. 50 Hz

PMG-13
Pegelmeßgerät

Frequenzbereich selektiv 20 Hz bis 20 kHz
breitbandig 20 Hz bis 50 kHz



- **Breitbandige und selektive Messungen**
- **Selektive Messungen mit 7 verschiedenen Bandbreiten möglich**
- **Kontinuierliche Frequenzabstimmung über den ganzen Bereich**
- **Flackerfreie 6stellige Frequenzanzeige mit 0,1 Hz Auflösung**
- **Eingebauter Mitlaufsender**
- **Gerät schaltbar als Breitbandverstärker**
- **Als Mitlauffilter und als Frequenzzähler einsetzbar**
- **Psophometrisches Bewertungsfilter als Zusatz lieferbar**
- **Sonderausführung mit WT-Kanal-Abstimmung**

18.025

27-06-'80

Transportschäden ± 1000,-

Anwendung und Eigenschaften

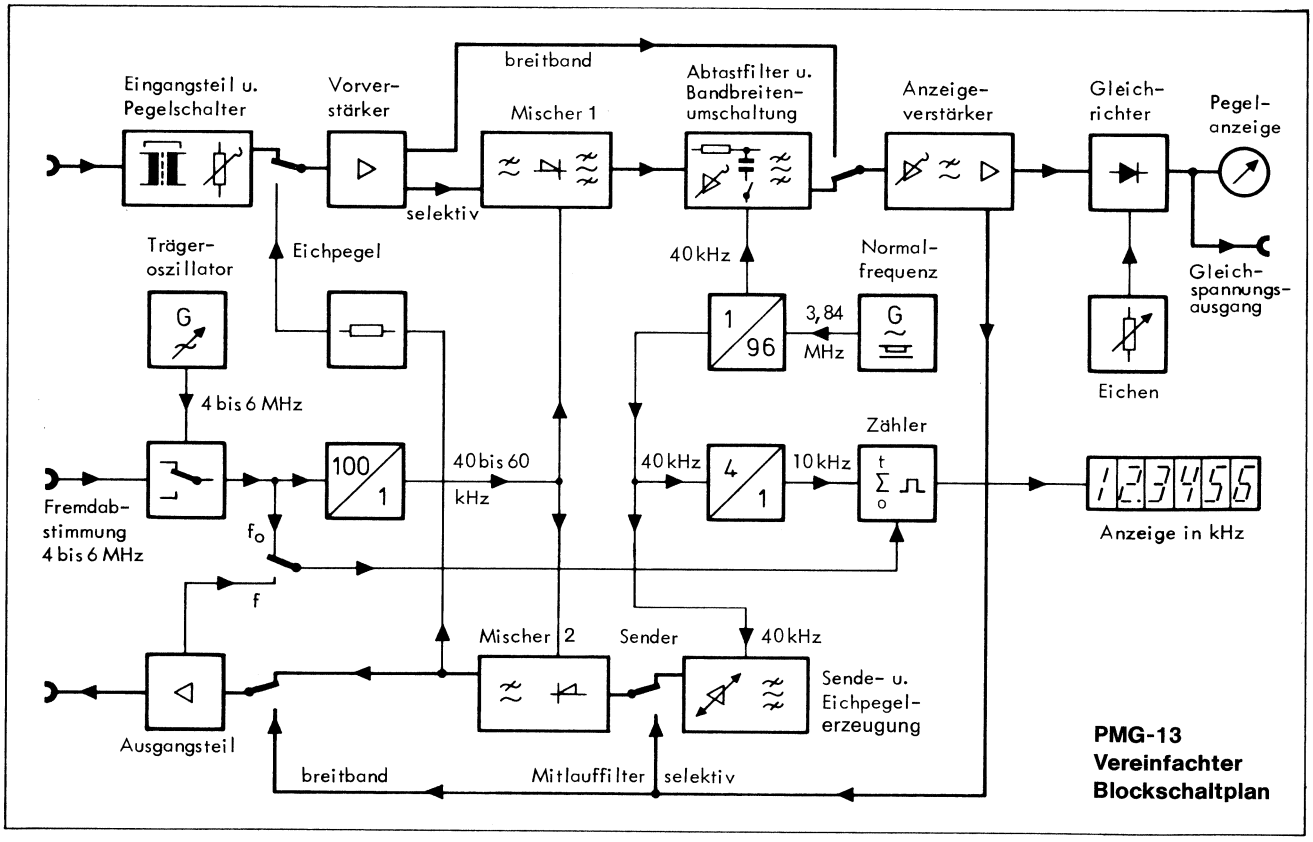
Das Pegelmeßgerät PMG-13 erlaubt selektive und breitbandige Spannungs-, Pegel-, Dämpfungs- und Frequenzmessungen. Der Frequenzbereich umfaßt das NF-Gebiet mit 20 Hz bis 20 kHz für selektive und 20 Hz bis 50 kHz für breitbandige Messungen. Der Pegelmeßbereich reicht bei selektiven und breitbandigen Messungen von −90 bis +20 dB. Durch einen eingebauten Sender, dessen Frequenz synchron mit der Empfängerabstimmung mitläuft, lassen sich selektive Dämpfungs- bzw. Verstärkungsmessungen besonders einfach durchführen. Mit einer internen Eichquelle kann die Absolut-Pegelanzeige jederzeit überprüft und bei Bedarf eingestellt werden. Der eingestellte Meßbereich und die Abstimmfrequenz müssen dabei nicht verändert werden.

Bei selektiven Messungen ist die Bandbreite in 7 Stufen von 10 Hz bis 1,6 kHz umschaltbar. Durch die schmale Bandbreite von 10 Hz eignet sich das Gerät besonders gut zur Analyse von Frequenzgemischen.
Drei Bandbreiten sind speziell zugeschnitten für Betriebsmessungen an Fernwirk- bzw. Wechselstrom-Telegrafiesystemen (WT-Systeme) mit Übertragungsgeschwindigkeiten von 50, 100 und 200 Baud.
Für Geräuschmessungen nach CCITT, Rec. P 53 steht als Wahlzubehör ein psophometrisch bewertendes Filter zur Verfügung.
Die Abstimmfrequenz läßt sich in einem Bereich kontinuierlich einstellen. Für Anwendungen bei WT-Systemen bietet

die Geräteausführung mit Kanalwahl-Umschalter eine beträchtliche Bedienungsvereinfachung. Das Abstimmen auf die Kanalmittenfrequenz der WT-Systeme geschieht durch einen Wahlschalter, mit dem die entsprechende Kanalnummer eingeschaltet wird.
Ein quarzgesteuerter Frequenzzähler zeigt die Abstimmfrequenz mit einer Auflösung von 0,1 Hz an. Damit kann die Frequenz eines am Empfängereingang liegenden Signals breitbandig oder selektiv gemessen werden.
Weitere Anwendungen des Geräts ergeben sich im Betrieb als Breitbandverstärker durch Kombination des Mitlaufsenders mit dem Empfangsteil oder als selektiver Verstärker mit einstellbarer Mittenfrequenz (Mitlauffilter). Damit ist es möglich, stark gestörte Signale zu regenerieren.

Technische Einzelheiten

Der Pegelmesser PMG-13 arbeitet bei selektiver Meßart nach dem Überlagerungsverfahren. Dabei gelangt das Eingangssignal über die Eingangsschaltung (Übertrager, Pegelschalter und Vorverstärker) zum Empfangsmischer, der es in die ZF-Lage umsetzt.
Ein von 4 bis 6 MHz abstimmbarer LC-Oszillator erzeugt ein Signal, das nach einer Teilung von 100 : 1 die Trägerfrequenz für den Mischer 1 zur Verfügung stellt. Bei Fremdsteuerbetrieb des PMG-13 wird der interne Trägeroszillator abgeschaltet.
Das auf den Mischer 1 folgende Abtastfilter dient zur Einstellung der verschiedenen Bandbreiten. Die Abtastfrequenz wird mittels einer Frequenzteilung 96 : 1 aus der Frequenz eines 3,84-MHz-Quarzgenerators abgeleitet. Durch eine weitere Teilung 4 : 1 wird daraus die 10-kHz-Bezugsfrequenz des Zählers gewonnen. Mit dieser wird entweder die Frequenz des Trägeroszillators oder die Ausgangsfrequenz des Mitlaufsenders gemessen und mit 5 oder 6 Stellen (Auflösung 1 Hz oder 0,1 Hz) angezeigt.
Beim breitbandigen Messen wird der Selektivteil umgangen; Das Meßsignal gelangt vom Ausgang des Vorverstärkers direkt an den Anzeigeverstärker.
Für den Betrieb des Mitlaufsenders wird im Sendemischer durch Überlagerung einer 40-kHz-Festfrequenz mit der zwischen 40 und 60 kHz variablen Überlagerungsfrequenz die Ausgangsfrequenz erzeugt, die so immer exakt mit der Abstimmung des Empfängers übereinstimmt. Das untere Seitenband gelangt durch einen Tiefpaß zum Ausgangsteil, der es auf einen Pegel von 0 dB verstärkt.
In der Betriebsart „Mitlauffilter" des PMG-13 wird das selektiv verarbeitete Eingangssignal vom Anzeigeverstärker abgenommen und im Mischer 2 mit der variablen Überlagerungsfrequenz auf die Frequenz des Eingangssignals zurückgemischt. An der Ausgangsbuchse steht nun das gefilterte Signal zur Verfügung. Die Verstärkung des Filters kann mit dem Pegelschalter eingestellt werden. Im Meßbereich −70 dB beträgt sie +70 dB und in den anderen Meßbereichen entsprechend weniger. Der Sendepegel kann am Instrument abgelesen werden. Die angezeigte Frequenz „f_o" stellt dann die Abstimmfrequenz des Filters dar, während in Stellung „f" die Frequenz des Eingangssignals direkt gemessen wird. In diesem Fall arbeitet der PMG-13 als selektiver Frequenzzähler innerhalb der jeweils eingeschalteten Selektionskurve.
In der Betriebsart „Mitlauffilter" und „Breitband" arbeitet das Gerät als Breitbandverstärker oder als Frequenzzähler im Bereich 20 Hz bis 50 kHz.



PMG-13 Vereinfachter Blockschaltplan

Technische Daten des Pegelmeßgeräts — PMG-13

Alle wesentlichen Geräteeigenschaften sind durch garantierte Toleranz- und Grenzwertangaben und nicht durch typische Werte gekennzeichnet. Sie gelten nicht nur bei Auslieferung, sondern mindestens für die gesamte Garantiezeit.

Frequenzbereich

Abstimmfrequenz des Empfangs- und Sendeteils . . . . . 20 Hz bis 20 kHz
Signalfrequenz, breitbandig . . . . . 20 Hz bis 50 kHz

Pegelbereich

Empfangsteil, selektiv oder breitbandig

Pegelmessung . . . . . −90 bis +22 dB
Frequenzmessung . . . . . −80 bis +22 dB

Sendeteil, Festpegel . . . . . 0 dB

Breitbandverstärker oder Mitlauffilter

Eingangspegel . . . . . −90 bis +22 dB
Ausgangspegel . . . . . −20 bis +2 dB

Meßgrößendarstellung

Pegel

Instrumentenanzeige mit Meßbereichsumschaltung [3]

Pegelanzeige in Spannung (V) oder Spannungspegel (0 dB ≙ 0,7746 V)

Bewertung . . . . . Effektivwertanzeige für Sinus und Rauschen
Integrationszeit, umschaltbar . . . . . flink/träge

Anzeigebereich am Instrument, Pegel . . . . . −20 bis +2 dB
Spannung . . . . . 0 bis 3 V; 0 bis 10 V

Meßbereiche für Instrumentenanzeige 0 dB (3 V; 10 V)

selektiv und breitbandig, Pegel . . . . . −70, −60, −50 bis +20 dB
Spannung . . . . . 0,3 mV, 1 mV, 3 mV bis 10 V

Verstärkung des Breitbandverstärkers oder Mitlauffilters

Einstellbar mit dem Pegelbereichsschalter [3] in 10-dB-Stufen . . . . −20 bis +70 dB

Frequenz

Frequenzabstimmung
Gemeinsame Abstimmung des Empfangs- und Sendeteils. Frequenz kontinuierlich durchstimmbar im ganzen Bereich mit Grob- und Feineinstellung [16] oder
rastbar auf die Mittenfrequenzen der WT-Kanäle der Systeme FM 120, FM 240, FM 480 durch Einstellen der Kanalnummer auf einem Wahlschalter [17] (nur bei Geräteausführung BN 677/1) oder Fremdabstimmung des Geräts durch Steueroszillator OD-4.

Frequenzanzeige
Flackerfreie Digitalanzeige für wahlweise Anzeige der
Abstimm- oder Signalfrequenz

Auflösung, umschaltbar mit festem Komma . . . . . 1 Hz; 0,1 Hz
Anzahl der Stellen, je nach Auflösung 5; 6
Meßzeit bei Anzeige der Abstimmfrequenz . . . . . ca. 50 ms; 500 ms
Signalfrequenz . . . . . ca. 1 s; 10 s

Summenfehlerangaben

Die im folgenden angegebenen Fehlergrenzen gelten unter Nenngebrauchsbedingungen.

Fehlergrenzen der Pegelanzeige

nach Eichung des Empfangsteils bei f = 10 kHz

Unmoduliertes, sinusförmiges Signal

Eingang: unsymmetrisch	selektiv		breitbandig
	rauscharm	klirrarm	
Im Pegelbereich −80 bis +22 dB	± 0,4 dB	± 0,6 dB	± 0,4 dB
zusätzlich im Pegelbereich −90 bis < −80 dB . . .	± 0,6 dB		± 0,8 dB

Eingang: symmetrisch

Zusatzfehler im Frequenzbereich 200 Hz bis 4 kHz . . . . . ± 0,1 dB
20 Hz bis 20 kHz . . . . . ± 0,2 dB

WT-Signale

Abstimmung auf Kanalmitte, Bandbreite je nach System:

System	FM 120	FM 240	FM 480
Bandbreite	100 Hz	200 Hz	400 Hz

Im Pegelbereich −80 dB bis +22 dB, rauscharm . . . . . ± 1 dB

Fehlergrenzen des Sendepegels . . . . . ± 0,1 dB

Fehlergrenzen der Verstärkung des Mitlauffilters in Bandmitte, rauscharm

Eingang: unsymmetrisch . . . . . ± 0,5 dB

Fehlergrenzen der Frequenzanzeige
für Abstimm- und Signalfrequenz . . . . . $\pm 2 \cdot 10^{-5} \pm 1$ Digit

Einzelfehlerangaben der Pegelanzeige

Wenn nicht eingeschränkt, gelten die Werte unter Nenngebrauchsbedingungen bei nichtmodulierten, sinusförmigen Signalen und rauscharmer Aussteuerung.

Fehlergrenzen der Pegelanzeige 0 dB in Meßbereich 0 dB bei f = 10 kHz nach Eichung
Eingang: symmetrisch oder unsymmetrisch . . . . . ± 0,07 dB

Fehlergrenzen der Pegelbereichsumschaltung bei f = 10 kHz
selektiv oder breitbandig . . . . . ± 0,07 dB

Fehlergrenzen der Pegelanzeige durch Frequenzgang ohne Nacheichung,
bezogen auf f = 10 kHz, Eingang: unsymmetrisch

Im Frequenzbereich selektiv: 50 Hz bis 20 kHz . . . . . ± 0,05 dB
20 Hz bis 20 kHz . . . . . ± 0,1 dB

breitbandig: 50 Hz bis 50 kHz . . . . . ± 0,05 dB
20 Hz bis 50 kHz . . . . . ± 0,1 dB

Eingang: symmetrisch

Im Frequenzbereich 200 Hz bis 4 kHz . . . . . ± 0,07 dB
20 Hz bis 20 kHz . . . . . ± 0,25 dB

Fehlergrenzen der Skalenteilung des Anzeigeinstruments . . . . . ≦ 1,2% v. E.

Selektion des Empfangsteils und des Mitlauffilters

Bandbreiten, umschaltbar zwischen folgenden Werten:

3-dB-Bandbreite (Nennwert)	Anwendung an WT-Systemen	Dämpfung im Abstand Δf von Bildmitte			
		≦ 0,5 dB	≧ 17 dB	≧ 45 dB	≧ 50 dB
10 Hz		± 3 Hz	± 9 Hz	–	± 35 Hz
20 Hz		± 6 Hz	± 18 Hz	–	± 70 Hz
40 Hz		± 12 Hz	± 36 Hz	–	± 140 Hz
100 Hz	FM 120	± 30 Hz	± 90 Hz	–	± 350 Hz
200 Hz	FM 240	± 60 Hz	± 180 Hz	–	± 700 Hz
400 Hz	FM 480	± 120 Hz	± 360 Hz	–	± 1,4 kHz
1,6 kHz	ED 1000	± 450 Hz	± 1,5 kHz	± 5 kHz	–

ZF- und Spiegelfrequenzdämpfung . . . . . ≧ 60 dB

Störspannungen

Eingangsteil

Eigenklirrdämpfung a_{k2} und a_{k3} bei 40 dB
Empfindlichkeitserhöhung gegenüber Grundwellenmeßbereich,
Aussteuerung: klirrarm . . . . . ≧ 60 dB

Feste Störspannung auf der ZF,
Aussteuerung: rauscharm, Abstand zur 0-dB-Anzeige . . . . . ≧ 60 dB
klirrarm, Abstand zur 0-dB-Anzeige . . . . . ≧ 40 dB

Rauschabstand zur 0-dB-Anzeige, breitbandig . . . . . ≧ 30 dB

selektiv, Aussteuerung: rauscharm
Bandbreite: 10 Hz bis 400 Hz . . . . . ≧ 50 dB
1,6 kHz . . . . . ≧ 40 dB

Sendeteil
Klirrdämpfung a_{k2} und a_{k3} . . . . . ≧ 60 dB
Dämpfung nichtharmonischer Störfrequenzen gegenüber Nutzsignal . . . . ≧ 60 dB

Mitlauffilter
Störspannungen durch Empfangsteil
Störspannungen durch Sendeteil bei Ausgangspegel ≦ 0 dB

Ein- und Ausgänge

Eingang des Empfangsteils [1] . . . . . TF-Buchse

umschaltbar . . . . . unsymmetrisch, symmetrisch

Eingangswiderstand: unsymmetrisch, umschaltbar . . . . . 600 Ω; ca. 100 kΩ
symmetrisch, umschaltbar . . . . . 600 Ω
oder . . . . . ca. 100 kΩ II 100 H II 1 nF

Betriebsunsymmetriedämpfung (CCITT Empf. O. 121) . . . . . ≧ 40 dB

Gleichtaktdämpfung bei Betrieb als Geräuschspannungsmesser mit psophometrisch bewertendem Filter (Wahlzubehör BN 677/21) nach CCITT Rec. P. 53

Überlastgrenze, Eingangswiderstand: 600 Ω . . . . . U_{eff} ≦ 10 V

Zulässige Gleichspannung
Eingangswiderstand: hochohmig . . . . . ≦ 50 V

Fremdsteuereingang [22]
zur Fremdsteuerung durch den Steueroszillator OD-8

Frequenz . . . . . 4 bis 6 MHz
Zulässiger Eingangspegel . . . . . −5 bis +5 dB
Eingangswiderstand, koaxial . . . . . 75 Ω

Ausgang des Sendeteils [10] TF-Buchse, unsymmetrisch

Innenwiderstand . . . . . 600 Ω

Gleichspannungsausgang [21] kurzschlußfest

Ausgangsspannung für +2 dB Anzeige am Instrument, Leerlauf . . . . . +5 V
Innenwiderstand . . . . . 5 kΩ

Geräte-Ausführungen und Zubehör

Geräte-Ausführung PMG-13 mit Kanalwahlzusatz BN 677/1

Zur Einstellung der Mittenfrequenz von WT-Kanälen der WT-Systeme FM 120, FM 240, FM 480 durch Einstellen der Kanalnummer mit einem Wahlschalter.

Psophometrisch bewertendes Filter BN 677/21

Zur Geräuschmessung im Frequenzbereich . . . . . 0,3 bis 3,4 kHz
Bewertung . . . . . psophometrisch nach CCITT, Rec. P. 53

Nenngebrauchs-bedingungen

Die Nenngebrauchsbedingungen beschreiben diejenigen Betriebsbedingungen (in beliebiger Kombination), für die die angegebenen Fehlergrenzen gelten. Auf Einschränkungen für einzelne Fehlerangaben ist in den Kenndaten besonders hingewiesen.

Abstimmfrequenz . . . . . 20 Hz bis 20 kHz

Signalfrequenz
selektiv, symmetrisch oder unsymmetrisch
Bandbreite 10 HZ . . . . . 20 Hz bis 20 kHz
(Die untere Frequenzgrenze steigt proportional zur Bandbreite)

breitbandig, symmetrisch	20 Hz bis 20 kHz
unsymmetrisch	20 Hz bis 50 kHz
Pegelbereich, selektiv oder breitbandig	
Pegelmessung	−90 bis +22 dB
Frequenzmessung	−80 bis +22 dB
Instrumentenbereich für Pegel ≧ −80 dB	−10 bis +2 dB
Bandbreiten	10, 20, 40, 100, 200, 400 Hz und 1,6 kHz
Tastgeschwindigkeit bei WT-Systemen	
FM 120, Bandbreite: 100 Hz	50 Baud
FM 240, Bandbreite: 200 Hz	100 Baud
FM 480, Bandbreite: 400 Hz	200 Baud
Eingangswiderstand des Empfangsteils (Eingang 1) und Innenwiderstand der zu messenden Quelle	600 Ω
Innenwiderstand des Sendeteils (Ausgang 10) und Lastwiderstand	600 Ω

Netzspannung

Einstellung	Nenngebrauchsbereich
110 V	96,5 bis 121 V
117 V	103 bis 129 V
127 V	111,5 bis 141 V
220 V	193 bis 242 V
227 V	199 bis 250 V
237 V	208 bis 261 V

Netzfrequenz	47,5 bis 63 Hz
Umgebungstemperatur	−10 bis +55°C
Anwärmzeit	keine

Zusätzliche Angaben

Umgebungstemperatur bei Lagerung und Transport	−40 bis +70°C
Schutzklasse nach VDE 0411	I
Leistungsaufnahme	ca. 30 VA
Gewicht	ca. 14 kg
Abmessungen ohne Deckel (b x h x t) in mm	443 x 130 x 370

Bestellangaben

Pegelmeßgerät PMG-13	BN 677
Ausführung mit Kanalwahlzusatz	BN 677/1
Zubehör (gegen Aufpreis)	
Psophometrisch bewertendes Filter nach CCITT	BN 677/21
Deckel (1 Satz für Vorder- und Rückseite)	SD 3
1 Satz Montagewinkel, Baugröße 3	700/00.03

SPM-11
Selektiver Pegelmesser

und Klirranalysator
mit Senderteil PSE-11
Für den Frequenzbereich 15 Hz bis 200 kHz



- **Umschaltbare Bandbreite, 8 Hz und 40 Hz**
- **Kontinuierliche Frequenzabstimmung in einem Bereich**
- **Flackerfreie digitale Frequenzanzeige mit 1 Hz Auflösung**
- **Hochohmiger erdfreier Eingang sowie Tastkopfanschluß**
- **Hohe Empfindlichkeit, Vollausschlag bei −110 dB (3 μV) Eingangspegel**
- **Halbautomatische Eichung**
- **Lieferbar mit Senderteil PSE-11**
- **Mit PSE-11 k_2-, k_3- und d_2-Messungen möglich**
- **Bedienungsfunktionen auf Wunsch fernsteuerbar**
- **Oberschwingungsmessungen nach EN 50 006**

Anwendung und Eigenschaften

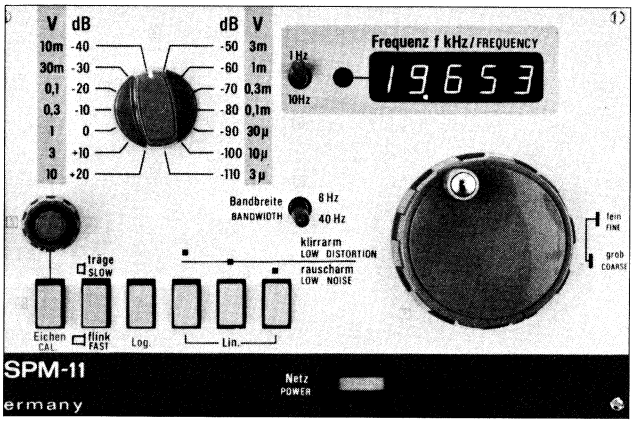
Der selektive Pegelmesser und Klirranalysator SPM-11 erfaßt mit seinem Frequenzbereich von 15 Hz bis 200 kHz das Niederfrequenz- und das untere Trägerfrequenz-Gebiet. Aufgrund der umschaltbaren Bandbreite von 8 Hz und 40 Hz und der hohen Empfindlichkeit eignet sich das Gerät besonders zur Analyse von Frequenzgemischen und zur Messung von Verzerrungs- und Mischprodukten. Ist der Pegelmesser mit dem Senderteil PSE-11 ausgerüstet, dann entsteht eine Meßeinrichtung, die neben selektiven Verstärkungs- und Dämpfungsmessungen auch k_2-, k_3- und d_2-Messungen ermöglicht. Trotz der Vielzahl von Meßmöglichkeiten zeichnet sich das Gerät durch einfache Bedienbarkeit aus.

Wegen seiner besonderen Eigenschaften läßt sich der Meßplatz SPM-11/PSE-11 für die verschiedensten Messungen in der Akustik, Elektronik, Studio-, Fernsprech- und Trägerfrequenztechnik einsetzen.
Der SPM-11 ist auch für Oberschwingungsmessungen nach der Europanorm EN 50 006 geeignet, da die Anzeigezeitkonstante nach einfacher externer Zuschaltung eines Kondensators an einer Buchse auf der Geräterückseite den Forderungen dieser Norm entspricht.
Alle wesentlichen Bedienungsfunktionen des Meßplatzes SPM-11/PSE-11 sind fernsteuerbar. Somit ist auch der Einbau in automatischen Meßanlagen möglich.

Selektiver Pegelmesser SPM-11

Die Abstimmfrequenz läßt sich am SPM-11 in einem Bereich kontinuierlich einstellen. Für den schnellen Frequenzwechsel ist die Stellung »grob« vorgesehen, während in Stellung »fein« ein Untersetzungsgetriebe die genaue Frequenzeinstellung erleichtert. Ein quarzgesteuerter Frequenzzähler zeigt die Abstimmfrequenz mit einer Auflösung von 10 Hz oder 1 Hz an.
Die hochohmigen Meßeingänge des Geräts sind erdfrei ausgeführt, um Brummschleifen zu vermeiden. Für angepaßte Messungen lassen sich Abschlußwiderstände aufstecken. Mit einem 10 : 1-Tastkopf kann das Meßsignal kapazitätsarm abgenommen werden.

Die Pegelanzeige erfolgt an einem großen Zeigerinstrument. Neben einer spannungslinearen Skala mit Volt- und dB-Eichung ist die Anzeige auch auf eine pegellineare Skala mit einem Meßumfang von 80 dB umschaltbar. Dieser große Dynamikbereich ist insbesondere bei Klirrdämpfungsmessungen von Vorteil. In diesem Fall wird z. B. der Grundschwingungspegel mit dem Meßbereichsschalter und dem Eichknopf auf die 0-dB-Marke gebracht, so daß bei der Frequenzabstimmung auf die Oberschwingungen direkt die Klirrdämpfung in dB angezeigt wird. An einem Gleichspannungsausgang steht das Meßergebnis z. B. für die Y-Aussteuerung eines XY-Schreibers oder zur Weiterverarbeitung in einem automatischen Meßsystem zur Verfügung.



Bedienungselemente des SPM-11

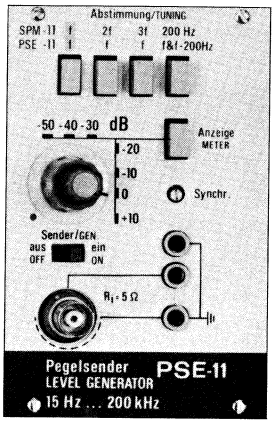
Mit der halbautomatischen Eichung ist jederzeit eine Überprüfung des Geräts auf richtige Absolutpegelanzeige möglich. Der gewählte Meßbereich und die Abstimmfrequenz müssen dabei nicht verändert werden.
Um den Meßfehler durch Eigenrauschen oder Eigenklirren möglichst klein zu halten, läßt sich das Gerät je nach Anwendungsfall in einer rauscharmen oder klirrarmen Meßart betreiben.

Senderteil PSE-11

Der zum Pegelmesser lieferbare Senderteil PSE-11 arbeitet als Mitlaufsender. Frequenzeinstellung und -anzeige geschieht für Sender und Empfänger gemeinsam am Empfänger SPM-11. Damit lassen sich Verstärkungs- und Dämpfungsmessungen besonders einfach und schnell durchführen.

Darüber hinaus kann die Abstimmfrequenz des Pegelmessers durch Tastendruck auf den 2fachen oder 3fachen Wert der Senderfrequenz umgeschaltet werden. Diese Betriebsart erleichtert die Messung der Klirrdämpfung a_{k2} und a_{k3}. Wegen der hohen Eigenklirrdämpfung des Senders sind für diese Messungen keine Zusatzfilter notwendig.
Ebenso einfach sind mit der Meßeinrichtung SPM-11/PSE-11 Differenztonklirrmessungen möglich. Dabei besteht das Sendesignal aus zwei Spannungen, deren Frequenzen sich um 200 Hz unterscheiden. Der Empfänger ist in dieser Betriebsart fest auf die Differenzfrequenz 200 Hz abgestimmt und mißt das Differenztonsignal d_2.

Tasten zur einfachen und schnellen Abstimmung von Sender und Empfänger für k_2-, k_3- und d_2-Messungen



Bedienungselemente des Senderteils PSE-11

Eine Pegelregelung ist möglich, wenn Meßaufgaben einen über der Frequenz sehr konstanten Ausgangspegel erfordern. Dafür eignet sich als Regelverstärker besonders gut der Eichpegelmesser EPM-1 von Wandel & Goltermann.

Fremdsteuerung

Die Fremdsteuerung der Frequenz von Sender und Empfänger ist durch eine externe Trägerfrequenz zu erreichen. Über eine getrennte Buchse kann jedoch auch die Sendefrequenz allein fremdgesteuert werden.
Für die Fremdsteuerung der Frequenz des SPM-11/PSE-11 eignen sich die Steueroszillatoren OD-4 und OD-8 von Wandel & Goltermann. Der OD-8 ermöglicht außerdem über die Frequenzprogrammierkarte ODP-81 den Einsatz des Meßplatzes in Niederfrequenz-Meßautomaten.
Mit der auf Wunsch lieferbaren Fernsteuerkarte sind beim Pegelmesser Meßbereich, Empfangsbandbreite, Eichstellung, sowie die Meßarten klirrarm/rauscharm und die Art der Anzeige (spannungslinear/pegellinear) fernsteuerbar, beim Sender sind es die Betriebsarten k_2-, k_3- und d_2-Messung.

Wobbelung

Ein Wobbelmeßplatz läßt sich mit dem SPM-11/PSE-11 sowie dem OD-8 mit dem Wobbeleinschub ODW-81 aufbauen. Mit dem ODW-81 wird die Steuerfrequenz des Oszillators und damit auch die Abstimm- und Sendefrequenz des SPM-11/PSE-11 gewobbelt.
Die Meßergebnisse können mit einem XY-Schreiber aufgezeichnet werden.

Technische Einzelheiten

Selektiver Pegelmesser SPM-11

Der SPM-11 arbeitet nach dem Prinzip der Mehrfachüberlagerung mit 2 Zwischenfrequenzen.

Auf die umschaltbaren Eingangsteiler und -verstärker folgt ein Tiefpaß, der alle Frequenzen oberhalb des Empfangsbandes (200 kHz) sperrt und damit ZF- und Spiegelfrequenzempfang verhindert.

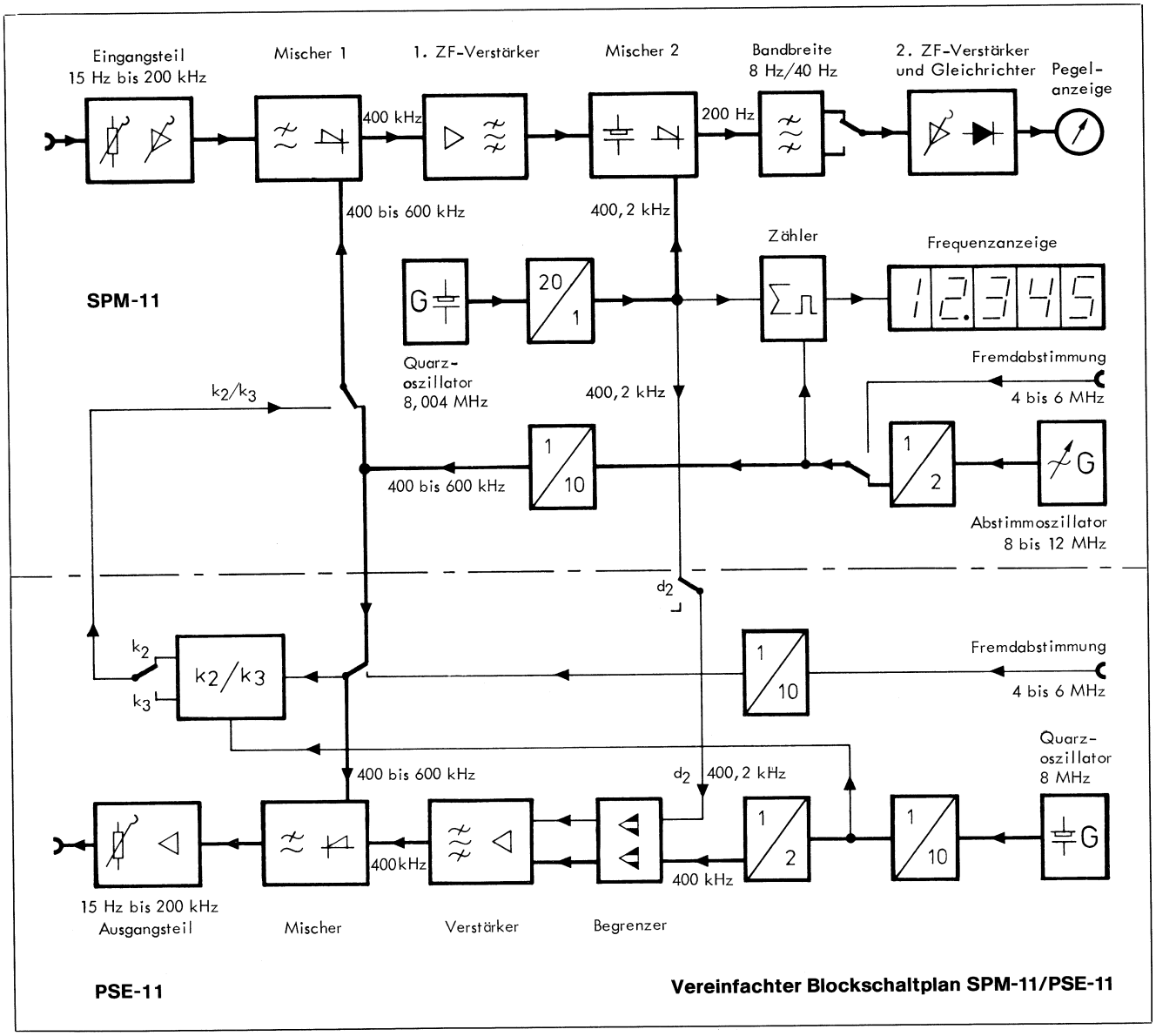
Die Empfangsfrequenz wird im Mischer 1 mit der Frequenz des Abstimmoszillators auf die 1. Zwischenfrequenz von 400 kHz umgesetzt. Der Signalweg führt weiter über den ZF-Verstärker und ein Quarzfilter auf den Mischer 2. Hier erfolgt die Umsetzung auf die 2. Zwischenfrequenz von 200 Hz. Entsprechend der gewünschten Selektion gelangt das Signal durch einen der beiden Bandpässe mit den Bandbreiten 8 Hz und 40 Hz über den zweiten ZF-Verstärker auf den Gleichrichter. Es kann spannungslineare und pegellineare Anzeige gewählt werden.

Senderteil PSE-11

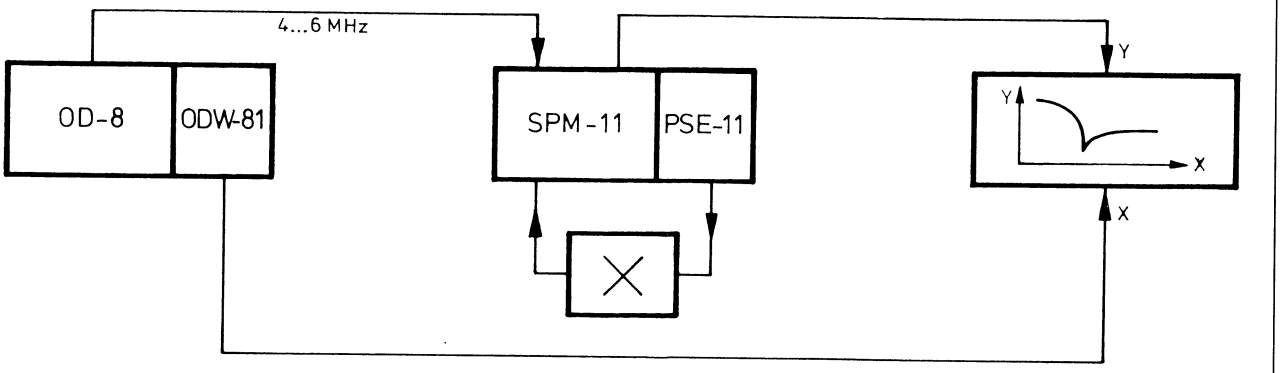
Der PSE-11 erzeugt eine synchron zur Abstimmung des SPM-11 mitlaufende Sendefrequenz. Dazu erhält er vom Empfänger die jeweils eingestellte Trägerfrequenz. Diese wird im Mischer mit der vom 8-MHz-Oszillator abgeleiteten Frequenz in die Sendefrequenzlage umgesetzt. Der Pegel wird mit dem Ausgangsteiler eingestellt.

Bei Messungen von Harmonischen des Sendesignals wird der Empfänger vom Sender auf die doppelte (k_2) bzw. dreifache (k_3) Sendefrequenz abgestimmt. Die Frequenzen für k_2-, k_3-Messungen werden im Sender aufbereitet und dem Mischer 1 des Empfängers anstelle der Frequenz des Abstimmoszillators zugeführt.

Für Differenztonklirrmessungen (d_2) erhält der Mischer des PSE-11 neben dem 400-kHz-Signal ein weiteres von 400,2 kHz. Dadurch entstehen am Ausgang des Senders zwei Signale mit den Frequenzen f und f – 200 Hz.



Vereinfachter Blockschaltplan SPM-11/PSE-11



Wobbelmeßplatz mit SPM-11/PSE-11, OD-8/ODW-81 und einem XY-Schreiber

Technische Daten

SPM-11/PSE-11

Alle wesentlichen Geräteeigenschaften sind durch garantierte Toleranz- und Grenzwertangaben und nicht durch typische Werte gekennzeichnet. Sie gelten nicht nur bei Auslieferung, sondern mindestens für die gesamte Garantiezeit.

Empfänger SPM-11

Frequenzabstimmung

Frequenzbereich	15 Hz bis 200 kHz
Frequenzeinstellung	stetig durchstimmbar im ganzen Bereich
Frequenzanzeige	durch Frequenzzähler mit 5stelliger, flackerfreier Leuchtziffer-Anzeige mit Überlauf-Anzeige
Frequenzauflösung, umschaltbar	10 Hz bzw. 1 Hz
Fehlergrenze der Frequenzanzeige	$\pm 5 \cdot 10^{-6} \pm 1$ Einheit der letzten angezeigten Stelle

Fremdabstimmung und Wobbelmöglichkeit
Direkter Anschluß von OD-8 (BN 377) und OD-4 (BN 659) möglich.

Pegelanzeige

Meßbereiche für 0-dB-Instrumentenanzeige umschaltbar in Stufen von	10 dB
Eingang I (100kΩ)	−110, −100, . . ., +20 dB 3 µV, 10 µV, . . ., 10 V
Eingang II (1 MΩ) 20 dB Dämpfung gegenüber Eingang I	−90, −80, . . ., +40 dB 30 µV, 100 µV, . . ., 100 V
Instrumentenskalen, umschaltbar spannungslineare Skalenbereiche	−20 bis +2 dB 0 bis 10 V 0 bis 3 V
pegellinearer Skalenbereich	−80 bis 0 dB
Aussteuerung für die spannungslinearen Skalenbereiche umschaltbar in 3 Stufen zwischen rauscharm, mittel und klirrarm	
Zeitkonstante der Anzeige, umschaltbar	flink/träge

Eichung, halbautomatisch

Spannungspegel	0 dB ≙ 0,775 V
Einstellbereich der Verstärkung	grob ca. ±6 dB
	fein ca. ±0,8 dB

Fehlergrenzen der Anzeige des Eingangspegels nach Eichung bei der benutzten Bandbreite

Fehlergrenze der Pegelanzeige im Meßbereich 0 dB bei 0-dB-Anzeige und bei f = 1 kHz

	Eingang I	Eingang II
spannungslineare Skalenbereiche	±0,1 dB	±0,3 dB
pegellinearer Skalenbereich	±0,5 dB	±0,7 dB

Fehlergrenze des Meßbereichsteilers bei f = 1 kHz . . . . . ±0,1 dB

Fehlergrenze des Frequenzganges bezogen auf f = 1 kHz in allen Pegelmeßbereichen und Aussteuerungsstufen

	Eingang I	Eingang II
Frequenzbereich 50 Hz bis 110 kHz	±0,1 dB	±0,3 dB
20 Hz bis 200 kHz	±0,2 dB	±0,3 dB
15 Hz bis 200 kHz	±0,35 dB	±0,35 dB

Fehlergrenze der Skalenteilung des Anzeigeinstrumentes, bezogen auf Skalenmarke 0 dB

spannungslineare Skalenbereiche	±1% v. E.
pegellinearer Skalenbereich 0 bis −60 dB	±1,5 dB
−60 bis −80 dB	±2,5 dB

Meßeingänge

Die Meßerde ist vom Gehäuse des Geräts trennbar.

Kapazität zwischen Meßerde und Gehäuse	ca. 1,5 nF
Eingang I, unsymmetrisch	Universalbuchse Versacon® 9
	parallel 3 pol. TF-Buchse
Eingangswiderstand	100 kΩ ‖ 50 pF
Eingang II, unsymmetrisch	Universalbuchse Versacon® 9
Eingangswiderstand	1 MΩ ‖ 30 pF

(für Tastkopfanschluß geeignet)

Selektion

Bandbreite umschaltbar

Schmal

Frequenzbereich	15 Hz bis 200 kHz
3-dB-Bandbreite	8 Hz
Effektive Rauschbandbreite	ca. 6 Hz
Sperrdämpfung bei $\Delta f = \pm \geqq 22$ Hz	≧ 60 dB

Breit

Frequenzbereich	200 Hz bis 200 kHz
3-dB-Bandbreite	40 Hz
Effektive Rauschbandbreite	ca. 30 Hz
Sperrdämpfung bei $\Delta f = \pm \geqq 150$ Hz	≧ 60 dB
Zwischenfrequenzdämpfung (200 Hz u. 400 kHz)	≧ 80 dB

Spiegelwellendämpfung

Abstimmfrequenz plus 800 kHz	≧ 80 dB
Abstimmfrequenz minus 400 Hz	≧ 70 dB

Eigenklirren und Eigenstörpegel

Eigenklirrdämpfung a_{k2} und a_{k3}
bei Abstimmung am Empfänger . . . . . ≧ 80 dB
bei Abstimmung mit k_2- und k_3-Tasten am PSE-11 . . . . . ≧ 70 dB

Eigendifferenztondämpfung a_{d2} nach DIN 45 403 . . . . . ≧ 80 dB

Diese Werte gelten im spannungslinearen Bereich bei Aussteuerung „klirrarm" und 60 dB Empfindlichkeitserhöhung gegenüber dem Summenpegel,
im pegellinearen Bereich für Summenpegel ≦ 0 dB,
in beiden Fällen bei beliebiger Einstellung des Eichpotentiometers

Eigenstörpegel, auf den Eingang bezogen
Eingang I mit 1 kΩ abgeschlossen,
Verbindungslasche zwischen Meßerde und Gehäuse geschlossen,
Aussteuerung rauscharm
Rauschen und Trägerrest:
Bandbreite 40 Hz, f ≧ 500 Hz . . . . . ≦ −130 dB
8 Hz, f ≧ 500 Hz . . . . . ≦ −135 dB
8 Hz, f ≧ 30 Hz . . . . . ≦ −125 dB

Sender PSE-11

Frequenz

Frequenzbereich . . . . . 15 Hz bis 200 kHz

Frequenzabstimmung und -anzeige am Empfänger,
Fremdabstimmung gemeinsam mit SPM-11 oder getrennt möglich.
Geeignete Steuersender sind OD-8 und OD-4

Fehlergrenze der Frequenzanzeige einschließlich Digitalfehler
(nach Synchronisierung mit dem Empfänger
bei 8 Hz Bandbreite) . . . . . $\pm 5 \cdot 10^{-6} \pm 2$ Hz $\pm$ 1 Einheit der letzten angezeigten Stelle

Sendepegel

Pegelbereiche für 0-dB- Instrumentenanzeige . . . . . −50 bis +10 dB (3 mV bis +3 V)
einstellbar in Stufen von . . . . . 10 dB
zusätzlich stetig einstellbar . . . . . −20 bis +2 dB

Anzeige des Sendepegels (Leerlaufspannung) . . . . . über Drucktaste am Empfängerinstrument

Summenfehler der Pegelanzeige

Fehlergrenze der Sendepegelanzeige
bei Instrumentenanzeige −10 bis +2 dB . . . . . ±0,5 dB

Einzelfehler der Pegelanzeige
Fehlergrenze der Sendepegelanzeige
im Pegelbereich 0 dB, bei 0 dB Anzeige
am Instrument und bei f = 1 kHz . . . . . ±0,2 dB

Fehlergrenze des Pegelbereichsteilers
bei f = 1 kHz und Ra ≧ 150 Ω . . . . . ±0,1 dB

Frequenzgang bei reellem Lastwiderstand
und konstanter Instrumentenanzeige . . . . . ≦ ±0,2 dB

Temperaturkoeffizient der
Senderausgangsspannung, bezogen auf +23° C . . . . . ±0,01 dB/K

Senderausgang

unsymmetrisch, kurzschlußfest . . . . . Universalbuchse Versacon® 9
parallel 3polige TF-Buchse
Innenwiderstand . . . . . 5 Ω
Zulässiger Lastwiderstand . . . . . ≧ 75 Ω
Senderausstattung . . . . . über Schalter

Störspannungen am Senderausgang
Eigenklirrdämpfung und Eigendifferenztondämpfung nach DIN 45403
bei Ausgangsspannungen ≦ 0 dB . . . . . a_{k2}, a_{k3}, a_{d2} ≧ 80 dB
bei Ausgangsspannungen ≧ 0 dB . . . . . a_{k2}, a_{k3}, a_{d2} ≧ 70 dB

Abstand nichtharmonischer Störspannungen
im Frequenzbereich 15 Hz bis 200 kHz vom Nutzsignal
in den Pegelbereichen −30 dB bis +10 dB
bei Anzeige + 2 bis −2 dB am Instrument . . . . . ≧ 80 dB
bei Anzeige +2 bis −10 dB am Instrument . . . . . ≧ 70 dB

Meßeinrichtung für Klirrdämpfung (k_2, k_3) und Differenztondämpfung (d_2)

k_2- und k_3-Messung nach DIN 45403

Die Frequenzabstimmung des Empfängers SPM-11 ist
umschaltbar von der Grundschwingung f auf . . . . . 2 f und 3 f

Frequenzbereich der Grundschwingung f
für k_2-Messung . . . . . 30 Hz bis 99 kHz
für k_3-Messung . . . . . 15 Hz bis 66 kHz

d_2-Messung nach DIN 45403
Das Sendesignal des PSE-11 besteht in dieser
Betriebsart aus zwei Frequenzen . . . . . f und f-200 Hz
Der Empfänger ist fest abgestimmt auf . . . . . 200 Hz
Frequenzbereich für d_2-Messung . . . . . 800 Hz bis 200 kHz

Allgemeine Daten

Ausgänge und Steuereingänge (Rückwand)

ZF-Ausgang, unsymmetrisch . . . . . Universalbuchse Versacon® 9
Außenleiter mit Meßerde verbunden
Ausgangswiderstand . . . . . 600 Ω
Ausgangspegel bei Instrumentenanzeige 0 dB
und $R_a = R_i = 600\ \Omega$ . . . . . ca. 0 dB

Gleichspannungsausgang, unsymmetrisch . . . . . 2pol. Telefonbuchse
einseitig mit Meßerde verbunden
Ausgangswiderstand . . . . . 5 kΩ
Ausgangsleerlaufspannung bei Vollausschlag. . . . . + 5 V

Eingänge für Fremdabstimmung . . . . . Universalbuchsen Versacon® 9
zulässiger Pegel . . . . . −10 bis +10 dB
Eingangswiderstand . . . . . 75 Ω
Bei Anlegen der Steuerfrequenz (4 bis 6 MHz) schaltet das Gerät selbsttätig
auf Fremdabstimmung um

Über einen Eingang werden SPM-11 und PSE-11 gemeinsam abgestimmt,
über einen anderen Eingang nur der PSE-11.

Zusatzanschluß für externe Ergänzungseinrichtungen: z. B. für die Erhöhung
der Anzeigezeitkonstante, die Feinverstimmung der internen Abstimmfrequenz u. a.

Anschluß für Regelung des Sendepegels durch den Eichpegelmesser EPM-1

Fernsteuereingang, (auf Wunsch) für die Fernsteuerung der wichtigsten
Funktionen

Nenngebrauchsbedingungen der Einflußgrößen

Netzspannung

Einstellung am Spannungswähler	Nennbetriebsbereich SPM-11	Nennbetriebsbereich SPM-11 mit PSE-11
110 V	93,5 V bis 121 V	97 V bis 121 V
117 V	100 V bis 129 V	103 V bis 129 V
127 V	109 V bis 141 V	113 V bis 141 V
220 V	187 V bis 242 V	194 V bis 242 V
227 V	193 V bis 250 V	200 V bis 250 V
235 V	202 V bis 262 V	209 V bis 262 V

Netzfrequenz . . . . . 45 bis 66 Hz

Umgebungstemperatur . . . . . +5 bis +40 °C

Leistungsaufnahme SPM-11 . . . . . ca. 45 VA
SPM-11 und PSE-11 . . . . . ca. 60 VA

Zusätzliche Angaben

Umgebungstemperatur bei Lagerung und Transport . . . . . −40 bis +70 °C
Schutzklasse nach VDE 0411 I
Funkstörgrad . . . . . K

Abmessungen

Tischgerät		19"-Einschub (DIN 41 494)	
Breite mit Griffen	478 mm	Einbaubreite	443 mm
Höhe über alles	155 mm	Einbauhöhe	132 mm
Tiefe mit Griffen	407 mm	Einbautiefe	353 mm

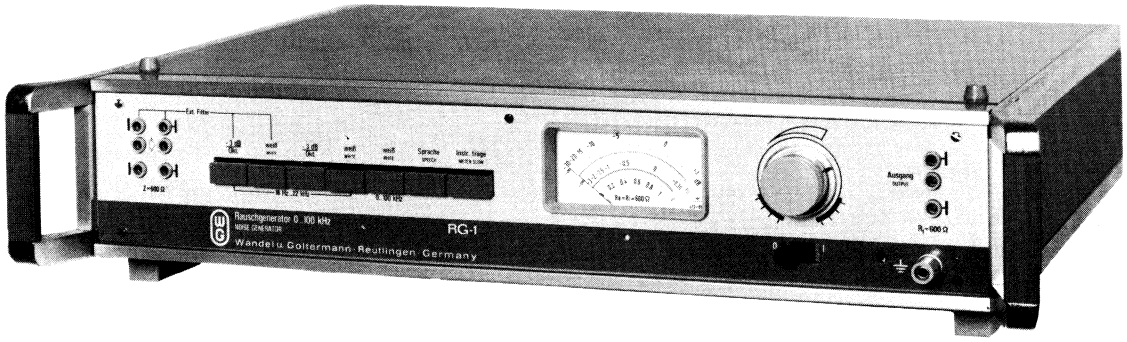
Gewicht SPM-11 . . . . . 12,5 kg
SPM-11 mit PSE-11 . . . . . .14 kg

Bestellangaben

Selektiver Pegelmesser SPM-11	BN 604
Senderteil PSE-11	BN 628
Meßzubehör (gegen Aufpreis)	
Fernsteuerkarte	BN 604/1
Transportschutzdeckel	DE 2

RG-1
Rauschgenerator

für Meßaufgaben der Akustik, Regelungs- und Trägerfrequenztechnik



- **Weißes Rauschen, 2 Frequenzbereiche (umschaltbar) 0 bis 108 kHz und 16 Hz bis 22 kHz**
- **»Rosa« Rauschen im Frequenzbereich 16 Hz bis 22 kHz**
- **Sprachsimulierendes Rauschen nach CCITT**
- **Gaußsche Amplitudenverteilung bis 8 · U_{eff}**
- **Extrem kleine Netzbrummstörung und Netzspannungsabhängigkeit**
- **Anschlüsse für externe Filter mit Dämpfungsausgleich bis zu 24 dB**
- **Effektivwert-Anzeige in Volt, dB und Np**
- **Mit Siliziumhalbleitern bestückt**

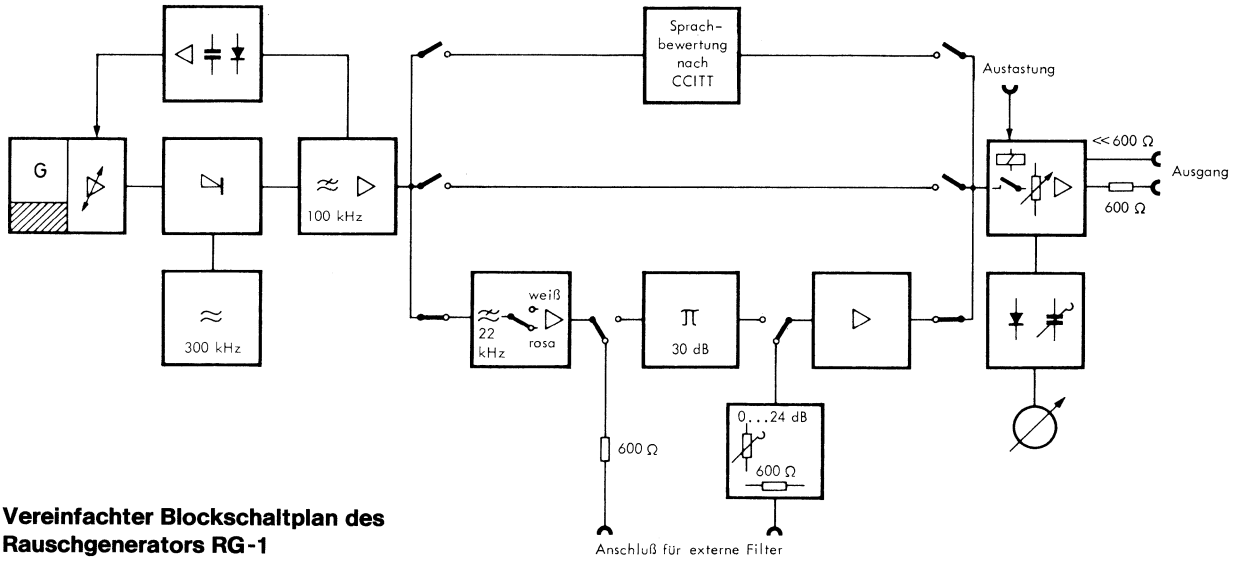
Anwendung und Eigenschaften

Für Messungen in der Bau- und Raumakustik verwendet man mit Vorteil Rauschsignale zur Erzeugung diffuser Schallfelder. Dieses Verfahren ist den Meßmethoden mit verschiedenen Festfrequenzen oder gleitenden Heultönen vorzuziehen, da gerade das Rauschspektrum eine gewisse Ähnlichkeit mit den Spektren von Sprache und Musik aufweist und wegen seiner praktisch kontinuierlichen Struktur ein sicheres Auffinden von Resonanzen ermöglicht. Mit dem Rauschgenerator RG-1 lassen sich in Verbindung mit Terz- und Oktavfiltern (z. B. dem Universalfilter UF-1 von Wandel & Goltermann) u. a. frequenzabhängige Körper- und Luftschalldämmungen, Nachhallzeiten und Schallverteilungen messen.

Mechanische Anlagen, wie Fahrzeuge, Servosysteme usw. sowie elektrische Schaltungen, z. B. Regelkreise oder Lautsprecher, werden ebenfalls unter Verwendung von Rauschsignalen auf ihre Eigenschaften untersucht. Der Frequenzbereich des vom RG-1 erzeugten Rauschspektrums reicht deshalb vom tiefen Infraschall bis weit in das Gebiet des Ultraschalls.

Da der Rauschgenerator RG-1 auch ein sprachsimulierendes Rauschspektrum nach CCITT liefert, können Intermodulations- und Nebensprechmessungen an Kanalumsetzern und Ubertragungsstrecken vorgenommen werden. Mit zwei Rauschgeneratoren RG-1 und einem zusätzlichen Schaltfeld RGS-1 von Wandel & Goltermann läßt sich diese Prüfung

zeitsparend, ggf. auch programmgesteuert ausführen.
Zur Prüfung von Datenübertragungsanlagen auf Störanfälligkeit fordert man für das Rauschsignal Gaußsche Amplitudenverteilung und Spitzenwerte bis zum 6- bis 8fachen Effektivwert. Diese Forderung erfüllt der RG-1 bei verminderter Ausgangsspannung. Ferner lassen sich mit weißem Rauschen allgemeine Untersuchungen stochastischer Prozesse durchführen.



Vereinfachter Blockschaltplan des Rauschgenerators RG-1

Technische Einzelheiten

Für eine Vielzahl von Anwendungsmöglichkeiten stehen 4 mit Drucktasten wählbare Rauschbänder zur Verfügung. Der eingestellte Rauschpegel kann an einem in Volt, dB und Np geeichten Instrument abgelesen werden.
Der Rauschgenerator ist mit Buchsen für den Anschluß externer Filter ausgerüstet. Es kann im Gerät eine durch verringerte Bandbreite bewirkte Dämpfung bis zu 24 dB ausgeglichen werden.
Für Messungen mit Terz- oder Oktavfiltern steht auch ein Rauschsignal mit 3 dB Abfall pro Oktave zur Verfügung. Dieses sogenannte »rosa Rauschen« weist in beliebigen Terz- oder Oktavbändern stets den gleichen Energiegehalt auf.
Werden schmalbandige Filter in den Signalweg des Generators eingeschleift, so weist die Anzeige naturgemäß größere Schwankungen auf. Durch Tastendruck kann in diesem Falle auf eine verlängerte Integrationszeit umgeschaltet werden, so daß sich der Sendepegel nahezu schwankungsfrei ablesen läßt.
Über einen externen Steuerkontakt ist es möglich, das Sendesignal des Generators auszutasten, was bei Messungen von Nachhall, Rauschzahlen u. a. vorteilhaft ist.

Technische Daten des Rauschgenerators RG-1

Alle wesentlichen Geräteeigenschaften sind durch garantierte Toleranz- und Grenzwertangaben und nicht durch typische Werte gekennzeichnet. Sie gelten nicht nur bei Auslieferung, sondern mindestens für die gesamte Garantiezeit.

Rauschspektren

mit Drucktasten wählbar

Spektrum 1 . . . . . Weißes Rauschen
Frequenzbereich . . . . . 0 bis 108 kHz
Effektive Bandbreite . . . . . 110 kHz ± 10 %

Frequenzgangschwankung bezogen auf mittleren Wert bei $R_a = R_i = 600\ \Omega$
im Bereich 30 Hz bis 100 kHz . . . . . ± 0,5 dB
im Bereich 30 Hz bis 108 kHz . . . . . ± 1 dB

Spektrum 2 . . . . . Weißes Rauschen
Frequenzbereich . . . . . 16 Hz bis 22 kHz
Effektive Bandbreite . . . . . 26 kHz ± 10 %

Frequenzgangschwankung bezogen auf mittleren Wert bei $R_a = R_i = 600\ \Omega$
im Bereich 30 Hz bis 20 kHz . . . . . ±0,5 dB

Spektrum 3 . . . . . »Rosa« Rauschen
Frequenzbereich . . . . . 16 Hz bis 22 kHz
Frequenzgang . . . . . −3 dB pro Oktave

Frequenzgangschwankung bezogen auf Frequenzgang −3 dB pro Oktave
im Bereich 30 Hz bis 20 kHz . . . . . ±1 dB

Spektrum 4 . . . . . sprachsimulierendes Rauschen nach CCITT[1)]

Ausgangspegel

an $R_a = R_i = 600\ \Omega$ (0 dB = 0 Np ≙ 0,775 V ≙ 1 mW an 600 Ω)
stetig einstellbar . . . . . −20 bis +3 dB

Ausgänge

Ausgang 1
Innenwiderstand . . . . . 600 Ω ± 3%

Ausgang 2 (auf der Geräterückseite) . . . . . niederohmiger Ausgang für den Anschluß des Schaltfeldes RGS-1

Amplitudenverteilung

Gaußsche Verteilung
für Ausgangspegel ≦ 0 dB . . . . . bis mindestens $4 \cdot U_{eff}$
für Ausgangspegel ≦ −6 dB . . . . . bis mindestens $8 \cdot U_{eff}$

Pegelanzeige

in Effektivwerten geeichter Mittelwertgleichrichter
Skala 1 . . . . . −30 bis +3 dB
Skala 2 . . . . . −3,5 bis +0,35 Np
Skala 3 . . . . . 0 bis 1,1 V

Skalenteilungsfehler . . . . . ±2% v. E.

Fehlergrenzen der Anzeige bei 0 dB und $R_a = R_i = 600\ \Omega$
im Spektrum 2 und 4 . . . . . ± 0,2 dB
im Spektrum 1 . . . . . ± 0,35 dB

Frequenzgang der Anzeige
bei Verwendung von Terz- bzw. Oktavfiltern
im Bereich 30 Hz bis 20 kHz . . . . . ± 0,1 dB

Zeitkonstante der Anzeige . . . . . ca. 200 ms
für die Spektren 2, 3 und 4 umschaltbar auf . . . . . ca. 5 s

Fremdfilteranschluß

für die Spektren 2 und 3
Wellenwiderstand der Anschlüsse . . . . . 600 Ω
Pegel am Filtereingang . . . . . ca. 0 dB
Dämpfungsausgleich . . . . . bis 24 dB

Austastung

durch Steuerkontakt oder elektronisch
Restrauschen bei Austastung (breitbandig gemessen) . . . . . ≦ −70 dB

Störeinflüsse

Störabstand für Netzbrumm (Netzfrequenz oder Harmonische)
Spektren 1, 2 und 4 (breitbandig gemessen) . . . . . ca. 80 dB
Spektren 2 und 3 (bei Terzbandbreite gemessen) . . . . . ca. 60 dB

Änderung des Ausgangspegels ohne Nachregelung
bei einer Netzspannungsänderung von 10% . . . . . ≦ 0,05 dB

Einfluß von Umgebungstemperaturänderungen
im Bereich von −10 bis +60 °C
Änderung des Ausgangspegels bei fester Potentiometereinstellung . ca. ± 0,05 dB/ °C
Änderung des Ausgangspegels bei konstant gehaltener Anzeige ca. ± 0,005 dB/ °C

Allgemeine Daten

Stromversorgung
Netzspannung umschaltbar . . . . . 110/117/127/220/227/235 V
Netzfrequenz . . . . . 45 bis 60 Hz
Leistungsaufnahme . . . . . ca. 6 VA
Speisespannung, an einer Buchse (R_i = 1 kΩ) auf der
Geräterückseite verfügbar . . . . . +15 V und −15 V

Buchsenausführung . . . . . 3polige TF-Buchsen

1) Bei Bedarf kann anstelle des Sprachbewertungsfilters auch ein anderes Filter eingebaut werden.

Abmessungen	Tischgerät		19"-Einschub (DIN 41 494)	
	Breite mit Griffen	478 mm	Einschubbreite	443 mm
	Höhe über alles	110 mm	Einschubhöhe	87 mm
	Tiefe mit Griffen	407 mm	Einbautiefe	353 mm

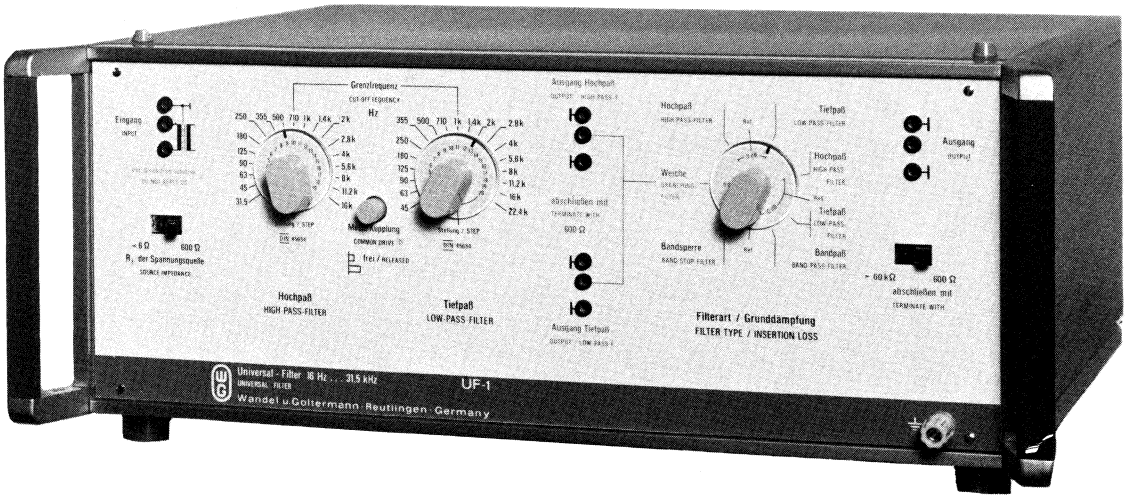
Gewicht . . . . . 8 kg

Bestellangaben

Rauschgenerator RG-1	BN 413
Transportschutzdeckel (gegen Aufpreis)	DE 1

UF-1
Universal-Filter

für vielseitige NF-Messungen im Frequenzbereich 16 Hz bis 31,5 kHz



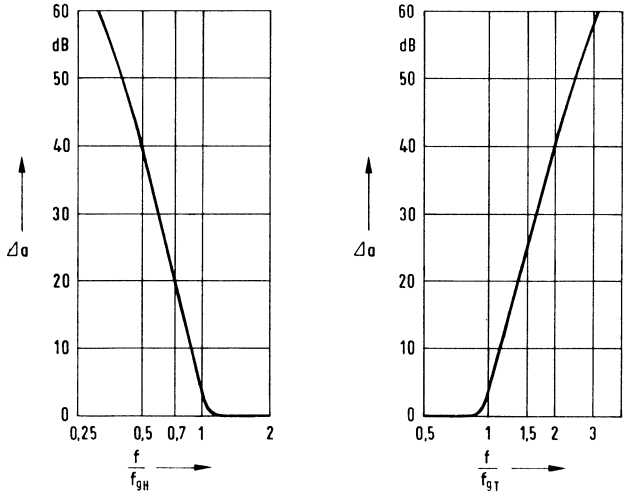
- **5 Betriebsarten: Hochpaß, Tiefpaß, Bandpaß, Bandsperre, Weiche**
- **insgesamt etwa 400 mögliche Einstellungen**
- **19 Hochpaß- und Tiefpaß-Grenzfrequenzen nach DIN 45401, einzeln und gemeinsam umschaltbar**
- **Hohe Übereinstimmung der Dämpfungscharakteristik sowohl bei den Hochpässen als auch bei den Tiefpässen**
- **Große Flankensteilheit und Weitab-Dämpfung**
- **Geringes Eigenklirren**
- **Niedriges Gewicht**

  Berücksichtigung der DIN-Normen 45654 und 45651 über veränderbare Hoch- und Tiefpässe und flächengleiche Oktavfilter für elektronische Messungen

Anwendung und Eigenschaften

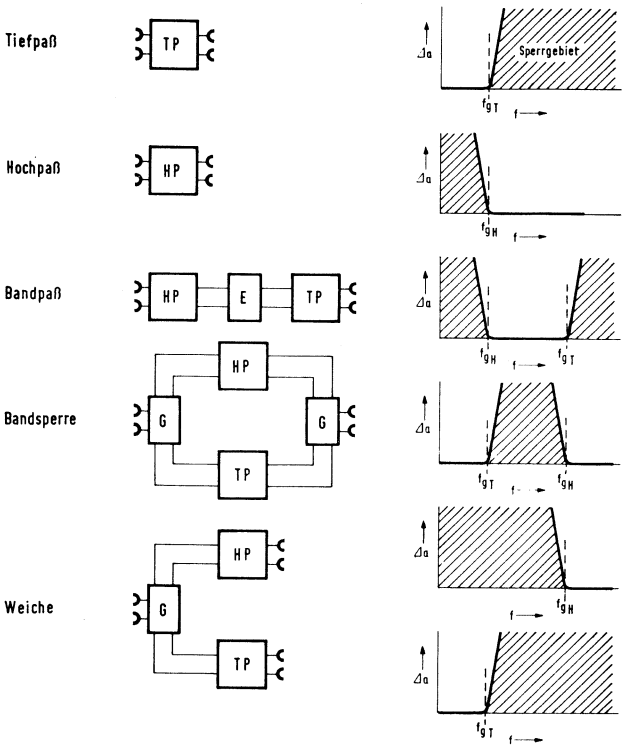
Das Universal-Filter UF-1 ist ein universell anwendbares Filter im erweiterten akustischen Frequenzbereich. Neue Berechnungsverfahren unter Zuhilfenahme elektronischer Rechenanlagen führten zu einer merklichen Verbesserung der Dämpfungsverläufe. Durch Einrechnen der Spulenverluste wurden erhebliche Gewichtsersparnisse erzielt; trotzdem konnte dabei das Eigenklirren bemerkenswert niedrig gehalten werden. Mit Hilfe von Gabelschaltungen und Entkopplungsgliedern ist neben den Hoch- und Tiefpässen die Bildung von Bandpässen und Bandsperren möglich; insgesamt ergeben sich 381 verschiedene Filtereinstellungen. Auch Weichenschaltungen lassen sich realisieren.
Am Ein- und Ausgang des Universal-Filters UF-1 sind abschaltbare 600-Ω-Widerstände eingebaut; damit können bei starker Fehlanpassung die Quell- bzw. Abschlußimpedanzen nachgebildet werden. Die jeweiligen Filter-Grunddämpfungen lassen sich durch einschaltbare Referenzdämpfungen nachbilden.
Zum einfachen Umschalten der Mittenfrequenzen bei Bandpässen und Bandsperren mit konstanter relativer Bandbreite (z. B. Oktavbandpässe oder Halboktavbandpässe) ist auch ein mechanisches Zusammenkuppeln der Grenzfrequenzumschalter möglich.
Die Wahl der Grenzfrequenzen erfolgte unter Berücksichtigung der Normblätter DIN 45401 und ISO R 226 über Normfrequenzen für akustische Messungen. Die 19 Hoch- und

Tiefpässe des UF-1 erfüllen die Bedingungen von DIN 45654 über veränderbare Hoch- und Tiefpässe für elektroakustische Messungen. Die gleichmäßig verlaufenden Dämpfungskurven der Hoch- und Tiefpässe bei den verschiedenen einstellbaren Grenzfrequenzen entsprechen bei der Bildung von Oktavbandpässen den in DIN 45651 festgelegten Bestimmungen für flächengleiche Oktavfilter. Auch die Toleranzangaben der IEC-Empfehlung 225 über Oktav- und Halboktavbandpässe wurden berücksichtigt.



Dämpfungsverlauf des Hoch- und Tiefpasses

Δa = Betriebsdämpfung – Grunddämpfung, f_{gH} = Grenzfrequenz des Hochpaßfilters, f_{gT} = Grenzfrequenz des Tiefpaßfilters.



Mit dem Universal-Filter UF-1 einstellbare Filterschaltungen

E = Entkopplungslied, G = Gabelschaltung, f_{gH} = Grenzfrequenz des Hochpaßfilters, f_{gT} = Grenzfrequenz des Tiefpaßfilters, Δa = Betriebsdämpfung – Grunddämpfung.

Technische Daten des Universal-Filters — UF-1

Alle wesentlichen Geräteeigenschaften sind durch garantierte Toleranz- und Grenzwertangaben und nicht durch typische Werte gekennzeichnet. Sie gelten nicht nur bei Auslieferung, sondern mindestens für die gesamte Garantiezeit.

Frequenzbereich	Arbeitsfrequenzbereich (AF) entsprechend DIN 45654	16 Hz bis 31,5 kHz
	Übertragungsbereich, 3-dB-Grenzen	ca. 5 Hz bis 150 kHz
Eingang	Erforderlicher Generator-Innenwiderstand, umschaltbar	600 Ω ± 2% oder < 6 Ω
	Unsymmetriedämpfung im Arbeitsfrequenzbereich	> 40 dB
	Gebrauchs-Nennspannung im AF (Generator-Leerlaufspannung)	≦ 4,2 V
	für f = 2 Hz bis 16 Hz	≦ 0,5 V
	Maximal zulässige Spannung im AF	≦ 12 V
	für f = 2 Hz bis 16 Hz	≦ 1,5 V
Ausgänge	Erforderlicher Abschlußwiderstand bei den Filterarten HP, TP, BP und BS, umschaltbar	600 Ω ± 2% oder > 60 kΩ
	Erforderliche Abschlußwiderstände bei der Betriebsart »Weiche«	2 x (600 Ω ± 2%)
Nenngrunddämpfung	beim Betrieb als Tiefpaß und Hochpaß, umschaltbar	3 dB oder 10 dB
	beim Betrieb als Bandpaß und Bandsperre	10 dB
	beim Betrieb als Frequenzweiche	6 dB

Referenzdämpfung

umschaltbar . . . . . 3 dB ± 0,2 dB oder 10 dB ± 0,2 dB

Grenzfrequenzen f_g

nach DIN 45401 bzw. ISO R 226

Hochpaß, f_{gH} . . . . . 31,5 / 45 / 63 / 90 / 125 / 180 / 250 / 355 / 500 / 710 Hz
1 / 1,4 / 2 / 2,8 / 4 / 5,6 / 8 / 11,2 / 16 kHz

Tiefpaß, f_{gT} . . . . . 45 / 63 / 90 / 125 / 180 / 250 / 355 / 500 / 710 Hz
1 / 1,4 / 2 / 2,8 / 4 / 5,6 / 8 / 11,2 / 16 / 22,4 kHz

Grenzfrequenz (3-dB-Punkt) bezogen auf die Nenngrunddämpfung . . . . f_g (1 ± 4,5%)

Effektive Grenzfrequenz bezogen auf die Nenngrunddämpfung . . . . . f_g (1 ± 10%)

Effektive Grenzfrequenz beim Betrieb als „Weiche“ . . . . . f_g (1 ± 15%)

Durchlaßbereich

Betrieb als Hochpaß und HP-Ausgang bei Betrieb als „Weiche“ . . . . . $> 1{,}25\ f_{gH}$

Betrieb als Tiefpaß und TP-Ausgang bei Betrieb als „Weiche“ . . . . . $< 0{,}8\ f_{gT}$

Betrieb als Bandpaß . . . . . 1,25 f_{gH} bis 0,8 f_{gT}

Abweichung der Dämpfung im Durchlaßbereich (innerhalb des AF)
von der Nenngrunddämpfung (Welligkeit)

Betrieb als HP, TP, Oktavbandpaß . . . . . ≦ ± 0,5 dB

Betrieb als Bandpaß . . . . . ≦ + 0,8 dB / − 0,5 dB

Betrieb als BS in den Bereichen 16 Hz bis 0,8 f_{gT}
und 1,25 f_{gH} bis 31,5 kHz . . . . . ≦ + 0,8 dB / − 0,5 dB

Betrieb als „Weiche“ . . . . . ≦ ± 0,8 dB

Sperrbereich

Sperrdämpfungen im AF

Tiefpaß		Hochpaß	
bei f ≧ 1,4 f_{gT}	≧ 18 dB	bei f ≦ 0,7 f_{gH}	≧ 18 dB
bei f ≧ 2,2 f_{gT}	≧ 40 dB	bei f ≦ 0,45 f_{gH}	≧ 40 dB
bei f ≧ 3,6 f_{gT}	≧ 60 dB	bei f ≦ 0,28 f_{gH}	≧ 60 dB

Abweichung der Sperrdämpfung außerhalb des AF
im Bereich f ≧ 3,6 f_{gT} bis 100 kHz . . . . . ≧ 50 dB
im Bereich 100 kHz bis 150 kHz . . . . . ≧ 40 dB

Betrieb als Bandsperre, Sperrdämpfung in Bandmitte bei einer
Bandbreite von 2 Oktaven . . . . . ca. 35 dB
Bandbreite von 3 Oktaven . . . . . ca. 50 dB
Bandbreite von ≧ 4 Oktaven . . . . . ca. 60 dB

Mittlere effektive Bandbreite beim Betrieb als Oktavbandpaß
(f_m ist die zwischen den Grenzfrequenzen liegende Nennfrequenz) . . . . $0{,}74 \cdot f_m$
Flächenungleichheit (nach DIN 45651) . . . . . ≦ ± 0,8 dB

Mittlere effektive Bandbreite beim Betrieb als Halboktavbandpaß . . . $0{,}37 \cdot \sqrt{f_{gH} \cdot f_{gT}}$

Klirrverhalten

Effektivwert der Gesamtklirrspannung am Ausgang des Filters
bei der Gebrauchs-Nennspannung 4,2 V und der Frequenz ≧ 30 Hz

Betriebsart	Nenngrunddämpfung	
HP; TP	3 dB	≦ 20 mV
HP; TP; BP; BS	10 dB	≦ 10 mV
Weiche	6 dB	≦ 15 mV
Referenzdämpfung	3 dB/10 dB	≦ 10 mV

Störquotient am Ausgang im beliebig gerichteten magnetischen
Wechselfeld von 4 A/m und 50 Hz (DIN 45410) . . . . . $\leqq 0{,}25\ \frac{\text{mV}}{\text{A/m}}$

Temperaturabhängigkeit

der Grenzfrequenz . . . . . ≦ ± 0,5‰/° C

der Grunddämpfung und der Welligkeit . . . . . ≦ ± 0,01 dB/° C

Allgemeine Daten

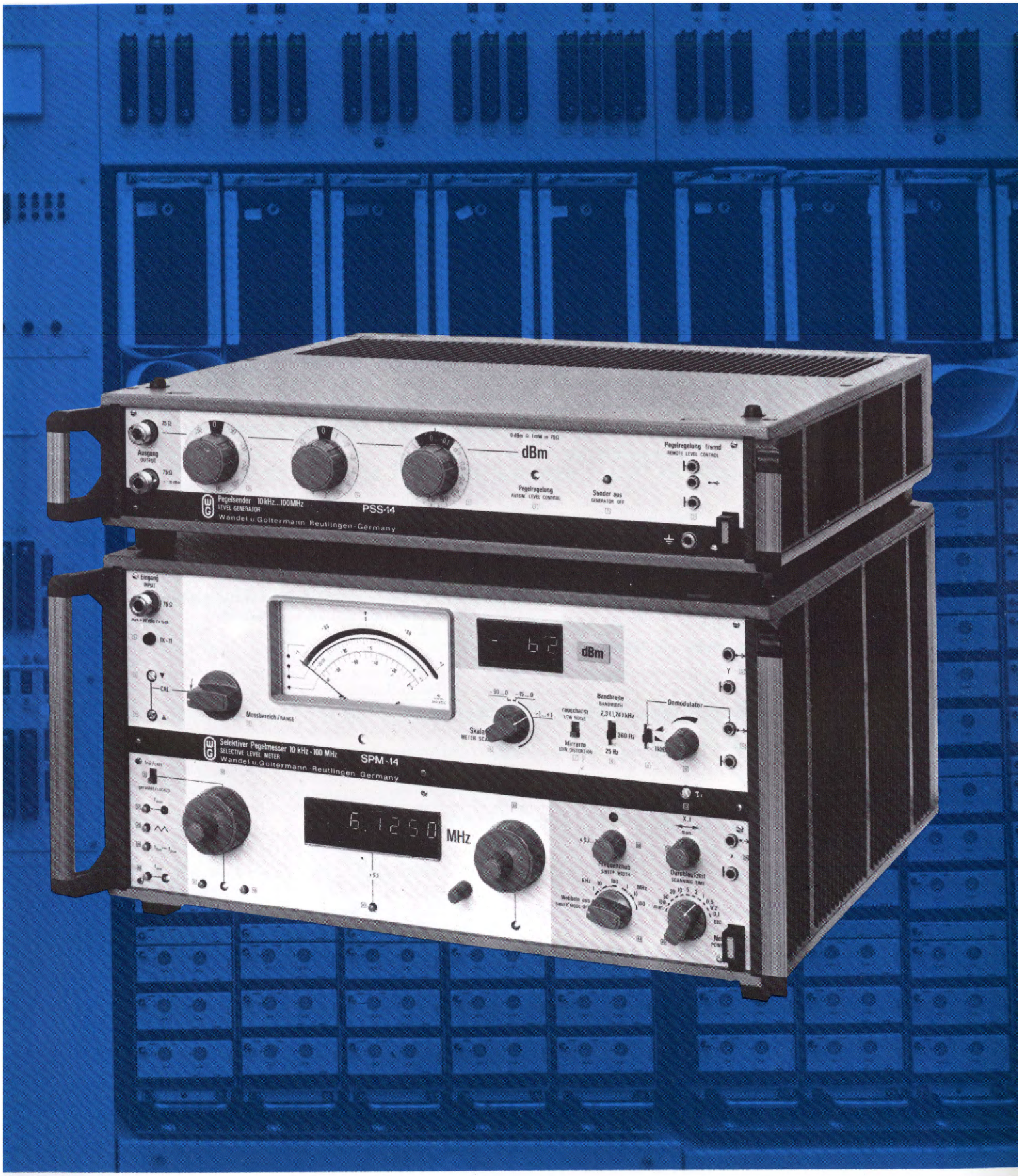
Umgebungstemperatur
Lager und Transport . . . . . − 25 bis + 60° C
Nenngebrauchsbereich . . . . . + 15 bis + 30° C
Grenzbetriebsbereich . . . . . 0 bis + 45° C

Abmessungen	Tischgerät		19"-Ausführung (DIN 41494)	
	Breite mit Griffen	478 mm	Einschubbreite	443 mm
	Höhe über alles	199 mm	Einschubhöhe	176 mm
	Tiefe mit Griffen	422 mm	Einbautiefe	368 mm

Gewicht . . . . . 10 kg

Bestellangaben

Universal-Filter UF-1	BN 403
Transportschutzdeckel (gegen Aufpreis)	DE 3


Ausgang
OUTPUT
75Ω
dBm
Pegelregelung
AUTOM. LEVEL CONTROL
Sender aus
GENERATOR OFF
Pegelregelung fremd
REMOTE LEVEL CONTROL
Pegelsender 10 kHz...100 MHz
LEVEL GENERATOR
PSS-14
Wandel u. Göltermann Reutlingen-Germany
Eingang
INPUT
TX-11
CAL
Messbereich / RANGE
dBm
Skala
METER SCALE
rauscharm
LOW NOISE
klirrarm
LOW DISTORTION
Bandbreite
BANDWIDTH
2,3 (1,74) kHz
360 Hz
25 Hz
Demodulator
1kHz
Selektiver Pegelmesser 10 kHz - 100 MHz
SELECTIVE LEVEL METER
SPM-14
Wandel u. Göltermann Reutlingen-Germany
MHz
Frequenzhub
SWEEP WIDTH
Durchlaufzeit
SCANNING TIME

Inhaltsverzeichnis Meßgeräte für Spannungen und Pegel, TF-Bereich (bis 100 MHz)

	Meß- und Pegelsender	
117	Pegelsender OD-4(8)/ODS-82	20 Hz bis 200 kHz; 10 mV bis 3 V; Steueroszillator mit Sendeeinschub; wobbelbar; Frequenz programmierbar; BN 659/561
101	Pegelsender PS-3	300 Hz bis 612 kHz; −60 bis +11 dB/dBm; wobbelbar; Fremdabstimmung mit SPM-3; eingebaute Batterie; BN 270/0
109	Pegelsender TFPS-75	300 Hz bis 1,35 (1,4) MHz; −70 bis +11 dB; wobbelbar; Fremdabstimmung mit TFPM-76; BN 175/0
117	Pegelsender PSO-8	200 Hz bis 2 MHz; −71 bis +11 dB; Steueroszillator mit Sendeteil; wobbelbar; Frequenz programmierbar; BN 659/435
125	Pegelsender PSO-4	200 Hz bis 2 MHz; −69,9 bis +9,9 dB; Steueroszillator mit Sendeteil; programmierbar; 1-Hz-Schritte; BN 659/375
117	Pegelsender OD-4(8)/ODS-81	200 Hz bis 2 MHz; 10 mV bis 3 V; Steueroszillator mit Sendeeinschub; wobbelbar; Frequenz programmierbar; BN 659/555
139	Pegelsender PS-12	200 Hz bis 6 MHz; −70 bis 0 dB/dBm; digitale Anzeige der Frequenz; Fremdabstimmung mit SPM-12; BN 607/. . .
151	Pegelsender TFPS-42	10 kHz bis 14 MHz; −80 bis +10 dB; wobbelbar; Fremdabstimmung mit TFPM-43; BN 84/1
159	Pegelsender PS-6	6 kHz bis 18,6 MHz; −98 bis +1 dB in 2-dB-Stufen; wobbelbar; Fremdabstimmung vom SPM-6; eingebaute Batterie; BN 340
173	Pegelsender PS-60	6 kHz bis 18,6 MHz; −98 bis +1 dB in 2-dB-Stufen; wobbelbar; Fremdabstimmung von SPM-6 oder SPM-60; BN 610/. . .
191	Sendereinschub PSE-61	6 kHz bis 18,6 MHz; −51 bis +0,5 dB; koaxial. Ausgang, 75 Ω (150 Ω symmetrisch bis 620 kHz); für Wobbelzusatz WZ-61 und Dekadengenerator OD-600; BN 690
199	Pegelsender PSO-5	(2) 10 kHz bis 36 MHz; −85 bis +2 dB; Steueroszillator mit Sendeteil; eingebaute Wobbeleinrichtung; BN 442/0
207	Pegelsender PS-14	10 kHz bis 100 MHz; −63 bis +10 dBm; Sendeteil mit Steueroszillator; eingebaute Wobbeleinrichtung; BN 834
213	Pegelsender PSO-7	10 kHz bis 100 MHz; −69,9 bis +10 dBm; Steueroszillator mit Sendeteil; programmierbar; 1-Hz-Schritte
	Spannungs- und Pegelmesser	
89	Pegelmesser SPM-9	selektiv: 300 Hz bis 8 kHz, breitband: 300 Hz bis 100 kHz; −70 bis +41 dB; Tastverhältnismessung τ/T; BN 244/21
93	Digitaler Geräuschpegelmesser PMD-1	breitband: 20 Hz bis 200 kHz; −80 bis +20 dBm; digitale Pegelanzeige; Programmierung möglich; BN 618
97	Pegelmesser TFH-2	selektiv und breitband: 300 Hz bis 500 kHz; −70 bis +41 dB; Tastverhältnismessung τ/T; Mittel- und Spitzenwert; BN 244/1
105	Pegelmesser SPM-3	selektiv: 2 kHz bis 612 kHz; breitband: 300 Hz bis 612 kHz; −100 bis +23 dB; Batterie- und Netzbetrieb; BN 278/0
113	Spannungs- und Pegelmesser TFPM-76	selektiv: 2 kHz bis 1,35 MHz; breitband: 300 Hz bis 1,35 MHz; −120 bis +31 dB; Scheinwiderstandsmeßzusatz; BN 176/0
117	Pegelmesser PMO-8	selektiv und breitband; 200 Hz bis 2 MHz; −135 bis +21 dB; Bandbreite umschalt.; Frequenz programmierb.; BN 659/436
125	Selektiver Pegelmesser PMO-4	200 Hz bis 2 MHz; −135 bis +18 dB; Auflösung 0,01 dB; Bandbreite umschaltbar; programmierbar; BN 659/376
143	Pegelmesser SPM-12	selektiv u. breitband; 200 Hz bis 6 MHz; −140 bis +22 dB/dBm; Bandbreite umschaltb.; halbautom. Eichung; BN 608/. . .
155	Selektiver Pegelmesser TFPM-43	10 kHz bis 14 MHz; −110 bis +20 dB; Bandbreite umschaltbar; Fremdabstimmung mit TFPS-42; BN 86/1
165	Selektiver Pegelmesser SPM-6	6 kHz bis 18,6 MHz; −132 bis +23 dB; Bandbr. umschaltb.; Eichautom.; Übersteuerungskontr.; eingebaute Batterie; BN 341/4
177	Selektiver Pegelmesser SPM-60	(2) 6 kHz bis 18,6 MHz; −132 bis +25 dB; Bandbreite umschaltbar; Eichautomatik; Batteriebetrieb möglich; BN 611/. . .
325	Breitbandpegelmesser REB-50	6 kHz bis 30 MHz; −50 bis +11 dBm; Eingangswiderstand 75-Ω-Schleife; zur Messung d. Breitband-Summenpegels; BN 405/1
199	Selektiver Pegelmesser PMO-5	(2) 10 kHz bis 36 MHz; −130 bis +22 dB; Bandbreite umschaltbar; Anzeige linear und log.; Fremdabstimmung; BN 443/. . .

195	Breitbandpegelmesser REB-56	6 kHz bis 100 MHz; −55 bis +11 dBm; Eingangswiderstand 75 Ω; echte Effektivwertmessung; BN 839
207	Selektiver Pegelmesser SPM-14	10 kHz bis 100 MHz; −115 bis +21 dBm; Skalenauflösung 0,02 dB; 75 Ω koaxial; Bandbreite umschaltbar; BN 830
213	Selektiver Pegelmesser PMO-7	10 kHz bis 100 MHz; −128 bis +14 dB; Auflösung 0,01 dB; Bandbreite umschaltbar; programmierbar
221	Eichpegelmesser EPM-1	breitband: 0; 10 Hz bis 300 MHz; Meßbereich 0 dBm ±1 dB; Skalendehnung ±0,2 dB; eingebaute Eichquelle; BN 564/. . .
	Pegel- und Wobbelmeßplätze	
101/105	Pegelmeßplatz PS-3/SPM-3	300 Hz bis 612 kHz; Betriebsmeßplatz für Netz- und Batteriebetrieb; eingebaute Batterien; tragbar
109/113	Pegelmeßplatz TFPS-75/TFPM-76	300 Hz bis 1,35 (1,4) MHz; zum Einmessen und Überwachen von Trägerfrequenzsystemen; wobbelbar
117	Pegelmeßplatz PSM-8/WM-8	200 Hz bis 2 MHz; dekadische, stetige und programmierte Frequenzeinstellung; Schnelleichtaste; Wobbeleinrichtung
125	Pegelmeßplatz PSM-4/WM-40	200 Hz bis 2 MHz; Digitalanzeige von Meßfrequenz, Sendepegel und Empfangspegel; Wobbeleinrichtung; programmierbar
139/143	Pegelmeßplatz PS-12/SPM-12	200 Hz bis 6 MHz; digitale Anzeige der Frequenz; dekadische Pegeleinstellung; Batteriebetrieb möglich; wobbelbar
151/155	Pegelmeßplatz TFPS-42/TFPM-43	10 kHz bis 14 MHz; zum Einmessen und Überwachen von Trägerfrequenzsystemen; wobbelbar
159/165	Pegelmeßplatz PS-6/SPM-6	6 kHz bis 18,6 MHz; Spannungs- und Leistungspegel; Eichautomatik; Übersteuerungskontrolle; eingebaute Batterien
173/177	Pegelmeßplatz PS-60/SPM-60	6 kHz bis 18,6 MHz; digitale Anzeige der Frequenz; 10-Hz-Frequenzauflösung; Pegellupe; flinker Signaldetektor
191	Wobbelmeßplatz WZ-61/PSE-61/SG-2/SG-3	6 kHz bis 18,6 MHz; Wobbelgrenzen dekadisch einstellbar; mit Sichtgerät SG-2/SG-3 für Streckenmessungen; mit Welligkeitsmeß-Einschub ausrüstbar
199	Pegelmeßplatz PSM-5/WM-50	(2) 10 kHz bis 36 MHz; gemeinsame Abstimmung von Sende- und Empfangsteil; Quarzraster; Wobbeleinrichtung
207	Pegelmeßplatz PSM-14/WM-14	10 kHz bis 100 MHz; Frequenzauflösung 10 Hz; Pegelmeßumfang >130 dB; mit SG-2/SG-3 zum Wobbelmeßplatz erweiterbar
213	Pegelmeßplatz PSM-7/WM-7	10 kHz bis 100 MHz; Digitalanzeige von Meßfrequenz und Pegel; Wobbeleinrichtung; programmierbar
483	Pegelmeßautomat PA-4	200 Hz bis 2 MHz; Pegelmeßplatz PSM-4 mit digitaler Steuereinheit und Ein- und Ausgabeperipherie
483	Pegelmeßautomat PA-7	10 kHz bis 100 MHz; Pegelmeßplatz PSM-7 mit digitaler Steuereinheit und Ein- und Ausgabeperipherie
	Zusatzgeräte	
462	Anzeigedehner AZD-1	−9 bis +1 dB; Anzeige von Pegelunterschieden bis zu 0,01 dB; Skalenbereich ± 1 dB; BN 364
403	Fernsteuerbare Eichleitung FE-1	0 bis 100 MHz; 0 bis 122 dB; getrenntes Dämpfungs- und Steuerteil; programmierbar; BN 354/355
171	Festfrequenzzusatz FFZ-6	6 kHz bis 18,6 MHz; 18 Festfrequenzen; einfache Bedienung; für PS-6 und SPM-6; BN 434
133	Meßstellenumschalter MU-4	0 bis 2 MHz für koaxiale bzw. bis 620 kHz für symmetrische Meßschaltungen; Einschubtechnik; fernsteuerbar; BN 563
219	Meßstellenumschalter MU-7	0 bis 100 MHz; für 6 koaxiale Meßstellen; Handeinstellung und fernsteuerbar; Signallampen; BN 590
131	Dekadischer Steueroszillator OD-4	200 Hz bis 1,999 999 MHz für die Pegelmeßplätze PSM-4, PSM-8 und den Automaten PA-4; Sendeeinschübe ODS-81 und ODS-82; Festfrequenzeinschub ODF-601; Wobbeleinschub ODW-81; BN 659
149	Dekadischer Steueroszillator OD-12	0 bis 5.999 999 MHz, für Pegelsender PS-12 und Pegelmesser SPM-12; Festfrequenzeinschub ODF-601; BN 821
183	Dekadischer Steueroszillator OD-600	2 kHz bis 18,6 MHz, für die Pegelmeßplätze PS-6/SPM-6 und PS-60/SPM-60, Sendereinschub PSE-61; Festfrequenzeinschub ODF-601; BN 614

458	Reflexionsmeßzusatz RFZ-5	10 kHz bis 36 MHz; für Reflexionsdämpfungsmessungen an koaxialen Prüflingen z. B. mit dem PSM-5; BN 394
459	Reflexionsdämpfungsmeßzusatz RFZ-12	200 Hz bis 4,5 MHz; für Reflexionsdämpfungsmessungen in Verbindung mit Pegelmeßplätzen; Normalwiderstände eingebaut; BN 810
207	Reflexionsdämpfungsmeßzusatz RFZ-14	100 kHz bis 100 MHz; für Messungen an koaxialen Prüflingen z. B. mit PSM-7 oder PSM-14; BN 830/00.01
241	Schaltfeld RGS-1	für Kanalumsetzerprüfung; Messung des Intermodulations- und Grundgeräusches und des Nebensprechens; BN 416
461	Relaisumschalter RU-3	0 bis 36 MHz; für Vergleichsmessungen; Umschaltung von Hand, getriggert oder mit internem Taktgeber; BN 323
460	Scheinwiderstandsmeßzusatz SFZ-1	300 Hz bis 612 kHz; zur Messung von Scheinwiderstandsbetrag, Fehler- und Symmetriedämpfung; BN 385/. . .
459	Unsymmetriedämpfungsmeßzusatz SDZ-12	200 Hz bis 4,5 MHz; für Unsymmetriedämpfungsmessungen; Abschluß- und Z/4-Widerstände eingebaut; externe Widerstände anschaltbar; BN 811
239	Sichtgerät SG-1	Schirmbild 10 cm x 10 cm; zur Verwendung in Wobbelmeßplätzen; Einschubtechnik; BN 551
229	Sichtgerät SG-2	Schirmbild 8,5 cm x 12 cm; für Wobbelmeßplätze; Einschubtechnik (max. 5); Zeilenrasterverfahren; BN 429
229	Sichtgerät SG-3	Schirmbild 15 cm x 21 cm; für Wobbelmeßplätze; Einschubtechnik (max. 6); Zeilenrasterverfahren; BN 593
452	Tastkopf TK-8	10 kHz bis 36 MHz; aktiver Tastkopf; Eigendämpfung 2 dB; für Empfangsteil PM-5; BN 363
452	Tastkopf TK-9	50 kHz bis 18,6 MHz; passiver Tastkopf; Dämpfung 20 dB; für Pegelmesser wie SPM-6, SPM-60, TFPM-43 usw.; BN 265
453	Tastkopf TK-11	10 kHz bis 100 MHz; aktiver Tastkopf; Dämpfung 10 dB; für Empfangsteil PM-7 und andere Pegelmesser; BN 573
454	Tastkopf TK-12	200 Hz bis 18,6 MHz; aktiver Tastkopf; Verstärkung 1; auf Wunsch mit Netzteil; BN 574 und 623
187	Wobbelzusatz WZ-6	2 kHz bis 18,6 MHz; Wobbelfrequenz 0,1 bis 20 Hz; Hub ±400 Hz bis ±10 MHz; voreingestellte Wobbelbereiche; BN 408
191	Wobbelzusatz WZ-61	6 kHz bis 18,6 MHz; Wobbelfrequenz 0,1 bis 25 Hz; Wobbelgrenzen dekadisch einstellbar; mit Sendereinschub PSE-61 Wobbelsender; BN 689

Frequenzerzeugung in den Spannungs- und Pegelmeßgeräten

Als Maß für die Frequenz gilt bekanntlich die Anzahl der Nulldurchgänge einer Wechselspannung innerhalb einer Meßzeit. Bei einer kurzen Meßzeit werden die Phasenschwankungen der Nulldurchgänge die Frequenzunsicherheit bestimmen. Temperaturabhängigkeit, mechanische Einflüsse und Alterung der frequenzbestimmenden Bauelemente sind bei einer langen Meßzeit die Ursachen einer Frequenzabweichung (Bild 6).

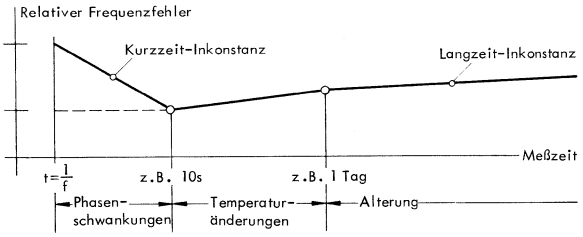


Bild 6 Abhängigkeit des relativen Frequenzfehlers von der Meßzeit

Mit zu den wichtigsten Forderungen, die an Meß- bzw. Pegelsender und selektive Spannungs- bzw. Pegelmesser gestellt werden, gehören für die erzeugte Frequenz
- eine kleine Einstellunsicherheit,
- eine geringe Temperaturabhängigkeit,
- eine hohe Kurz- und Langzeit-Konstanz.

Diese Forderungen wurden berücksichtigt bei den in unseren Meßgeräten verwendeten Generatoren, deren prinzipielle Wirkungsweise im folgenden beschrieben wird.

Freischwingende Oszillatoren mit Frequenzzähler

In den Spannungs- und Pegelmeßgeräten SPM-11 (15 Hz bis 200 kHz), PS-12/SPM-12 (200 Hz bis 6 MHz), PS-60/SPM-60 (6 kHz bis 18,6 MHz) wird mit dem eingebauten Frequenzzähler die eingestellte Frequenz des freischwingenden Abstimmoszillators gemessen und als Ziffernfolge

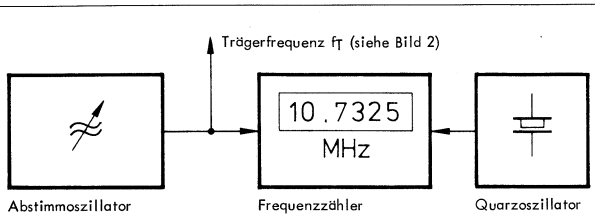


Bild 7 Freischwingender Oszillator mit Frequenzzähler

flackerfrei angezeigt (Bild 7). Als kleinster ablesbarer Frequenzschritt (Auflösung) werden je nach Frequenzbereich 1 Hz bzw. 10 Hz genannt. Die Anzeige der Frequenz erfolgt „quarzgenau", da die Meßzeit durch die geteilte Frequenz eines Schwingquarzoszillators bestimmt wird.

Frequenzgerastete Oszillatoren

Phasengeregelte Oszillatoren (phase locked oscillators), auch frequenzgerastete Oszillatoren genannt, zeichnen sich besonders durch eine hohe zeitliche Konstanz der eingestellten Frequenz aus. Bild 8 zeigt das prinzipielle Blockschaltbild: Als Referenzoszillator dient ein Schwingquarzoszillator, dessen Langzeitstabilität und Frequenzgenauigkeit die Frequenz f_g des phasengeregelten Oszillators im gerasteten Zustand bestimmt. Der Impulsformer erzeugt nadelförmige Impulse, deren Impulsfolgefrequenz 1 MHz bzw. 100 kHz ist; das entstehende Frequenzspektrum hat einen Linienabstand von 1 MHz bzw. 100 kHz. Dieser Abstand bestimmt die Frequenzrastung, die somit in 1-MHz- bzw. 100-kHz-Schritten möglich ist.
Die am Ausgang des Phasendiskriminators auftretende Regelspannung U_r wird durch die Phasendifferenz bestimmt, die zwischen dem Referenz- und LC-Oszillator-Signal besteht. Ist eine Abweichung zwischen der n-ten Harmonischen der Frequenz f_R des Rastoszillators und der Frequenz f_g des Abstimmoszillators vorhanden, so ändert sich die Phase und damit die Regelspannung. Mit Hilfe der Kapazitätsdiode wird die Frequenz des LC-Oszillators f_g so lange verändert, bis der gerastete Zustand $f_g = n \cdot f_R$ erreicht ist. In diesem Zustand ist die Phasendifferenz konstant und die Frequenzdifferenz Null, was bei dem frequenzgeregelten Oszillator nicht der Fall ist.

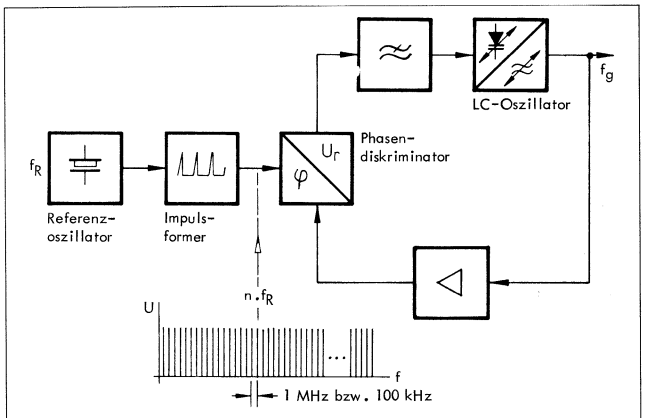


Bild 8 Prinzip eines Rastoszillators

Zum kontinuierlichen Einstellen der Trägerfrequenz f_T (Bild 2) ist ein zusätzlicher abstimmbarer Feinoszillator notwendig. Aus der Addition der Frequenz f_g des Rastoszillators mit der Frequenz f_i des Fein- oder Interpolationsoszillators folgt die Trägerfrequenz f_T. Die prinzipielle Wirkungsweise der Addition $f_T = f_g + f_i$ ist aus Bild 9 ersichtlich.

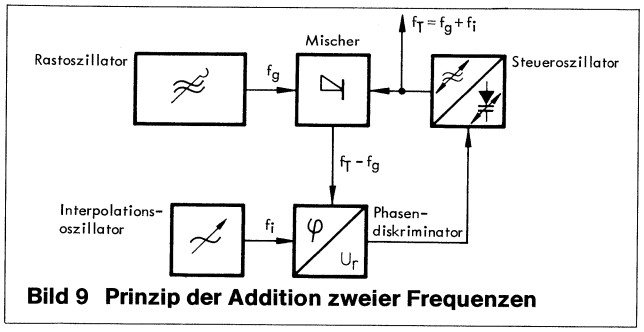


Bild 9 Prinzip der Addition zweier Frequenzen

Schaltungen zur Frequenzerzeugung, wie sie im Prinzip in Bild 8 und 9 dargestellt sind, finden in den Pegelmeßplätzen PS-6/SPM-6 (6 kHz bis 18,6 MHz), PSM-5 (10 kHz bis 36 MHz), PSM-14 (10 kHz bis 100 MHz) Anwendung.

Frequenzrastung bei jeder beliebigen Abstimmfrequenz

In der Nachrichtentechnik sind sogenannte Pilote zur Überwachung und Pegelregelung des Übertragungssystems notwendig. Mit zu den wichtigen Meßaufgaben gehört die Pegelmessung dieser Pilote und die Pegelkontrolle über eine längere Zeitspanne.

Für diese oder ähnliche Meßaufgaben können die selektiven Pegelmeßgeräte SPM-12 (200 Hz bis 6 MHz) und SPM-60 (6 kHz bis 18,6 MHz) mit einer Frequenzrastschaltung geliefert werden, die eine quarzstabile Frequenzrastung bei jeder beliebigen Abstimmfrequenz gestattet. Im Gegensatz zur Frequenzregelschaltung (AFC-Schaltung) – die nur wirksam ist, wenn ein Eingangssignal anliegt – bleibt diese Rastschaltung auch bei fehlendem Eingangssignal im gerasteten Zustand. Mit Hilfe dieser Schaltung sind daher auch Unterbrechungsmessungen nach CCITT möglich.

Weitere Vorteile dieser Rastschaltung sind: weniger Störlinien und ein geringer Phasenjitter des Trägersignals, was besonders für Jittermessungen vorteilhaft ist.

Um TF-Übertragungseinrichtungen auf ihre Brauchbarkeit für die Datenübertragung zu untersuchen, kann man an den Demodulatorausgang einiger Pegelmeßgeräte (SPM-12, SPM-60, SPM-14) ein Phasenjittermeßgerät (z. B. DLM-1) oder einen Unterbrechungszähler anschließen (siehe Bild 10). Für diese Meßaufgaben ist die Ausgangsfrequenz des Demodulators von 1 kHz auf 2 kHz umschaltbar.

Nähere Angaben über Unterbrechungsmessungen und Phasenjittermessungen mit den genannten Meßgeräten sind den Datenblättern zu entnehmen.

Diese neuartige Rastschaltung, wie sie im Prinzip Bild 10 zeigt, besteht im wesentlichen aus einem Referenzoszillator, der eine verstimmbare Frequenz liefert und einem phasengeregelten Oszillator (dessen Funktion bereits beschrieben wurde). Die Wirkungsweise ist aus dem folgenden Funktionsablauf ersichtlich:

a) Die gewünschte Meßfrequenz wird mit dem Abstimmoszillator von Hand eingestellt. Der Phasenregelkreis ist geöffnet; der Schalter „Rast" befindet sich in der Stellung „Aus".

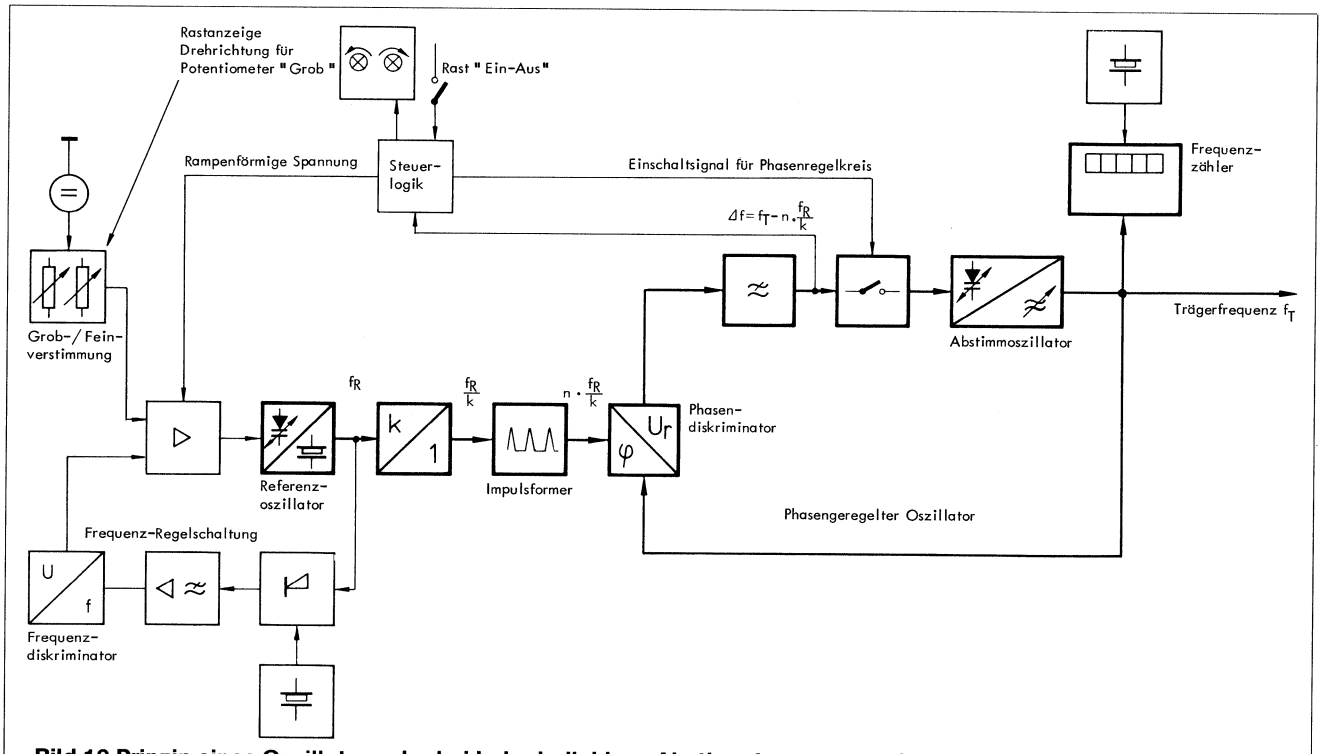


Bild 10 Prinzip eines Oszillators, der bei jeder beliebigen Abstimmfrequenz rastbar ist

b) Anschließend wird der Schalter „Rast" eingeschaltet; die Steuerlogik-Schaltung liefert eine rampenförmige Spannung an den Referenzoszillator und verstimmt damit dessen Frequenz f_R. Gleichzeitig beobachtet die „Steuerlogik" die Differenzfrequenz Δf, die im Phasendiskriminator aus f_T und der n-ten Harmonischen von f_R/k gebildet wird.

c) Die Steuerlogik stoppt diesen Wobbelvorgang, wenn die Differenzfrequenz relativ klein geworden ist und bewirkt, daß die vom „Grob-Fein"-Potentiometer gelieferte Gleichspannung dem Referenzoszillator zugeführt wird.
Mit dem Potentiometer (Grob) wird die Spannung und damit die Frequenz f_R so lange verstimmt, bis der Phasenregelkreis sich automatisch schließt. In diesem gerasteten Zustand ist die Frequenz f_T des Abstimmoszillators gleich der n-ten Harmonischen von f_R/k.

d) Eine Verstellung der Referenzfrequenz f_R bewirkt im gerasteten Zustand eine Änderung der Abstimmfrequenz f_T. Auf diese Weise läßt sich mit Hilfe der „Grob"- und „Fein"- Potentiometer die Abstimmfrequenz feinverstimmen. Die Langzeitkonstanz der Frequenz des Referenzoszillators wird durch die Frequenzregelschaltung gewährleistet.

Dekadisch einstellbare Steueroszillatoren

Zur genauen und stabilen Frequenzeinstellung auf definierte Werte oder in definierten Frequenzschritten eignen sich besonders dekadische Steueroszillatoren. Für die meisten unserer Meß- und Pegelsender sowie selektiven Spannungs- und Pegelmesser stehen dafür die dekadisch einstellbaren Steueroszillatoren OD-4, OD-12 und OD-600 zur Verfügung; die digitale Frequenzeinstellung in z. B. 1-Hz-Schritten kann von Hand oder fernsteuerbar erfolgen. Zu den günstigen Eigenschaften dieser Oszillatoren gehören u. a. der hohe Störlinien- und Rauschabstand.

Erweitert man den Steueroszillator mit einem Sendereinschub (der als Option zur Verfügung steht), so erhält man einen in der Frequenz dekadisch einstellbaren und fernsteuerbaren Meß- und Pegelsender:
Steueroszillator OD-4 mit Einschub ODS-82:
Frequenzbereich 20 Hz bis 200 kHz,
kleinster Schritt 0,1 Hz

mit Einschub ODS-81:
Frequenzbereich 200 Hz bis 2 MHz,
kleinster Schritt 1 Hz
Steueroszillator OD-600 mit Einschub PSE-61:
Frequenzbereich 6 kHz bis 18,6 MHz,
kleinster Schritt 1 Hz
Weitere Angaben über die dekadischen Steueroszillatoren, aus denen die Vielseitigkeit ersichtlich ist, sind den Datenblättern im Katalog zu entnehmen.

Wie die Prinzipschaltung (Bild 11) zeigt, wird die vom Abstimmoszillator erzeugte Frequenz in einem Frequenzzähler gemessen und mit dem eingestellten Frequenzwert verglichen. Die bei einer Frequenzabweichung entstehende Regelspannung verändert die Oszillatorfrequenz so lange, bis sie mit der von Hand oder fernsteuerbar eingestellten Frequenz übereinstimmt. Dieser Funktionsablauf ist möglich, wenn der Frequenzzähler mit einer quarzgenauen Zählzeit (z. B. 10 ms) die Frequenz des freischwingenden Abstimmoszillators mißt. Nach diesem Zählvorgang erfolgt der Vergleich des Zählerstandes mit der dekadisch eingestellten Frequenz; dabei kann die Frequenz des Abstimmoszillators größer oder kleiner sein. Ein Maß für die Frequenzabweichung ist die Breite des Impulses, den die Zeitvergleichsschaltung liefert. Die Integration dieses Impulses bewirkt eine Ab- oder Zunahme der Regelspannung und damit eine niedrigere oder höhere Frequenz des Abstimmoszillators.

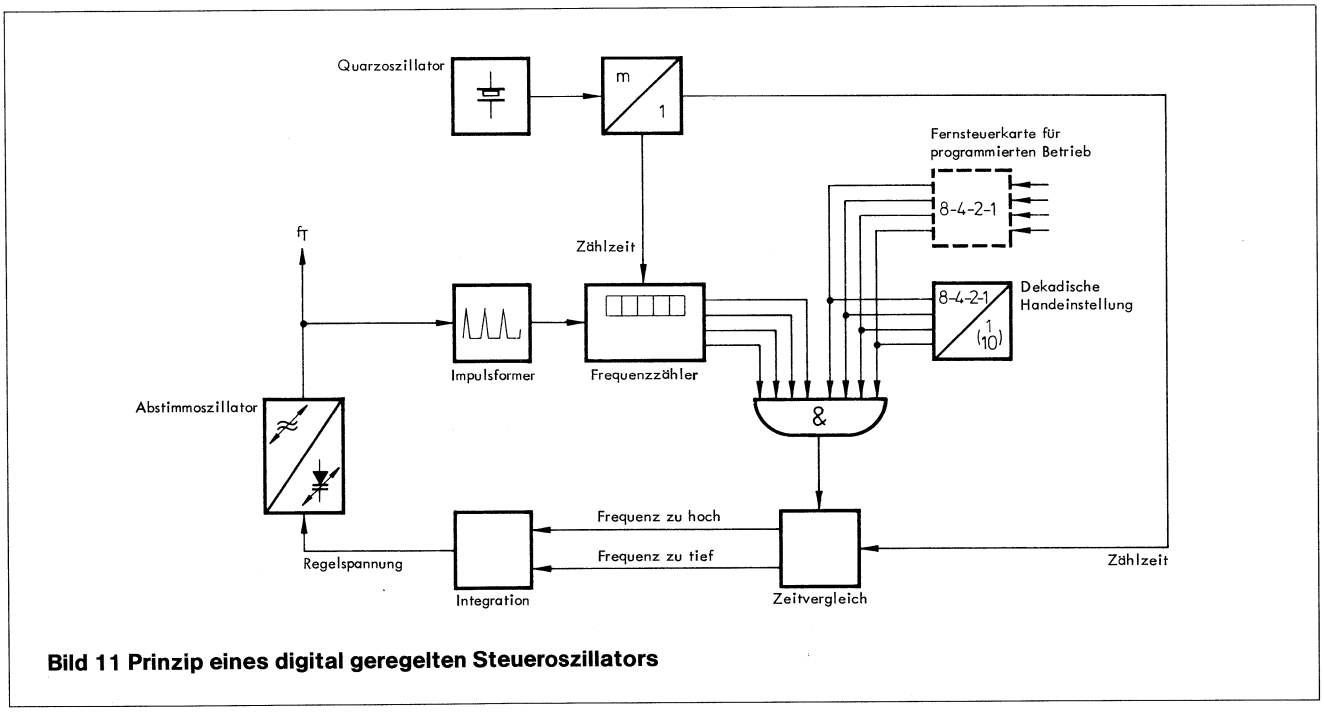


Bild 11 Prinzip eines digital geregelten Steueroszillators

Meßverfahren

Messen von Spannungen und Pegeln
Das Messen von absoluten Spannungen und Pegeln gehört mit zu den wichtigsten Aufgaben in der Meßtechnik. Dabei wird zum Beispiel mit einem Pegelmesser in einem Übertragungssystem der Pegel eines Testsignals gemessen, oder ein Prüfling wird von einem Meßsender mit einer konstanten Spannung gespeist und die Ausgangsspannung mit einem Spannungsmesser registriert (z. B. Verstärkungsmessungen). Beide Aufgaben setzen eine Absoluteichung der bewertenden Geräte voraus.

Beim Sender erfolgt die Spannungs- bzw. Pegeleichung z. B. über einen Gleichrichter und ein Zeigerinstrument, das die Sendespannung anzeigt.

Beim Spannungs- bzw. Pegelmesser wird beim Messen absoluter Spannungen bzw. Pegel der Fehler durch die Unsicherheit des Eichpegels, den Teilerfehler des Vorteilers und den Frequenzgangfehler der Eingangsschaltung (die aus Vorteiler, Tiefpaß und Mischer besteht) bestimmt. Diese Einzelfehler gilt es klein zu halten und, wenn möglich, zu eliminieren. Dazu werden zwei Eichverfahren genannt, die bei unseren selektiven Spannungs- und Pegelmessern Anwendung finden.

Halbautomatische Eichung
Bei diesem Verfahren (Bild 12) wird der Spannungsteilerfehler des Vorteilers unterdrückt. Entsprechend der Größe des zu messenden Signals wird der Eingangsteiler so eingestellt, daß nachfolgende Stufen weder übersteuert werden noch ihr Rauschen die Meßgenauigkeit unerwünscht beeinflußt. Die Dämpfung der hochgenauen transformatorischen Eichleitung in der letzten Zwischenfrequenzebene ist so gewählt, daß ein Meßergebnis am Zeigerinstrument abgelesen werden kann.

Wird die Eichtaste gedrückt, so wird der Eingang des Empfängers vom Meßsignal abgetrennt und an den Eichoszillator gelegt, der bei einer festen Frequenz einen Pegel mit hoher Konstanz liefert. Automatisch wird auch beim Betätigen der Eichtaste die Frequenz f_T des Trägeroszillators auf die Frequenz des Eichoszillators umgeschaltet. Das Eichsignal passiert den in seiner vorher bestimmten Position festgehaltenen Eingangsteiler. Entsprechend der Eingangsteilerstellung wird die ZF-Eichleitung automatisch so eingestellt, daß das Eichsignal Vollausschlag am Anzeigeinstrument liefern müßte. Weicht die Anzeige beim Eichen vom Sollwert ab, so wird von Hand mit Hilfe eines Potentiometers die Verstärkung korrigiert. Beim Zurückschalten auf „Messen" liegt wieder die zu messende Spannung am Eingangsteiler und die transformatorische Eichleitung wird so verstellt, daß das Meßergebnis abgelesen werden kann. Die Verstellung der Eichleitung entspricht einer genau definierten Empfindlichkeitsänderung des Meßgeräts. Die Größe der zu messenden Eingangsspannung wird am Gerät angezeigt; sie wird bestimmt durch die Eichspannung, die Verstellung der Eichleitung zwischen „Eichen" und „Messen" und die Anzeige am Instrument.

Automatische Eichung
Bei Pegelmeßgeräten, die einen großen Frequenzumfang erfassen, z. B. die Pegelmesser SPM-6 und SPM-60 (6 kHz bis 18,6 MHz), läßt sich der Frequenzgangfehler der Eingangsschaltung eliminieren, wenn der Eichoszillator eine Frequenz erzeugt, die stets gleich der Empfangsfrequenz f_E ist. Dazu erhält der Eichmischer (Bild 13) die variable Trägerfrequenz f_T und vom Eichoszillator eine feste Frequenz, die gleich der ersten Zwischenfrequenz f_{Z1} ist. Die „mitlaufende" Frequenz des Eichpegels ist demzufolge
$f_E = f_T - f_{Z1}$.

Der Eichtaktgeber bestimmt den automatischen Ablauf: Eichen 0,1 s – Messen 0,9 s – Eichen 0,1 s usw. Zu Beginn des Eichvorganges wird der Meßwert in der Anzeigeschaltung in einem Kondensator gespeichert und die Anzeigeschaltung abgetrennt. Danach wird an den breitbandigen Vorteiler – dessen Teilerstellung unverändert bleibt – der Eichpegel geschaltet. Bei diesem Vorgang „springt" der transformatorische ZF-Teiler in der 10-kHz-Ebene in eine Position, die sich nach der Stellung des Vorteilers richtet. Das auf 10 kHz umgesetzte Eichsignal wird gleichgerichtet und im Differenzverstärker mit einer Referenzspannung verglichen. Weicht die umgesetzte und gleichgerichtete Eichspannung von der Referenzspannung ab, so korrigiert der 10-kHz-Regelverstärker die Verstärkung und damit den Frequenzgang. Die Verstärkereinstellung bleibt während der Meßzeit (0,9 s) erhalten, da der Differenzverstärker die zum Einstellen des Regelverstärkers notwendige Gleichspannung speichert.

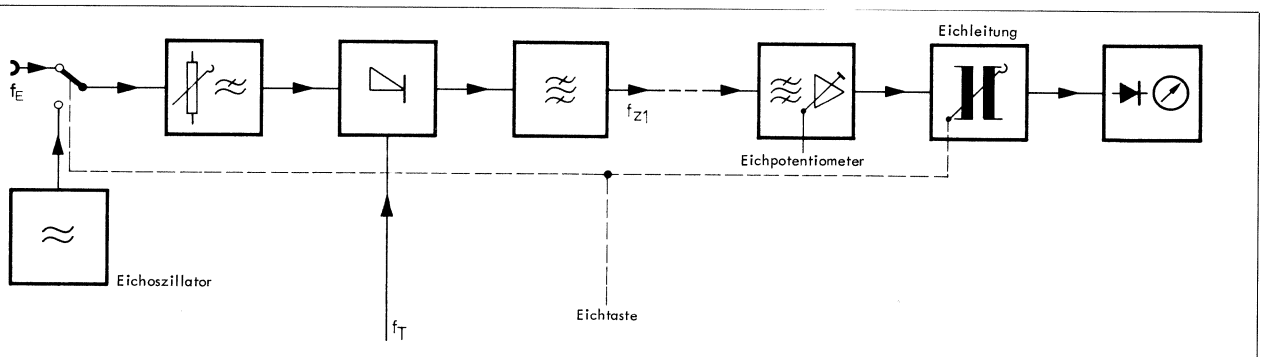


Bild 12 Halbautomatische Pegeleichung

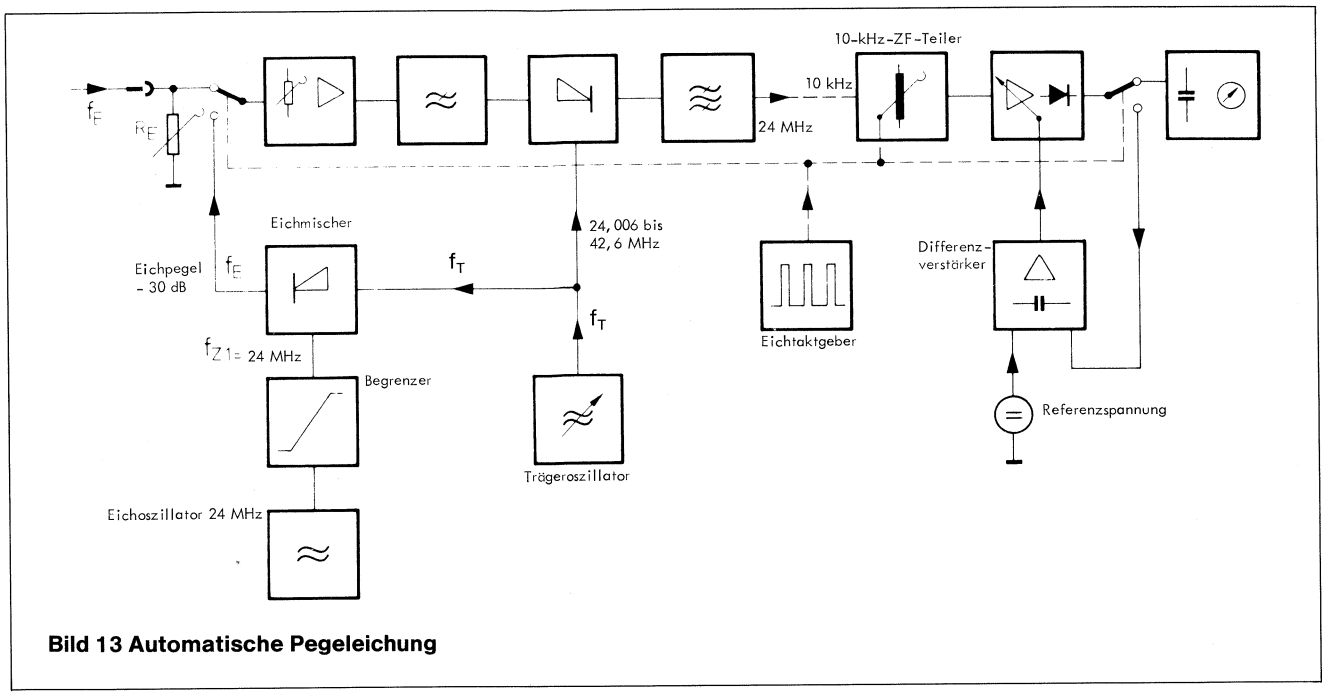


Bild 13 Automatische Pegeleichung

Die aus der automatischen Eichung resultierenden Vorteile sind:

a) Der absolute Pegelfehler bleibt sehr klein. Für die Pegelmesser SPM-6 und SPM-60 wird für den gesamten Frequenzbereich 6 kHz bis 18,6 MHz eine Unsicherheit von ≦ 0,15 dB genannt.

b) Eine Handeinstellung für den Eichvorgang entfällt. Sofort nach dem Einschalten ist das Meßgerät im betriebsfähigen Zustand. Langzeitmessungen sind möglich; an die Meßgeräte kann ein Gleichstromschreiber angeschlossen werden.

Spannungs- und Pegelmessungen mit hohem Eingangswiderstand

Der hochohmige Eingangswiderstand eines Spannungs- bzw. Pegelmeßgeräts gestattet Messungen, bei denen das Meßobjekt durch das Anschalten des Meßgeräts kaum belastet wird. Damit sind Messungen an in Betrieb befindlichen Einrichtungen möglich; Pegel- oder Spannungsabweichungen können leicht lokalisiert werden.

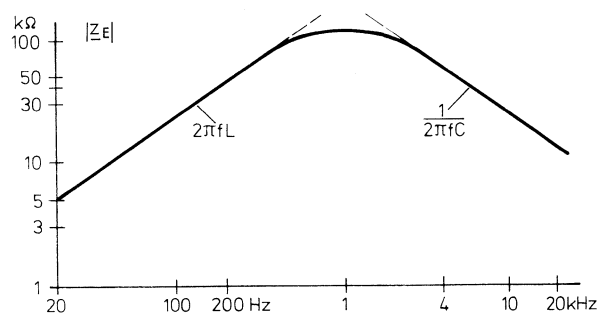


Bild 14 Frequenzgang des hochohmigen Eingangswiderstands beim NF-Wobbelmeßplatz WM-20

Bei den Spannungs- und Pegelmeßgeräten, die im Niederfrequenzbereich Anwendung finden, ist im allgemeinen ein symmetrischer Eingang vorhanden. Neben dem 600-Ω-Eingangswiderstand kann man auf einen hochohmigen Wert umschalten. Der Betrag des hochohmigen Eingangswiderstands ändert sich mit der Frequenz. Er ist, wie Bild 14 zeigt, im tieffrequenten und hochfrequenten Bereich fast immer ein Blindwiderstand. Der Meßfehler ist bei einer Messung mit hochohmigem Eingangswiderstand vernachlässigbar klein, wie auch aus folgendem Beispiel ersichtlich ist.

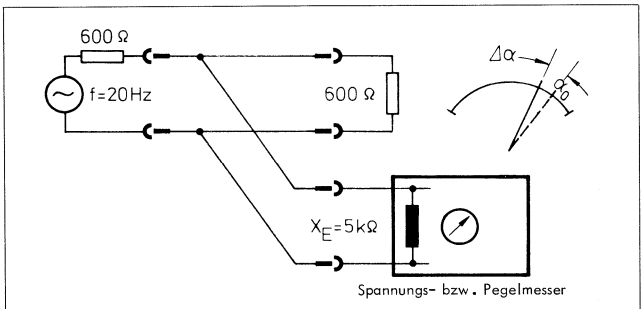


Bild 15 Hochohmige Spannungs- bzw. Pegelmessung

Beispiel:

Als Eingangswiderstand wird der in Bild 14 dargestellte Verlauf angenommen; bei 20 Hz ist der Blindwiderstand X_E = 5 kΩ. Mißt man bei dieser tiefen Frequenz an einem Übertragungssystem, für dessen Z-Wert 600 Ω gilt, so kann man zur Berechnung des relativen Meßfehlers $\Delta\alpha/\alpha_o$ die einfache Ersatzschaltung (Bild 15) annehmen.

Für den relativen Meßfehler folgt aus Bild 15 der sehr kleine Wert von

$$\Delta\alpha/\alpha_o \approx 0{,}5 \left(\frac{600\ \Omega/2}{5\ \text{k}\Omega}\right)^2 \cdot 100\,\% \approx 0{,}18\,\% \triangleq 0{,}016\ \text{dB}$$

Für unsere Spannungs- und Pegelmesser, deren obere Frequenzgrenzen im MHz-Bereich liegen, stehen Tastköpfe mit relativ großem Eingangswiderstand zur Verfügung. Als Beispiel wird für den selektiven Pegelmesser SPM-14 (10 kHz bis 100 MHz) der Tastkopf TK-11 mit folgenden Daten genannt:

Eingangswiderstand bis 20 MHz ≧ 12 kΩ ‖ 4 pF
bis 100 MHz ≧ 2 kΩ ‖ 4 pF

Das Meßobjekt wird durch den hohen Eingangswiderstand kaum belastet, so daß der Meßfehler auch in diesem Fall vernachlässigbar bleibt. Außerdem entsteht durch den Wegfall des Meßkabels kein zusätzlicher Meßfehler durch eine Spannungstransformation bei hohen Frequenzen. Das Verbindungskabel vom Tastkopf zum Meßempfänger ist mit seinem Wellenwiderstand (75 Ω) abgeschlossen.

Pegeldifferenzmessungen

Bei verschiedenen Meßaufgaben (Dämpfungs- und Verstärkungsmessungen) können die verbleibenden Restfehler der Absolutpegelmessungen umgangen und so eine höhere Genauigkeit erzielt werden.

Eine Meßanordnung zur Pegeldifferenzmessung zeigt Bild 16: Über eine Relaisumschaltung werden abwechselnd Prüfling und Eichleitung mit dem Sender und Empfänger verbunden.

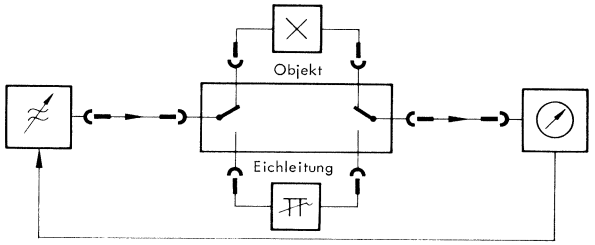


Bild 16 Pegeldifferenzmessung mit externer Eichleitung

Die Dämpfung der Eichleitung wird so lange verändert, bis die Pegelwerte vom Prüfling und vom Vergleichszweig übereinstimmen. Die an der Eichleitung eingestellte Dämpfung ist dann gleich der Dämpfung des Prüflings. Die Eigenschaften von Sender und Empfänger beeinflussen die Meßgenauigkeit nicht, solange sich der Sendepegel und die Empfängerempfindlichkeit während des Vergleichs nicht ändern.

Die Meßgenauigkeit bei Differenzmessungen mit externer Eichleitung hängt hauptsächlich vom Fehler der Eichleitung ab.

Besonders Pegelmesser, die mit automatischer Eichung ausgerüstet sind, bieten eine günstige Möglichkeit, die Meßfehler bei Differenzmessungen ohne externe Eichleitung weiter zu reduzieren (Bild 17).

Der Pegelmesser erhält für die Differenzmessung zwei identische Eingänge und einen taktgesteuerten Eingangsumschalter. Ein Eingang ist mit dem Meßobjektausgang, der zweite direkt mit dem Sender verbunden. Synchron mit dem Eingangsumschalter des Empfängers wird die Dämpfung der transformatorischen ZF-Eichleitung umgeschaltet, wobei eine Automatik die Dämpfung der Eichleitung bei der

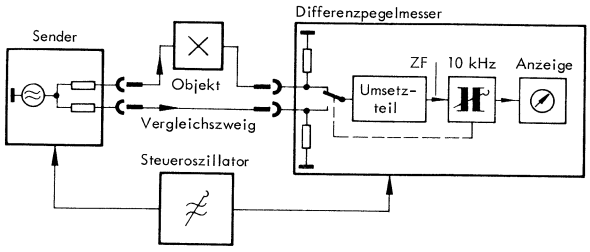


Bild 17 Differenzmessung mit Differenzpegelmesser

Auswertung von Objekt- und Vergleichsspannung so eingestellt, daß am Ausgang der Eichleitung jeweils der gleiche Pegel auftritt. Da die Dämpfung des Vergleichszweiges Null ist, ist die Dämpfungsdifferenz der Eichleitung ein Maß für die Dämpfung oder Verstärkung des Meßobjekts und kann leicht angezeigt werden. Wegen der geringen Eigenfehler der transformatorischen Eichleitung ergibt sich bei dieser Art der Pegeldifferenzmessung ein besonders kleiner Meßfehler.

Schleifen- und Streckenmessungen

Bei einer Schleifenmessung (Bild 18) befinden sich Pegelsender und Pegelmesser am gleichen Meßort. Daher können notwendige Hilfsverbindungen zwischen dem Pegelsender und Pegelmesser hergestellt werden. So läßt sich für den Pegelsender und selektiven Pegelmesser die Frequenz mit Hilfe der synchronen Frequenzeinstellung am Pegelmesser einstellen.

Bei Streckenmessungen (Bild 19) sind Pegelsender und Pegelmesser örtlich getrennt; nur der zu messende Übertragungsweg verbindet beide Meßgeräte. Hilfsverbindungen können im allgemeinen über die Strecke nicht hergestellt werden.

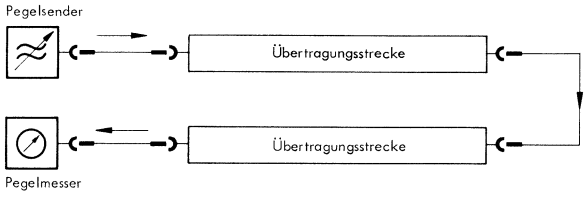


Bild 18 Schleifenmessung

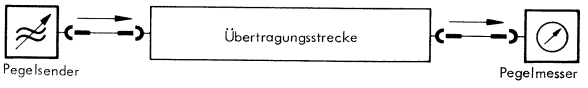


Bild 19 Streckenmessung

Punkt-für-Punkt-Messungen

Punktweises Messen mit Handeinstellung ist üblich, wenn z. B. für Dämpfungsmessungen nur bestimmte Meßfrequenzen vorgeschrieben werden. Als Beispiel sei das Messen mit Lückenmeßpiloten (nach CCITT) an einem Trägerfrequenzsystem genannt (Bild 20). Der Steueroszillator OD-600 mit dem Festfrequenzeinschub ODF-601 gestattet auch automatisch ablaufende selektive Pegelmessungen über eine Übertragungsstrecke – selbst während des Betriebs.

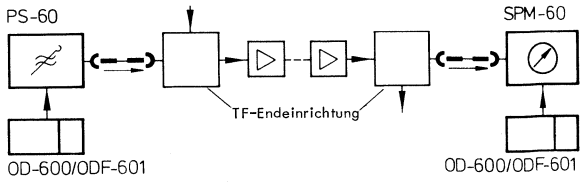


Bild 20 Erzeugen und Messen von Lückenmeßpiloten

Ein weiteres Beispiel für punktweises Messen ist das Überwachen und Registrieren der zeitlichen Schwankungen eines Pilotpegels (Bild 21). Da sich ein Rest des Trägersignals (84,08 kHz) und die Signalisierungsfrequenz mit in der schmalen Frequenzlücke befinden, muß der Pilotpegel mit einem selektiven Pegelmesser gemessen werden, dessen Selektionsfilter z. B. nur eine 3-dB-Bandbreite von 30 Hz hat. Unsere selektiven Pegelmesser können mit Filtern dieser schmalen Bandbreite ausgestattet werden.

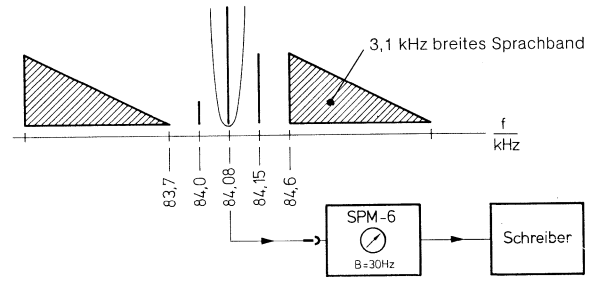


Bild 21 Dauerregistrierung des Primärgruppenpiloten (84,080 kHz)

Wobbelmessungen – Spektrumanalyse

Das Wobbelmeßverfahren erlaubt die lückenlose Darstellung einer Meßwertkurve oder eines Frequenzspektrums in kurzer Meßzeit und gestattet eine Dokumentation der Meßergebnisse. So können Dämpfung, Verstärkung, Reflexionsdämpfung oder Scheinwiderstand in Abhängigkeit der Frequenz als Kurvenzug dargestellt werden (Bild 22). Auf diese Weise kann man charakteristische Merkmale eines Prüflings, z. B. Dämpfungspole oder unerwünschte Eigenschaften wie Resonanzspitzen, erkennen. Abgleicharbeiten an Baugruppen oder Übertragungssystemen, die Spektrumanalyse von Frequenzgemischen und der Panoramaempfang an in Betrieb befindlichen Systemen sind weitere typische Aufgaben.

Beim Wobbeln wird die Frequenz des gesendeten Signals zeitproportional oder exponentiell geändert und das Meßergebnis auf einem Bildschirm oder mit einem Schreiber dargestellt. Mit einblendbaren horizontalen Meßlinien und Frequenzmarken kann man die Meßkurve ausmessen und kennzeichnen.

Die

$$\text{Frequenzänderungsgeschwindigkeit} = \frac{\text{Frequenzbereich}}{\text{Wobbelzeit}}$$

ist nach oben durch die Einschwingzeit des Prüflings oder des Meßempfängers begrenzt. Bei der Verwendung von Sichtgeräten bestimmt die Nachleuchtdauer des Bildschirms die Geschwindigkeit nach unten.

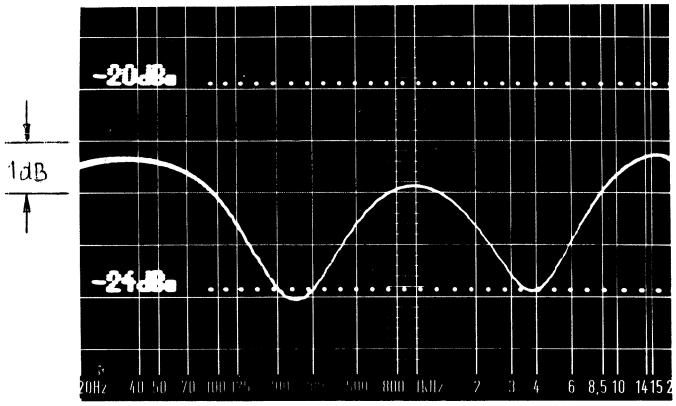


Bild 22 Dämpfungsverlauf eines Prüflings im Frequenzbereich 20 Hz bis 20 kHz; gemessen mit dem NF-Wobbelmeßplatz WM-20

Beim selektiven Wobbeln wird im Steueroszillator die gemeinsame Trägerfrequenz für den Sender und selektiven Empfänger zeitproportional geändert (Bild 23). Mit unseren selektiven Empfängern sind Messungen bis etwa –120 dBm, d. h. von weniger als einem Mikrovolt möglich. Für sehr große Dämpfungsunterschiede, wie sie beim Messen an Filtern vorkommen, wird die logarithmische Darstellung benützt. So lassen sich Dämpfungsunterschiede bis zu 100 dB darstellen.

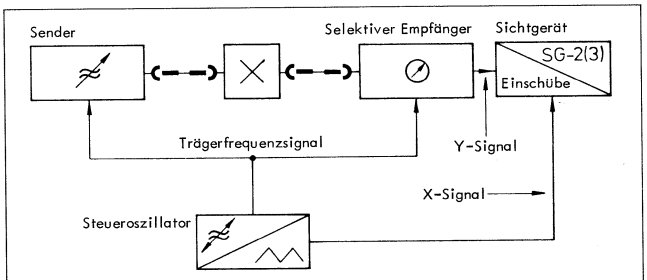


Bild 23 Selektive Wobbelmessungen

Mit zu den wichtigsten Meßaufgaben gehört in der Übertragungstechnik die Strecken-Wobbelmessung des frequenzabhängigen Dämpfungsverlaufs eines TF-Übertragungsweges (Bild 24). Da Pegelsender und Pegelmesser

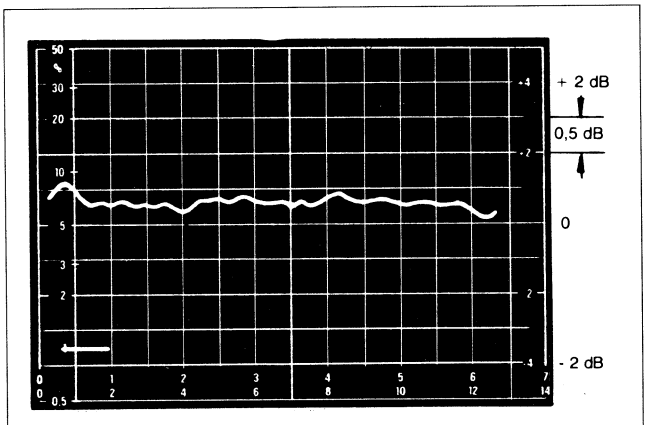


Bild 24 Restdämpfungsverlauf eines TF-Kabelsystems V 2700 nach der Entzerrung; gemessen mit den Geräten WZ-61 und SG-2

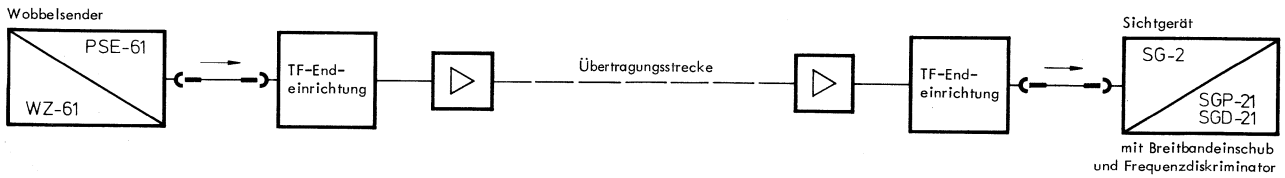


Bild 25 Streckenwobbelung einer TF-Übertragungsstrecke

örtlich getrennt sind, muß am Empfangsort der Pegel im allgemeinen breitbandig gemessen werden (Bild 25). Die zur Schirmbilddarstellung notwendige X-Ablenkspannung wird in diesem Fall aus der Meßfrequenz mittels eines Frequenzdiskriminators erzeugt.

Zu den weiteren Anwendungsgebieten der Wobbeltechnik gehört die Spektrumanalyse von Frequenzgemischen und der Panoramaempfang von z. B. in Betrieb befindlichen Übertragungssystemen.
Mit einem selektiven Empfänger z. B. SPM-11, PM-8, PM-5, SPM-14, einem wobbelbaren Steueroszillator und einem Sichtgerät oder X-Y-Schreiber (Bild 26) ist eine Spektrumanalyse möglich. Das Auflösungsvermögen wird durch die Bandbreite des ZF-Filters bestimmt. Je schmaler die Bandbreite gewählt wird, um so kleiner muß man die Frequenzänderungsgeschwindigkeit (Wobbelgeschwindigkeit) wählen.

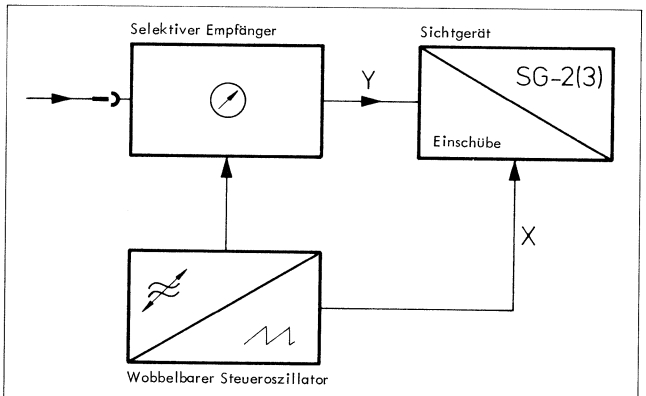


Bild 26 Meßplatz zur Spektrumanalyse

Der Dynamikbereich – eine wichtige Kenngröße bei der Spektrumanalyse – bestimmt den vertikalen Abstand zwischen der kleinsten und der größten Spektrallinie, ohne daß Eigenstörkomponenten das Linienspektrum (Bild 27) verfälschen. Maßgebend für den großen Dynamikbereich eines selektiven Empfängers sind

- sehr kleiner Eigenklirrfaktor,
- sehr geringes Eigenrauschen,
- hohe spektrale Reinheit der im durchstimmbaren Oszillator erzeugten Trägerfrequenz.

Als Beispiel wird der selektive Spannungs- und Pegelmesser SPM-11 (20 Hz bis 200 kHz) mit einem Dynamikbereich von $\geqq$ 80 dB genannt, der zusammen mit dem Steueroszillator OD-4, dem Wobbeleinschub ODW-81 und einem X-Y-Schreiber einen Meßplatz zur Spektrumanalyse bildet.

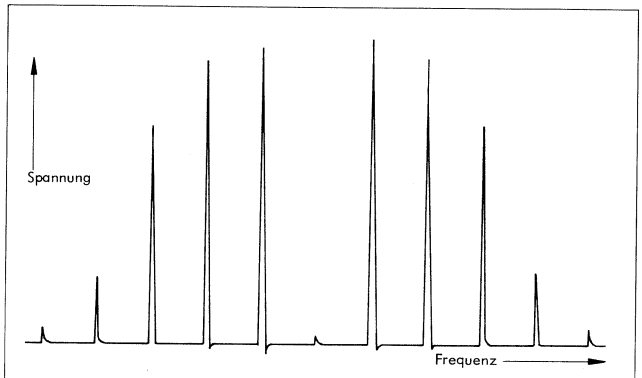


Bild 27 Linienspektrum, gemessen mit dem Meßplatz, SPM-11, OD-4, ODW-81 und einem X-Y-Schreiber

Mit dem Meßplatz in Bild 26 kann man auch die Belegung der Übertragungskanäle in TF- oder Richtfunk-Übertragungssystemen messen. Als Beispiel für den Panoramaempfang zeigt Bild 28 die Spektrumanalyse einer Sekundärgruppe 312 kHz bis 552 kHz. Das Schirmbild gibt sehr rasch einen Gesamtüberblick über: belegte Telefonkanäle (z. B. überlastete Datenübertragungskanäle), Störsignale, Trägerrest und Grundgeräusch.

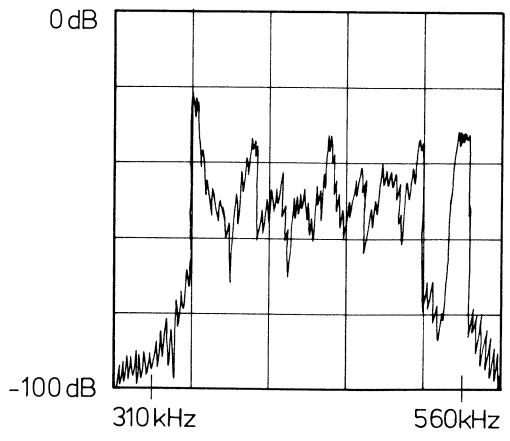


Bild 28 Panoramaempfang einer Sekundärgruppe

Messen von Dämpfungen

Die in der Übertragungstechnik vorkommenden Dämpfungen, mit denen die Eigenschaften von Vierpolen, Leitungen, usw. beschrieben werden, gehören mit zu den wesentlichen Kenngrößen. Bevor auf die wichtigsten Dämpfungsmessungen näher eingegangen wird, gilt es, den Zusammenhang zwischen dem angezeigten und gesendeten Pegel zu beachten.

Angezeigter und gesendeter Pegel

Bei den Meß- und Pegelsendern zeigt das eingebaute Instrument (Bild 29) nur dann genau die Ausgangsspannung $U_1 = U_0$ an, wenn die Anpassungsbedingung

$R_i = \underline{Z}_L$

erfüllt ist. Weicht der Lastwiderstand $\underline{Z}_L$ mit seinem Betrag oder Phasenwinkel vom Innenwiderstand R_i ab, so gilt $U_1 \neq U_0$. Bei der Schalterstellung „$R_i \approx 0$" entspricht die Klemmenspannung U_1 stets dem angezeigten Wert U_0. Dies gilt jedoch nur bis zu einem minimalen Lastwiderstand, z. B. $\underline{Z}_L = 75\ \Omega$.

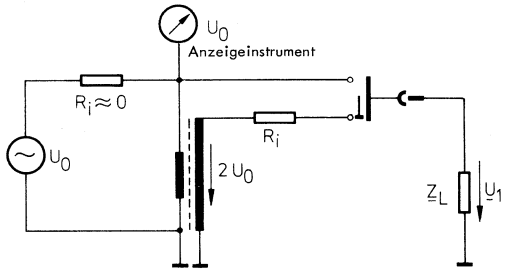


Bild 29 Prinzipielle Ausgangsschaltung eines Pegel- bzw. Meßsenders

Vierpoldämpfung

Die Vierpoldämpfung a_v wird durch das Verhältnis der Eingangsscheinleistung $S_1 = U_1 \cdot J_1$ zur Ausgangsscheinleistung $S_2 = U_2 \cdot J_2$ bestimmt. Dazu wird vorausgesetzt, daß der Vierpol (Bild 30) am Eingang und Ausgang mit seinem Wellenwiderstand abgeschlossen ist. Hat ein Vierpol beispielsweise den Wellenwiderstand $Z_1 = Z_2 = 75\ \Omega$, so müssen im Sender und Empfänger die Widerstände $R_i = R_E = 75\ \Omega$ vorhanden sein. Für die Vierpoldämpfung gilt

$$\frac{a_v}{\text{dB}} = 10 \lg \frac{S_1}{S_2}$$

Ist p_1 der am Sender eingestellte und angezeigte Leistungspegel (der im angepaßten Zustand am Eingang des Vierpols liegt) und p_2 der gemessene Leistungspegel, so folgt mit den Leistungspegeln

$$\frac{p_1}{\text{dBm}} = 10 \lg \left(\frac{S_1}{1\ \text{mW}}\right) \text{ und}$$

$$\frac{p_2}{\text{dBm}} = 10 \lg \left(\frac{S_2}{1\ \text{mW}}\right)$$

für die Vierpoldämpfung

$$\frac{a_v}{\text{dB}} = \frac{p_1}{\text{dBm}} - \frac{p_2}{\text{dBm}}$$

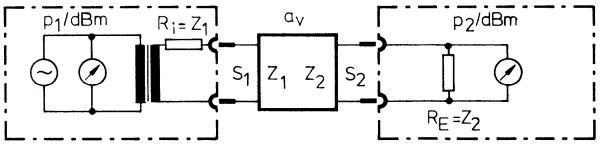


Bild 30 Messen der Vierpoldämpfung

Betriebsdämpfung

Die Betriebsdämpfung ist die Dämpfung, die unter den tatsächlichen Betriebsbedingungen auftritt. Man erfaßt damit eine unvollkommene Anpassung, die in der Praxis immer vorhanden ist und eine zusätzliche Dämpfung zur Folge hat. Bei der Betriebsdämpfungsmessung (Bild 31) bestimmt man das Verhältnis der maximalen Scheinleistung S_0 – die der Sender bei Anpassung $\underline{Z}_{11} = R_i$ abgeben würde – zur tatsächlich empfangenen Scheinleistung S_E. Es gilt demzufolge für die Betriebsdämpfung

$$\frac{a_B}{\text{dB}} = 10 \lg \frac{S_0}{S_E}$$

Auf Grund dieser Definition muß das Instrument im Meß- bzw. Pegelsender (Bild 29) auch im nicht angepaßten Zustand stets den Pegel anzeigen, der bei Anpassung am Ausgang auftreten würde. Mit dem am Sender eingestellten und angezeigten Leistungspegel p_0 und dem gemessenen Empfangspegel p_E folgt (ähnlich der Vierpoldämpfung) für die Betriebsdämpfung

$$\frac{a_B}{\text{dB}} = \frac{p_0}{\text{dBm}} - \frac{p_E}{\text{dBm}}$$

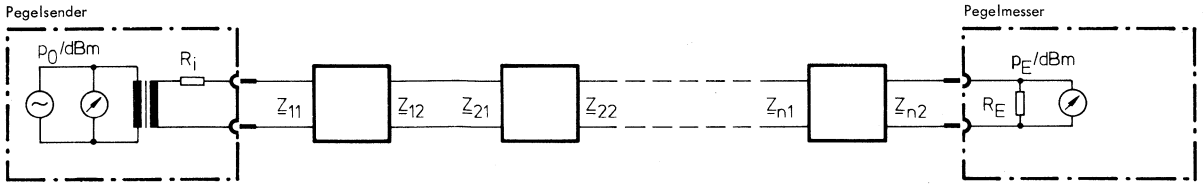


Bild 31 Betriebsdämpfungsmessung

Nebensprechdämpfungen

Bei vielen Meßaufgaben interessiert das Übersprechen von einem Kanal in den anderen. Gemessen werden die Nahnebensprechdämpfung (Bild 32)

$$\frac{a_n}{dB} = \frac{p_{11}}{dBm} - \frac{p_{21}}{dBm}$$

und die Fernnebensprechdämpfung (Bild 33)

$$\frac{a_f}{dB} = \frac{p_{11}}{dBm} - \frac{p_{22}}{dBm}$$

Hervorzuheben ist das Messen großer Dämpfungswerte im NF-Bereich und bis 100 MHz mit den im Katalog genannten Meßgeräten. Mit dem Meßplatz PSM-14 (10 kHz bis 100 MHz) lassen sich bei einem maximalen Sendepegel von +10 dBm und dem noch meßbaren Eingangspegel −120 dBm Nebensprechdämpfungen bis 130 dB messen.

Mitunter wird zum Messen der Nebensprechdämpfung statt des sinusförmigen Meßsignals auch ein sprachsimulierendes Rauschsignal, das der Rauschgenerator RG-1 erzeugt, verwendet. Zum Messen des Geräusches dient z. B. das NF-Meßgerät PMG-2 oder der NF-Wobbelmeßplatz WM-20 bzw. WM-30.

Reflexionsdämpfung

Auf die Bedeutung der genauen Anpassung der Wellenwiderstände wurde bereits bei der Definition der Betriebsdämpfung hingewiesen. Ist eine Leitung nicht genau mit ihrem Wellenwiderstand abgeschlossen, so entsteht infolge der rücklaufenden Welle ein rippelförmiger Frequenzgang der Dämpfung und der Gruppenlaufzeit. Als Maß für die Anpassung eines Ein- oder Ausgangswiderstandes $\underline{Z}_x$ an einen vorgeschriebenen Wellenwiderstand $\underline{Z}_0$ gilt die Reflexionsdämpfung

$$\frac{a_r}{dB} = 20 \lg \left| \frac{\underline{Z}_x + \underline{Z}_0}{\underline{Z}_x - \underline{Z}_0} \right|$$

Für die in der Nachrichtentechnik vorkommenden Gabelschaltungen sind Leitungsnachbildungen notwendig. Der Begriff Fehlerdämpfung wird häufig für die Anpassung einer Nachbildung an den Eingangswiderstand einer Leitung verwendet. Bezeichnet man mit $\underline{Z}_N$ den Scheinwiderstand einer Nachbildung und mit $\underline{W}_x$ den Eingangswiderstand einer Leitung, so gilt für die Fehlerdämpfung

$$\frac{a_F}{dB} = 20 \lg \left| \frac{\underline{W}_x + \underline{Z}_N}{\underline{W}_x - \underline{Z}_N} \right|$$

Zum Messen der Reflexions- bzw. Fehlerdämpfung stehen die in der Tabelle 4 genannten Meßgeräte und Meßzusätze zur Verfügung.

Tabelle 4

Frequenzbereich	Meßgeräte	Meßzusätze und geeignete Pegelmeßplätze
15 Hz bis 15 kHz	PMG-2 BN 815/4 BN 815/5	
20 Hz bis 20 kHz	WM-20 WM-30	
300 Hz bis 612 kHz		SFZ-1 mit PS-3/SPM-3
200 Hz bis 4,5 MHz		RFZ-12 mit PS-12/SPM-12, PS-6/SPM-6, PS-60/SPM-60
10 kHz bis 36 MHz		RFZ-5 mit PSM-5, PS-6/SPM-6, PS-60/SPM-60
100 kHz bis 100 MHz		RFZ-14 mit PSM-14, PSM-7

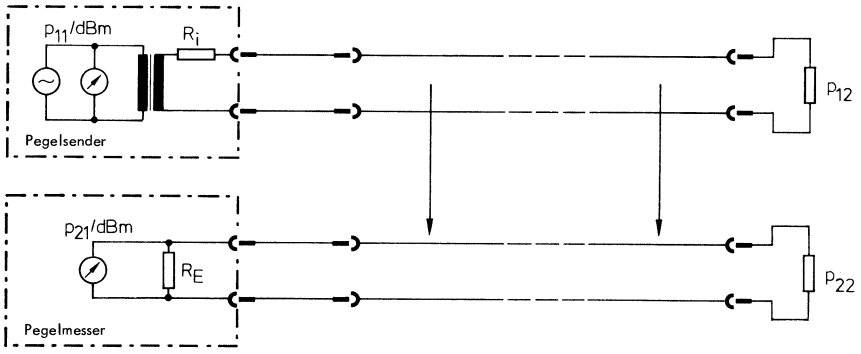


Bild 32 Messen der Nahnebensprechdämpfung

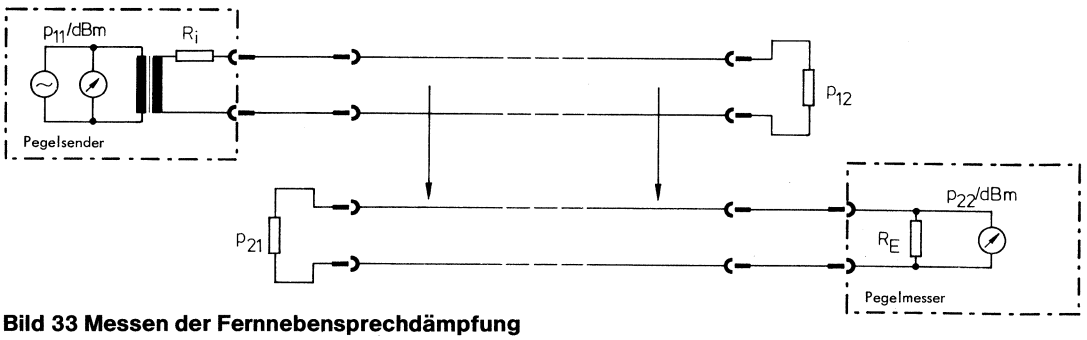


Bild 33 Messen der Fernnebensprechdämpfung

Geräuschmessungen

Die in einem Übertragungssystem auftretende Störspannung kann zur Beurteilung des Signal-Geräusch-Abstandes breitbandig oder bewertet gemessen werden. Im allgemeinen spricht man von einer Fremdspannung (unweighted noise voltage) oder einem Fremdpegel, wenn diese Spannung breitbandig, d. h. unbewertet gemessen wird. Zu beachten sind dabei die in den CCITT- und CCIR-Empfehlungen vorgeschriebenen Frequenzbereiche und die Art der Gleichrichterschaltungen.

Damit ein Störgeräusch so gemessen wird wie es ein Beobachter gehörmäßig empfindet, müssen die subjektiven Bedingungen nachgebildet werden. Die psophometrischen Bewertungsfilter für die Geräuschmessungen im Fernsprechkanal und im Tonrundfunkkanal und die Eigenschaften der Anzeigeschaltungen werden durch CCITT- und CCIR-Empfehlungen festgelegt. Dazu ist zu bemerken, daß man im allgemeinen als Geräuschspannung oder Geräuschpegel die psophometrisch bewertete Störspannung bezeichnet. Für Messungen im Fernsprechkanal gilt für die Fremd- und Geräuschspannung der Effektivwert; im Tonrundfunkkanal ist das Messen des Quasi-Spitzenwertes üblich (siehe dazu das „Anhängsel" q zum dB, Seite 30).

Zum Messen der Fremd- und Geräuschspannungen in Fernsprech- und Tonrundfunkkanälen stehen die Meßgeräte PMG-2, WM-20 bzw. WM-30 und PMD-1 zur Verfügung.

Bei Geräuschmessungen im 3100-Hz-breiten Telefonkanal sind zwei Fälle zu beachten:

a) Im niederfrequenten Fernsprechkanal ist die Geräuschleistungsdichte (W/Hz) meist ein frequenzabhängiger Wert. Wesentliche Störgeräusche sind: Klirrgeräusche der NF-Verstärker, Nebensprechen von Nachbarleitungen und Geräusche durch Kontaktstörungen.

b) In einem in der TF-Lage liegenden Sprachkanal kann die Geräuschleistungsdichte (W/Hz) als konstant angenommen werden. Das Geräusch in diesem breitbandigen TF-Übertragungsweg setzt sich aus einem Grundgeräusch (Wärmerauschen) und dem von der Belegung abhängigen Klirrgeräusch (Intermodulationsgeräusch) zusammen.

Im Fall a) muß beim Messen der Geräuschspannung die frequenzabhängige Empfindlichkeit des menschlichen Ohrs mit einem Psophometer-Filter, entsprechend der CCITT-Empfehlung P. 53, nachgebildet werden.

Im Fall b) kann man auf das Psophometer-Filter verzichten. Für diese Geräuschmessung ist ein selektiver Pegelmesser geeignet, dessen Selektionsbandbreite gleich der effektiven Rauschbandbreite B_{eff} = 1,74 kHz ist. Dieser Wert entspricht der effektiven Rauschbandbreite des CCITT-Psophometerfilters (Bild 34). Die effektive Rauschbandbreite ist die Bandbreite eines flächengleichen Bandpasses mit rechteckförmigem Verlauf (Bild 35), wenn als Signal ein Rauschen mit konstanter Leistungsdichte (W/Hz), d. h. weißes Rauschen, verwendet wird.

Auf diese Weise lassen sich mit einem selektiven Pegelmesser, z. B. SPM-6, SPM-60 oder SPM-12, in einem freigeschalteten Telefonkanal eines in Betrieb befindlichen TF-Systems der absolute Geräuschpegel in dBm0p oder der Signal-Geräusch-Abstand bestimmen.

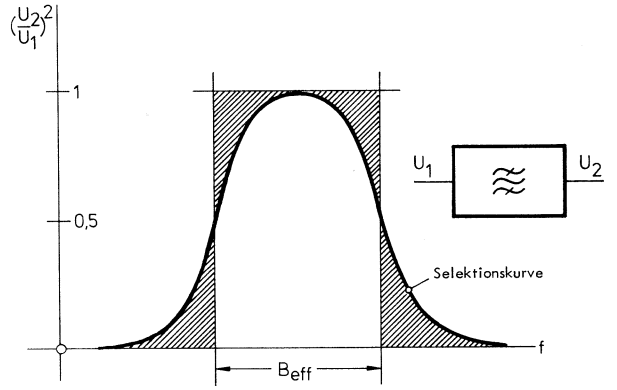


Bild 35 Selektionskurve und effektive Rauschbandbreite eines selektiven Spannungs- bzw. Pegelmessers

Die effektive Rauschbandbreite und die 3-dB-Bandbreite der Selektionskurve werden in den technischen Daten unserer selektiven Spannungs- und Pegelmesser genannt. Beispielsweise gilt für die Geräte:

SPM-11	3-dB-Bandbreite 40 Hz Effektive Rauschbandbreite 30 Hz
SPM-60	3-dB-Bandbreite 2,3 kHz Effektive Rauschbandbreite 1,74 kHz

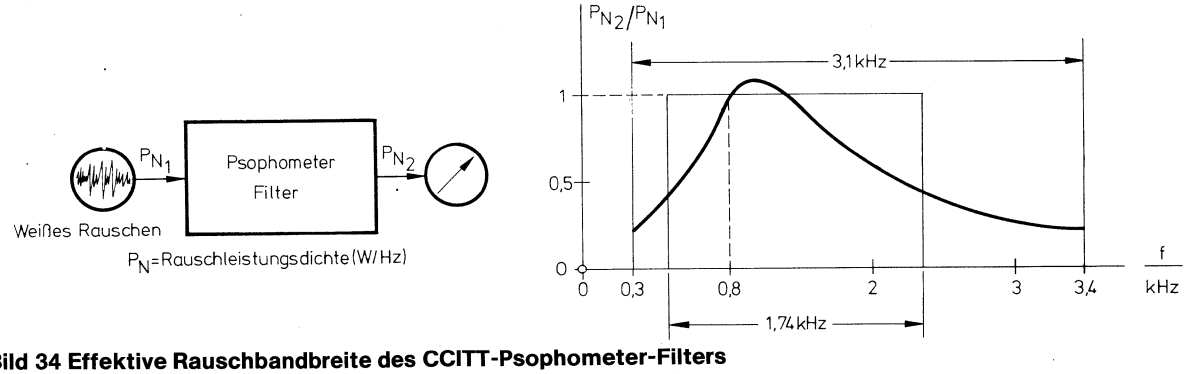


Bild 34 Effektive Rauschbandbreite des CCITT-Psophometer-Filters

Klirr- und rauscharme Messungen
Je nach Meßaufgabe werden von einem selektiven Spannungs- und Pegelmesser eine große Eigenklirrdämpfung oder ein geringes Eigenrauschen verlangt, damit eine Verfälschung des Meßergebnisses vernachlässigbar bleibt. Aus diesem Grund kann bei unseren Meßempfängern durch einfaches Umschalten die klirrarme oder die rauscharme Meßart gewählt werden.

Klirrarme Spannungs- bzw. Pegelmessungen
In einem selektiven Spannungs- und Pegelmesser entsteht die nichtlineare Verzerrung des Meßsignals im breitbandigen Eingangsverstärker und im 1. Mischer. Damit diese Verzerrung klein bleibt, sind in der Schalterstellung „klirrarm" in der Hauptsache die Teilerstufen des breitbandigen Vorteilers eingeschaltet, die eine geringere Aussteuerung des Eingangsverstärkers und 1. Mischers bewirken.

Das Messen der Oberschwingungskomponenten beim Klirrfaktorverfahren (Bild 36) bei nicht unterdrückter Grundschwingung verlangt eine hohe Eigenklirrdämpfung. Beachtliche Meßfehler können bei einer ungenügenden Eigenklirrdämpfung entstehen, wenn sich die im selektiven Spannungs- und Pegelmesser entstehenden Oberschwingungen mit den aus dem Meßobjekt stammenden Oberschwingungen addieren. Sehr kleine Klirrfaktoren bzw. sehr große Klirrdämpfungen sind meßbar, wenn die Grundschwingung vor dem selektiven Empfänger mit einem Hochpaß unterdrückt wird.

Auch beim Differenztonverfahren (Bild 37), bei dem zwei Signale gleicher Amplitude mit den Frequenzen f_1 und f_2 am Eingang eines Meßobjekts liegen und die am Ausgang auftretenden Differenzfrequenzen gemessen werden – muß eine hohe Eigenklirrdämpfung vorhanden sein, damit der Meßfehler vernachlässigbar bleibt.

Als Beispiel für die Größe des Eigenklirrens wird der selektive Spannungs- und Pegelmesser SPM-11 (15 Hz bis 200 kHz) genannt, dessen Eigenklirrdämpfung für die 2. und 3. Oberschwingung größer als 80 dB ist, bei einer Empfindlichkeitserhöhung um 60 dB gegenüber dem Summenpegel.

Relativ große Spannungen bzw. Pegel werden nur bei einer hohen Linearität der Eingangsschaltung sehr genau gemessen. Auch in diesem Fall ist eine klirrarme Messung notwendig. Eine Kennlinienkrümmung (Bild 38) und damit eine geringere Eigenklirrdämpfung hat eine Verfälschung des Meßergebnisses zur Folge.

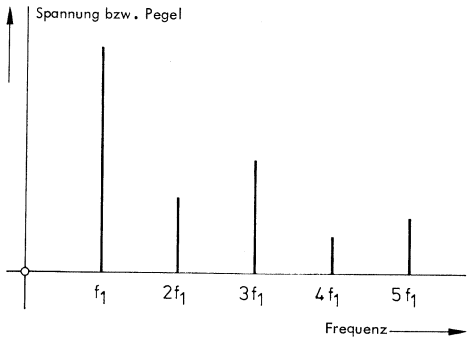


Bild 36 Frequenzspektrum am Ausgang eines Meßobjekts beim Klirrfaktorverfahren

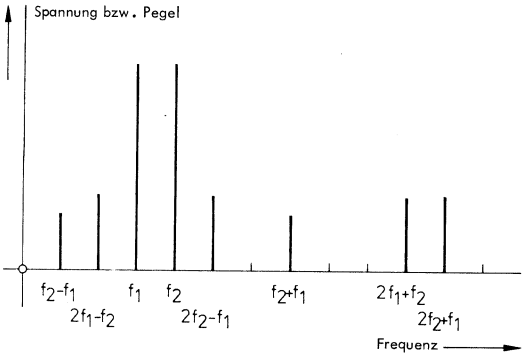


Bild 37 Frequenzspektrum am Ausgang eines Meßobjekts beim Differenztonverfahren

Rauscharme Spannungs- bzw. Pegelmessungen
Bei Wobbelmessungen an Objekten mit großem Dämpfungsunterschied und beim Messen kleiner Pegelunterschiede ist ein möglichst großer Abstand zwischen dem Meßsignal und dem in der Eingangsschaltung entstehenden Eigenrauschen notwendig. Damit dieser Abstand groß bleibt, wird das Eingangssignal im Vorteiler des selektiven Spannungs- und Pegelmessers nur wenig abgeschwächt. Wirksam sind bei dieser Meßart vor allem die in der ZF-Ebene liegenden Teilerstufen. Dadurch werden Meßsignal und Eigenrauschen im gleichen Maß gedämpft. Der Vorteiler würde nur das Meßsignal dämpfen und so den Signal-Geräusch-Abstand verschlechtern.

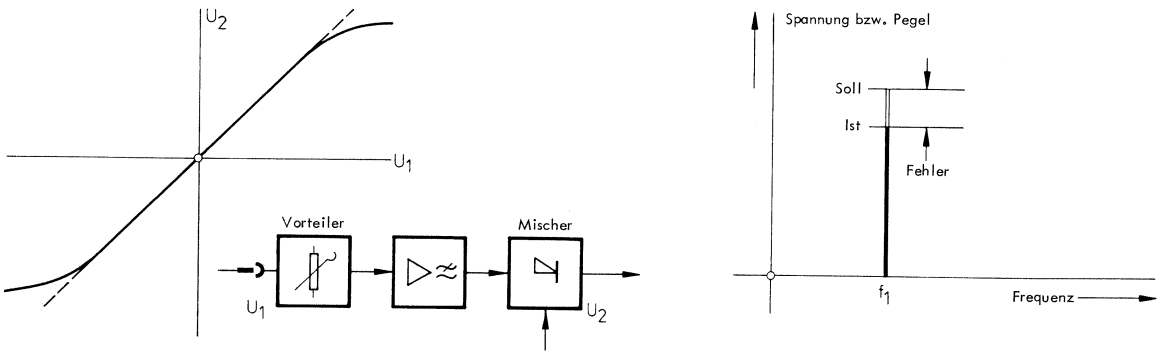
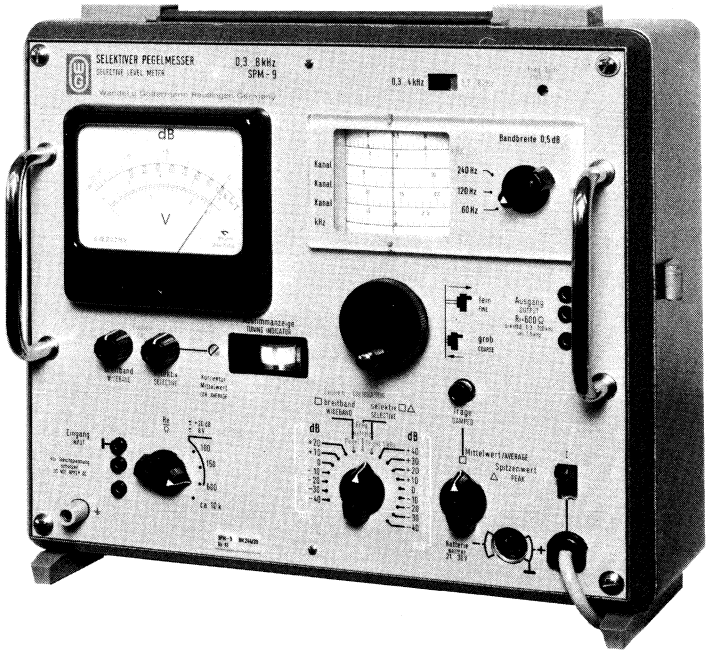


Bild 38 Nichtlineare Kennlinie der Eingangsschaltung und der daraus entstehende Meßfehler

SPM-9
Pegelmesser

für Spannungs- und Pegelmessungen an WT-Systemen, selektiv 0,3 bis 8 kHz / breitbandig 0,3 bis 100 kHz



- **Umschaltbare Bandbreite**
- **Mittel- und Spitzenwertgleichrichtung**
- **Skala für direkte Ablesung des Tastverhältnisses τ/T**
- **Abstimmanzeigeröhre für Maximumabgleich**
- **Batterie- und Netzbetrieb möglich**

Anwendung und Eigenschaften

Mit dem Pegelmesser SPM-9 lassen sich an Daten- und Fernwirk-WT-Übertragungseinrichtungen Pegel- und Dämpfungsmessungen sowie Messungen des Tastverhältnisses durchführen. Der Frequenzbereich für selektive Messungen reicht von 300 Hz bis 8 kHz und erfaßt somit alle WT-Systeme nach CCITT. Bei Breitbandbetrieb erhöht sich die obere Frequenzgrenze auf 100 kHz.

Das Gerät besitzt drei umschaltbare Bandbreiten, die so ausgelegt sind, daß sie für Eingangssignale mit Telegrafiergeschwindigkeiten von 50, 100 und 200 Baud ein optimales Einschwingen des Pegelmessers gewährleisten. Es können somit Messungen an amplituden- und frequenzmodulierten Systemen und insbesondere auch an frequenzmodulierten Systemen mit unsymmetrischen und wechselnden Tastverhältnissen durchgeführt werden. Wegen der hohen Sperrdämpfung der Selektionsfilter des Geräts sind auch Messungen an Zweidrahtsystemen möglich.

Auf der Trommelskala des SPM-9 lassen sich neben der Frequenzeichnung in kHz auch die Kanalzahlen für die Systeme nach CCITT mit einem Kanalabstand von 120, 240 und 480 Hz ablesen. Hierdurch wird dem Benutzer des Pegelmessers die Einstellung der Empfangsfrequenz wesentlich erleichtert. Die Einstellgenauigkeit liegt bei ± 10 Hz. Damit lassen sich alle Kanäle in Systemen mit 120 Hz Kanalabstand sicher treffen. Eine träge Spitzenwert-Gleichrichtung und die Verwendung einer Abstimmanzeigeröhre für

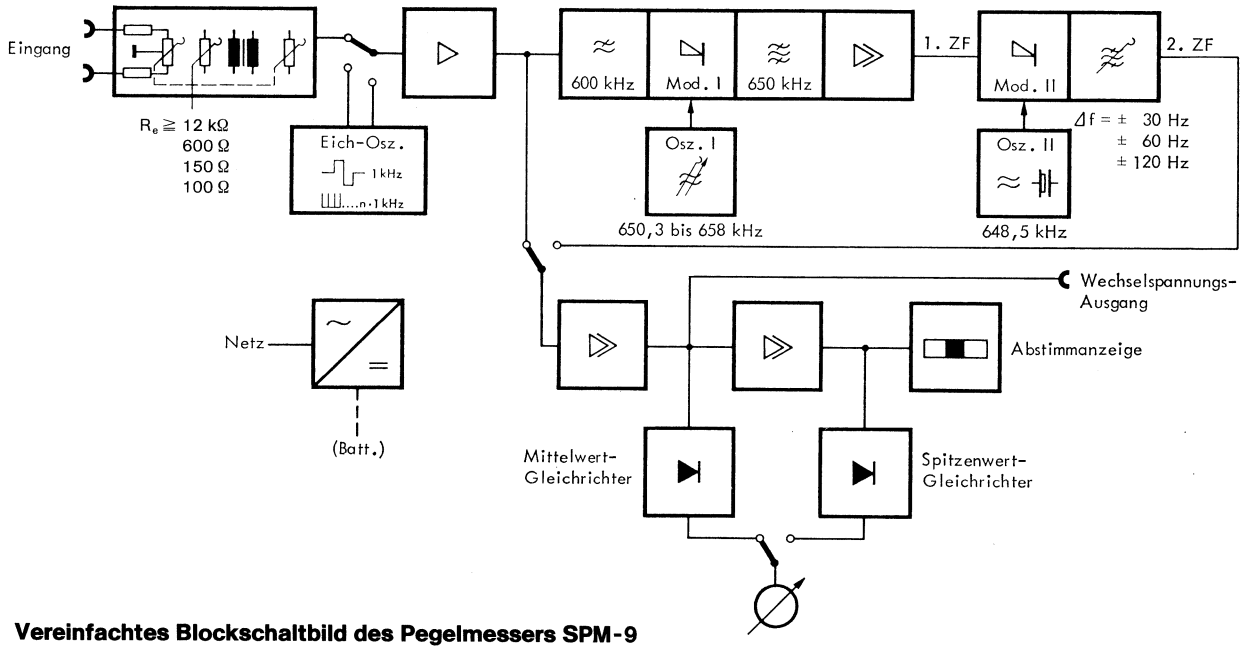
den Maximumabgleich ermöglichen die genaue Selektivmessung von getasteten amplitudenmodulierten Signalen mit Tastverhältnissen von 30% bis 100%. Die Tastfrequenz kann dabei zwischen 2 Hz und 15 Hz schwanken.

Aufgrund der Umschaltemöglichkeit zwischen Spitzenwert- und Mittelwert-Gleichrichtung lassen sich nacheinander Spitzenwert und Mittelwert eines getasteten Signals selektiv messen. Hieraus ergibt sich das Tastverhältnis, welches an einer Hilfsskala direkt ablesbar ist. Durch eine breitbandige Messung läßt sich der Summenpegel, d. h. die Leitungsbelegung, ermitteln.
An einem besonderen Ausgang kann ein Oszillograf oder Kopfhörer angeschlossen werden.
Der Pegelmesser SPM-9 erhält seine Stromversorgung wahlweise aus dem Wechselstromnetz oder aus einer 24-V-Batterie. Um die Stromaufnahme möglichst niedrig zu halten, bleibt bei Batteriebetrieb die Abstimmanzeige außer Betrieb. Das Gerät ist in Dezibel und Volt geeicht, wobei ein Pegel von 0 dB einer effektiven Spannung von 0,775 V entspricht.

Technische Einzelheiten

Der selektive Pegelmesser SPM-9 ist ein Empfänger, der nach dem Überlagerungsprinzip arbeitet. Im Breitbandbetrieb wird der Überlagerungsteil umgangen. Der Eingang ist symmetrisch und der Eingangswiderstand im gesamten Frequenzbereich größer als 12 kΩ. Er kann durch schaltbare Zusatzwiderstände auf die gebräuchlichen Werte von 100 Ω, 150 Ω und 600 Ω gebracht werden.
Das vereinfachte Blockschaltbild zeigt den prinzipiellen Aufbau des Geräts. Über einen symmetrischen, hochohmigen Eingangsübertrager und eine Trennstufe gelangt das Meßsignal an einen Tiefpaß. Im nachfolgenden Modulator I wird es dem Signal des Oszillators I überlagert, dessen Frequenz im Bereich von 650,3 kHz bis 658 kHz abstimmbar ist. Die dabei entstehende Zwischenfrequenzspannung wird in einem 650-kHz-Quarzfilter ausgesiebt, anschließend verstärkt und einem zweiten Modulator zugeführt. Hier erfolgt die Umsetzung des 650-kHz-Signals auf die zweite Zwischenfrequenz von 1,5 kHz. Einem ZF-Filter für 1,5 kHz, in dem sich die Bandbreite durch Umschalten den Übertragungsgeschwindigkeiten der WT-Systeme anpassen läßt, folgt ein Breitbandverstärker. Das Signal kann wahlweise über einen Mittelwert- oder einen Spitzenwertgleichrichter dem Anzeigeinstrument zugeführt werden. Bei Breitbandmessungen gelangt die Eingangsspannung unter Umgehung der Modulatoren und des ZF-Teils direkt zum Breitbandverstärker. In dieser Betriebsart ist nur die Mittelwertgleichrichtung wirksam.

Der Eichoszillator ermöglicht die Eichung des Geräts bei 1 kHz sowie ganzzahligen Vielfachen von 1 kHz.



Vereinfachtes Blockschaltbild des Pegelmessers SPM-9

Meßzusatz SFZ-1

Als Zusatzgerät zum SPM-9 ist auf Wunsch der Scheinwiderstands- und Fehlerdämpfungsmeßzusatz SFZ-1 lieferbar. Dieses Gerät kann bei sämtlichen Ausführungen der SPM-9-Serien ohne besondere Anpassung eingesetzt werden.
Der SFZ-1 ist in einem speziellen, zum SPM-9 passenden Gerätedeckel untergebracht. Auf der Frontplatte dieses Meßzusatzes befindet sich eine Umrechnungstabelle zur Übertragung der am SPM-9 angezeigten dB-Werte in die entsprechenden Widerstandswerte. Zur Messung von Scheinwiderstandsbeträgen liegt der Prüfling in Reihe zu einem Vergleichswiderstand, der sehr klein gegenüber dem zu messenden Widerstand ist. An dieser Reihenschaltung liegt ein fest vorgegebener Sendepegel, so daß der Spannungsabfall am Vergleichswiderstand ein direktes Maß für den Scheinwiderstandsbetrag des Prüflings darstellt.
Mit dem SFZ-1 lassen sich in Brückenschaltung auch Symmetrie- und Fehlerdämpfung messen. Durch externen Anschluß veränderbarer Widerstands- und Kapazitätsnormalien können in dieser Betriebsart überdies verschiedene Messungen komplexer Widerstände durchgeführt werden.

Technische Daten des Pegelmessers — SPM-9

Alle wesentlichen Geräteeigenschaften sind durch garantierte Toleranz- und Grenzwertangaben und nicht durch typische Werte gekennzeichnet. Sie gelten nicht nur bei Auslieferung, sondern mindestens für die gesamte Garantiezeit.
Sofern nicht anders vermerkt, gelten die Daten bei 20° C Umgebungstemperatur und für den angegebenen Bereich der Netz- bzw. Batteriespannung.

Selektivmessung

Frequenzbereich	Frequenzbereich	300 Hz bis 8 kHz
	unterteilt in 2 Teilbereiche	0,3 bis 4 kHz und 4 bis 8 kHz
	Fehlergrenzen der Frequenz bei Bandbreite 60 Hz nach Eichung bei einer benachbarten 1-kHz-Marke	± 10 Hz
Meßbereiche	für Anzeige 0 dB	−40, −30, ..., +40 dB
	für Skalenendwerte 2,5 bzw. 8	8 mV, 25 mV, ..., 80 V
	für Tastverhältnismessungen τ/T	30% bis 100%
	Selektion, umschaltbar	
	Bereich »60 Hz« Durchlaßbereich $\Delta f = \pm 30$ Hz	$\Delta a \leqq 0{,}5$ dB
	Durchlaßbereich $\Delta f = \pm 50$ Hz	$\Delta a \leqq 3$ dB
	Sperrbereich $\Delta f = \pm 90$ Hz	$\Delta a \geqq 20$ dB
	Bereich »120 Hz« Durchlaßbereich $\Delta f = \pm 60$ Hz	$\pm \Delta a \leqq 0{,}5$ dB
	Durchlaßbereich $\Delta f = \pm 100$ Hz	$\Delta a \leqq 3$ dB
	Sperrbereich $\Delta f = \pm 180$ Hz	$\Delta a \geqq 30$ dB
	Bereich »240 Hz« Durchlaßbereich $\Delta f = \pm 120$ Hz	$\pm \Delta a$ ca. 0,5 dB; $\leqq 1$ dB
	Durchlaßbereich $\Delta f = \pm 160$ Hz	$\Delta a \leqq 3$ dB
	Sperrbereich $\Delta f = \pm 360$ Hz	$\Delta a \geqq 40$ dB
	ZF- und Spiegelfrequenzdämpfung	$\geqq 50$ dB
	Eigenklirrdämpfung für k_2 und k_3 bei 40 dB Empfindlichkeitserhöhung	$\geqq 60$ dB

Breitbandmessung

Frequenzbereich	Frequenzbereich	300 Hz bis 100 kHz
Meßbereiche	für Anzeige 0 dB	−40, −30, ..., +20 dB
	für Skalenendwerte 2,5 bzw. 8	8 mV, 25 mV, ..., 8 V

Gemeinsame Daten

für Selektiv- und Breitbandmessungen

	Anzeigebereiche des Instruments	−30 bis +1 dB 0 bis 8,5 V; 0 bis 2,5 V
Meßfehler	Fehlergrenzen bei der Anzeige 0 dB im Meßbereich »0 dB« nach Eichung, für f = 1 kHz	± 0,1 dB
	Max. Teilungsfehler des Meßbereichschalters bezogen auf die Stellung »0 dB« für f = 1 kHz im Bereich −40 bis 0 dB	± 0,1 dB

Zusätzliche max. Unsicherkeit bei Spitzenwertmessung und
getasteten Signalen mit f_{Tast} von 2 Hz bis 15 Hz und $\tau/T = 50\%$ . . . . . ± 0,3 dB
bei unsymmetrisch frequenzgetasteten Signalen . . . . . ± 1 dB

Fehlergrenzen der Instrumentenskala . . . . . ± 1,5% v.E.

Max. Frequenzgang der Anzeige bezogen auf f = 1 kHz . . . . . ± 0,1 dB

Eingang

Eingangswiderstand[1]) . . . . . ≧ 12 kΩ
sowie einstellbar auf . . . . . 600, 150, 100 Ω

Zulässiger Eingangspegel bei R_i = 600, 150 und 100 Ω . . . . . ≦ +20 dB bzw. ≦ 8 V

Unsymmetriedämpfung am Eingang . . . . . ≧ 40 dB

Ausgang

Ausgangspegel bei Instrumentenanzeige 0 dB im Leerlauf . . . . . ca. −19 dB
Ausgangsfrequenz bei Selektivmessung und abgestimmtem Gerät . . . . . 1,5 kHz
bei Breitbandmessung . . . . . wie Eingangsfrequenz
Innenwiderstand . . . . . ca. 600 Ω

Max. Einfluß der Umgebungstemperatur
im Bereich 0 °C bis +40 °C auf den Eichpegel . . . . . ± 0,01 dB/ °C
auf die Eichfrequenz bei f = 1 kHz . . . . . ± 0,5 Hz/ °C
auf die Empfangsfrequenz ohne Nacheichen . ± 10 Hz/ °C

Allgemeine Daten

Stromversorgung

Netzbetrieb, 45 bis 65 Hz . . . . . 110, 115, 220, 240 V ± 10%
Leistungsaufnahme . . . . . ca. 10 VA

Batteriebetrieb . . . . . 24 V
Zulässiger Spannungsbereich der Batterie . . . . . 21 bis 30 V
Stromaufnahme . . . . . 80 bis 150 mA

Abmessungen in mm, b x h x t . . . . . 342 x 286 x 175
Gewicht . . . . . 8 kg

Buchsenausführung . . . . . 3polige TF-Buchse

FTZ-K-Nummer 272 181 808

1) In den beiden unempfindlichsten Meßbereichen kann nur der hochohmige Eingangswiderstand benutzt werden.

Meßzubehör

Scheinwiderstands- und Fehlerdämpfungsmeßzusatz SFZ-1

Frequenzbereich . . . . . 0,3 bis 612 kHz
Erforderlicher Sendepegel . . . . . ca. +9 dB

Scheinwiderstands-Betragmessung
Meßbereich für Instrumenten-Vollausschlag . . . . . 10 Ω bis 1 kΩ
Größter meßbarer Betrag . . . . . 5 kΩ

Max. Meßfehler bei $\varphi \leqq 30°$
30 Ω bis 1 kΩ . . . . . ± 5% ± 1,5% v.E.
10 Ω bis 30 Ω und 1 kΩ bis 5 kΩ . . . . . ± 10% ± 1,5% v.E.

Meßart »Brücke«
Meßbereich . . . . . 150 bis 600 Ω
Eigensymmetrie der Brücke bei $R_X = R_N$ = 150 Ω . . . . . ≧ 60 dB

Meßart »Symmetrie«
Meßbereich . . . . . 0 bis 50 dB
Eigensymmetrie der Brücke . . . . . ≧ 60 dB

FTZ-K-Nummer 272 918 180

Bestellangaben

Pegelmesser SPM-9	BN 244/21
Meßzubehör (gegen Aufpreis)	
Meßzusatz SFZ-1	BN 385

PMD-1
Digitaler Geräuschpegelmesser

für Fernsprech- und Tonübertragungsmessungen sowie Breitbandpegelmessungen im Frequenzbereich 20 Hz bis 200 kHz



- **Digitale Pegelanzeige**
- **Automatische Meßbereichseinstellung**
- **Bewertungsfilter für Fernsprechen und Rundfunk nach CCITT und anderen gängigen Normen; Anschlußmöglichkeit für externes Filter**
- **Effektiv- und Quasi-Spitzenbewertung des Geräuschpegels**
- **Systemanpassung durch Relativpegel-Einstellung**
- **Hörerausgang und Gleichspannungsausgänge**
- **Datenausgang (BCD) für Druckeranschluß**
- **Fernsteuermöglichkeit auf Wunsch**

Anwendung und Eigenschaften

Der digitale Geräuschpegelmesser PMD-1 dient zur Messung von Fremd- und Geräuschpegeln in Fernsprech- und Tonübertragungskanälen. Darüber hinaus läßt er sich als Breitbandpegelmesser im Frequenzbereich 20 Hz bis 200 kHz einsetzen.

Bei der Ermittlung von Störungen interessiert neben dem unbewertet gemessenen Pegel (Fremdpegel) vor allem der Störeindruck (Geräuschpegel), den ein Beobachter empfindet. Für diesen Fall ist eine frequenzabhängige Bewertung erforderlich, die für Fernsprechen und Rundfunk in der CCITT-Empfehlung »Weißbuch Vol. V, Rec. P. 53, 1968« festgelegt ist. Für Geräuschmessungen an Rundfunkleitungen hoher Qualität wird gegenwärtig ein neues Bewertungsfilter diskutiert, das jedoch bereits lieferbar ist.

Das Gerät PMD-1 enthält steckbare Filterkarten; die Filter entsprechen neuesten internationalen Normen. Neben dem jeweiligen Bewertungsfilter befindet sich auf der Steckkarte ein Bandpaß für unbewertete Messungen. Externe Filter lassen sich an den Buchsen auf der Geräterückseite anschließen.

Die Gleichrichtung der Meßgröße erfolgt mit einem effektiv bewertenden Gleichrichter oder mit einem Quasi-Spitzenwertmesser entsprechend DIN 45405. Zur sicheren Anzeige von Geräuschpegeln stehen bei Effektivwertmessung drei wählbare Integrationszeiten von 200 ms, 1 s und 5 s zur Verfügung. Bei der Spitzenwertmessung wird der größte in einem Beobachtungsintervall von 2 s, 5 s oder 10 s vorkommende bewertete Spitzenpegel (»Knackgeräusch«) gemessen.

Die Meßbereichsteiler können sowohl automatisch als auch von Hand eingestellt werden. Durch den automatischen Meßbereichsabgleich und die Digitalanzeige ist das Meßergebnis einfach, schnell und genau ablesbar. Die Handeinstellung ist vor allem für die Spitzenwertmessung von Signalen mit sehr großem Spitzenfaktor sowie für die Effektivwertmessung bei Schreiber- und Wobbelbetrieb vorteilhaft.

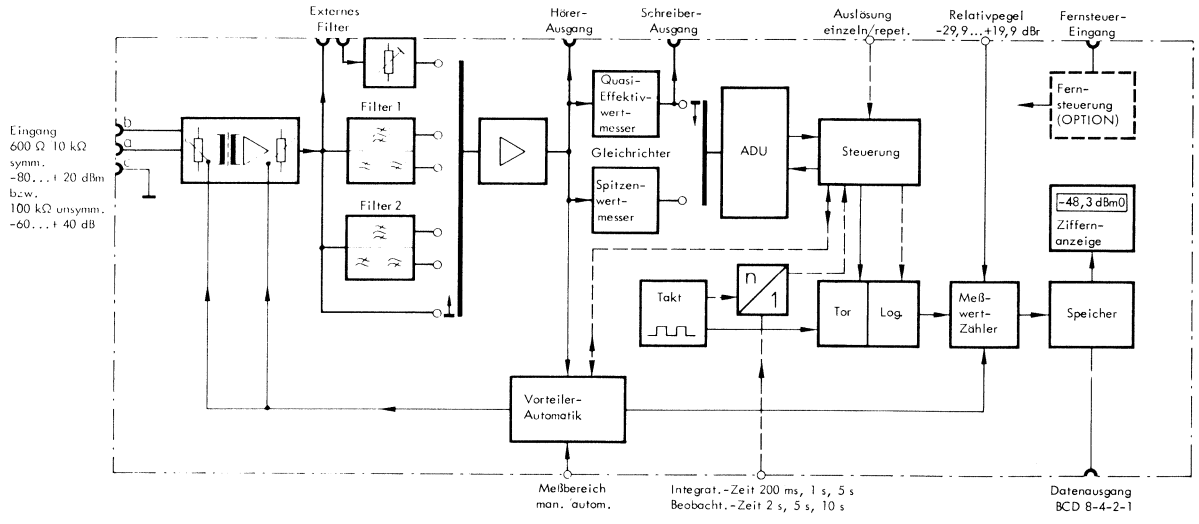
Zur Anpassung an den Kanalmeßpegel in Übertragungssystemen läßt sich ein Relativpegel im Bereich – 29,9 bis + 19,9 dBr digital vorgeben. Das Gerät zeigt dann direkt den bezogenen Leistungspegel an.

Mit Hilfe der auf Wunsch lieferbaren Fernsteuerkarte sind alle Bedienungsfunktionen mit Ausnahme der Relativpegeleinstellung vom Programmsteuer- und Auswertegerät PRA-30 z. B. über Lochstreifen oder im Rechnerbetrieb steuerbar. Der Geräuschpegelmesser ermöglicht damit den Einsatz der Pegelmeßautomaten PA-4 und PA-7 für automatisierte Geräuschpegelmessungen.

Zusammen mit der Rausch-Sendeeinrichtung RG-1 / RGS-1 können an Kanalumsetzern Messungen von Grundgeräusch, Nebensprechen und Intermodulation durchgeführt werden. Ebenso findet das Gerät als logarithmierender Analog-Digital-Umsetzer bei selektiven Pegelmessern mit ZF-Ausgang und bei den Rauschklirrempfängern von W.u.G.Verwendung.

Technische Einzelheiten

Der Geräuschpegelmesser PMD-1 besitzt symmetrische Eingänge mit einem umschaltbaren Eingangswiderstand von 600 Ω oder 10 kΩ. Für unsymmetrische Messungen kann der Eingangswiderstand mit einem 20-dB-Teiler auf 100 kΩ erhöht werden. Die daraus resultierende Pegelverschiebung ist in der Anzeige berücksichtigt.
Vom Vorteiler, der eine Übersteuerung der ersten Verstärkerstufe verhindert, gelangt das zu messende Signal über einen breitbandigen Eingangsübertrager zum rauscharmen Vorverstärker. Daran anschließend folgen weitere Meßbereichsteiler und die internen Begrenzungsfilter. Für kombinierte Filter sind im Gerät zwei Steckplätze vorgesehen. Externe Filter mit Z = 600 Ω lassen sich an den Fremdfilterbuchsen anschließen. Für diesen Fall kann ein Grunddämpfungsausgleich im Bereich 0 bis 3 dB erfolgen.
Eine Überwachungsschaltung signalisiert eine Übersteuerung der Vorstufe z. B. bei starken Außerbandstörlinien oder bei sehr schmalen Begrenzungsfiltern und breitbandigem Meßsignal. Die Stufung der Meßbereichsteiler beträgt 10 dB. Die Vorteilerautomatik stellt die Dämpfung so ein, daß die Spannung vor dem Umsetzer (ADU) in den Umsetzerbereich (20 dB) fällt.
Das Gerät PMD-1 enthält einen effektiv bewertenden Gleichrichter und einen Quasi-Spitzenwertmesser. Die Analog-Digital-Umsetzung der gleichgerichteten Meßgröße geschieht nach einem modifizierten Dual-Slope-Verfahren: Ein Integrationskondensator wird mit einem dem momentanen Effektivwert des Eingangspegels proportionalen Strom aufgeladen. Die Ladung des Kondensators entspricht somit am Ende der Integrationszeit dem mittleren Effektivwert des zu messenden Pegels. Zur Messung dieser Ladung wird der Kondensator linear entladen und die Entladezeit ausgezählt. Die für eine Pegelanzeige in dB erforderliche Logarithmierung erfolgt durch einen logarithmisch ablaufenden Takt bei der Auszählung der Entladezeit. Mit den einstellbaren Integrationszeiten läßt sich die Schwankung des Anzeigewerts bei stochastischen Signalen entsprechend der Meßbandbreite klein halten.
Bei Quasi-Spitzenwertmessung wird der Integrationskondensator auf den größten bewerteten Spitzenpegel im Be-



Vereinfachtes Blockschaltbild des Geräuschpegelmessers PMD-1

obachtungsintervall aufgeladen. Die Bewertung erfüllt die dynamischen Forderungen von DIN 45405 Pkt. 3.5.1. Der jeweilige maximale Spitzenwert bleibt bis zum Ende der Beobachtungszeit gespeichert, worauf der Auswertevorgang wie bei der Effektivwertmessung abläuft.
Der gesamte Meßwert entsteht im Meßwertzähler aus dem Wert der eingestellten Vorteiler, dem vorgegebenen Relativpegel und dem ausgezählten Feinpegelwert. Das Meßergebnis läßt sich an Ziffernanzeigeröhren ablesen oder aber für Registrierzwecke an einem Datenausgang im BCD-Code 8-4-2-1 abnehmen.
Darüber hinaus ist der Geräuschpegelmesser mit einem Hörerausgang sowie einem Gleichspannungsausgang für Schreiberbetrieb ausgestattet.

Technische Daten des digitalen Geräuschpegelmessers PMD-1

Eingangswiderstand

symmetrisch . . . . . 600 Ω[1])
Reflexionsdämpfungsmaß . . . . . ≧ 30 dB
und 10 kΩ ‖ ca. 80 pF
unsymmetrisch für Messung a / c bzw. b / c . . . . . 100 kΩ ‖ ca. 50 pF

Frequenzbereich

bei Effektivwertmessung
Nennbereich . . . . . 20 Hz bis 200 kHz

Fehlergrenzen des Frequenzgangs der Anzeige bezogen auf 800 Hz[2])

	600Ω / 10kΩ Pegel ≧ − 70 dBm	100 kΩ Pegel ≧ − 50 dB
100 Hz bis 20 kHz	± 0,1 dB	± 0,1 dB
50 Hz bis 108 kHz	± 0,2 dB	± 0,3 dB
20 Hz bis 200 kHz	± 0,55 dB	± 0,65 dB

Zusatzfilter

Bewertungsfilter (2 Filter auf einer Karte, 2 Karten gleichzeitig einsteckbar)

CCITT psophometrisch und Tiefpaß 3,5 kHz[3])
CCITT Tonrundfunk[3]) und Bandpaß 31,5 Hz bis 20 kHz
CCIR Tonrundfunk[4])(neu) und Bandpaß 22 Hz bis 20 kHz
USA C-message und 3 kHz flat weighting
USA programme weighting und 15 kHz flat weighting
A-Bewertungsfilter und Bandpaß 31,5 Hz bis 16 kHz

Pegelmeßbereich

Einstellung in Stufen zu 10 dB mit einem Anzeigebereich von 20 dB oder automatisch im Nennbereich

Nennbereich
symmetrisch a / b . . . . . − 80 . . . + 20 dBm
unsymmetrisch a / c bzw. b / c . . . . . − 60 . . . + 40 dB

Relativpegeleinstellung bei symmetrischer Messung . . . . . 600 Ω bzw. 10 kΩ
in Stufen zu . . . . . 0,1 dB
im Bereich . . . . . − 29,9 . . . + 19,9 dBr

Fehlergrenzen des angezeigten Pegels bezogen auf 800 Hz bei Effektivwertmessung[2])
in Stellung 10 kΩ / 600 Ω und für Pegel > − 30 dB . . . . . ± 0,25 dB
in Stellung 100 kΩ und für Pegel > − 50 dB . . . . . ± 0,30 dB

Fremdfilteranschluß

3polige TF-Buchse . . . . . Z = 600 Ω
Grunddämpfungsausgleich . . . . . 0 bis 3 dB

Anzeige

Quasi-Effektivwert-Gleichrichter
Spitzenfaktor . . . . . ≧ 4
Integrationszeiten . . . . . 200 ms, 1 s, 5 s

Quasi-Spitzenwertmessungen nach DIN 45405
Beobachtungsintervall . . . . . 2 s, 5 s, 10 s
Ziffernanzeige . . . . . 3stellig mit Vorzeichen, Auflösung 0,1 dB

Meßarten . . . . . Einzelmessung/Dauermessung

1) 900 Ω auf Anfrage
2) ohne Filter. Die Fehlergrenze entspricht einer Angabe im Sinne des Gebrauchsfehlers; sie gilt für den angegebenen Nennbetriebsbereich der Temperatur sowie für die Gebrauchsnennbereiche der Netzspannung und der Netzfrequenz.
3) Grünbuch Vol. V, Rec. P 53, 1972
4) CCIR-Empfehlung 468-1

Ausgänge

Hörerausgang, 20 Hz bis 20 kHz . . . . . 600 Ω
Ausgangspegel ohne Lastwiderstand
Meßbereichsteiler manuell . . . . . - 15 bis + 5 dB
Meßbereichsteiler automatisch . . . . . - 10 bis 0 dB

Gleichspannungsausgänge für Effektivwertmessung	Ausgang 1	Ausgang 2
Ausgangsspannung bei manueller Teilereinstellung und an der oberen Grenze des Umsetzerbereichs	+ 5 V	150 mV ± 30 mV einstellbar
Innenwiderstand	5 kΩ	100 Ω

Datenausgang (Druckeranschluß), umschaltbar auf positive oder negative Logik . . . . . BCD 8-4-2-1

Fernsteuerkarte

(auf Wunsch)
Fernsteuerung sämtlicher Bedienungsfunktionen mit Ausnahme des Relativpegelschalters durch das Programmsteuer- und Auswertegerät PRA-30 oder durch Rechner.

Allgemeine Daten

Zulässige Umgebungstemperatur
Transport und Lagerung . . . . . - 40° C bis + 70° C
Nennbetriebsbereich . . . . . + 5° C bis + 40° C
Grenzbetriebsbereich . . . . . + 5° C bis + 40° C

Stromversorgung
Nenngebrauchsbereiche der Netzspannung . . . . 110 / 117 / 128 / 220 / 227 / 238 V
- 15% bis + 10%
Nenngebrauchsbereich der Netzfrequenz . . . . . 45 bis 66 Hz
Leistungsaufnahme . . . . . ca. 95 VA

Abmessungen	Tischgerät		19"-Einschub (DIN 41494)	
	Breite mit Griffen	478 mm	Einschubbreite	443 mm
	Höhe über alles	155 mm	Einschubhöhe	131 mm
	Tiefe mit Griffen	407 mm	Einbautiefe	353 mm

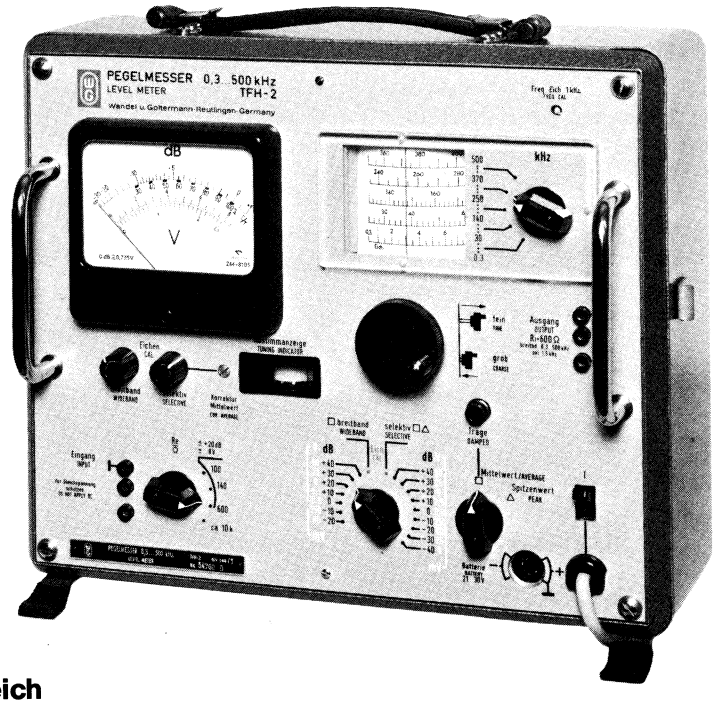
Gewicht . . . . . ca. 11,5 kg

Bestellangaben

Geräuschpegelmesser PMD-1	BN 618
Zubehör (gegen Aufpreis)	
Fernsteuerkarte	BN 618/12
Steckbare Filterkarten	
CCITT psophometrisch und Tiefpaß 3,5 kHz	BN 618/13
CCITT Tonrundfunk und Bandpaß 31,5 Hz bis 20 kHz	BN 618/14
CCIR Tonrundfunk (neu) und Bandpaß 22 Hz bis 20 kHz	BN 618/15
USA C-message und 3 kHz flat weighting	BN 618/16
USA programme weighting und 15 kHz flat weighting	BN 618/17
A-Bewertungsfilter und Bandpaß 31,5 Hz bis 16 kHz	BN 618/18
Transportschutzdeckel für PMD-1	DE 2

TFH-2
Pegelmesser

für Selektiv- und Breitbandmessungen an Fernmelde- und Fernwirkanlagen auf Energieversorgungsleitungen



- **Abstimmanzeigeröhre für Maximumabgleich**
- **Mittel- und Spitzenwertgleichrichtung**
- **Tastverhältnismessungen von 30% bis 100%**
- **Skala für direkte Ablesung des Tastverhältnisses τ/T**
- **Geringes Gewicht, kleine Abmessungen**

Anwendung und Eigenschaften

Der Pegelmesser TFH-2 eignet sich insbesondere für Messungen an Geräten und Anlagen der TFH-Technik (Fernsprechen, Fernschreiben sowie Fernwirken – d. h. Fernmessen, -zählen, -regeln oder -steuern – mit Trägerfrequenz über Hochspannungsleitungen). Sein Frequenzbereich von 300 Hz bis 500 kHz erfaßt sowohl das Sprach- und WT-Band als auch den gesamten Trägerfrequenzbereich, der für alle bestehenden und geplanten TFH-Anlagen in Frage kommt. Das Gerät ist sowohl für Selektiv- als auch für Breitbandmessungen verwendbar. Die Empfangsbandbreite ist im Selektivbetrieb genügend groß, um das Gerät bequem abstimmen zu können. Trotzdem aber reicht die Trennschärfe für Messungen in einzelnen WT-Kanälen auch dann noch aus, wenn die Nachbarkanäle in Betrieb sind.

Selektive Messungen lassen sich bis zu 300 Hz herunter durchführen, so daß auch in der NF-Lage vor den NF-Filtern der Systeme gemessen werden kann. Der stark gedehnte Frequenzbereich 300 Hz bis 30 kHz läßt auch die einwandfreie Messung der zwischen 12 kHz und 15 kHz liegenden Frequenzen von Fernwirkgeneratoren zu. Mit Hilfe der Eichoszillatorfrequenz kann die Frequenzskala in diesem Bereich nachgeeicht werden.

Eine träge Spitzenwert-Gleichrichtung zusammen mit einer Abstimmanzeigeröhre für den Maximumabgleich ermög-

lichen die genaue Selektivmessung von getasteten Signalen mit Tastverhältnissen von 30% bis 100%. Die Tastfrequenz kann dabei zwischen 2 Hz und 15 Hz schwanken. Eine Umschaltung von Spitzenwert-Gleichrichtung auf Mittelwert-Gleichrichtung erlaubt nacheinander die selektive Messung des Spitzenwerts und des Mittelwerts eines getasteten Signals. Hieraus ergibt sich das Tastverhältnis, das an einer Hilfsskala direkt ablesbar ist.
Im gesamten Frequenzbereich kann der Mittelwert auch breitbandig gemessen werden. Die Instrumentenskala ist in Effektivwerten geeicht. Einem Pegel von 0 dB entspricht eine effektive Spannung von 0,775 V. Ein besonderer Ausgang erlaubt den Anschluß eines Oszillografen oder eines Kopfhörers.

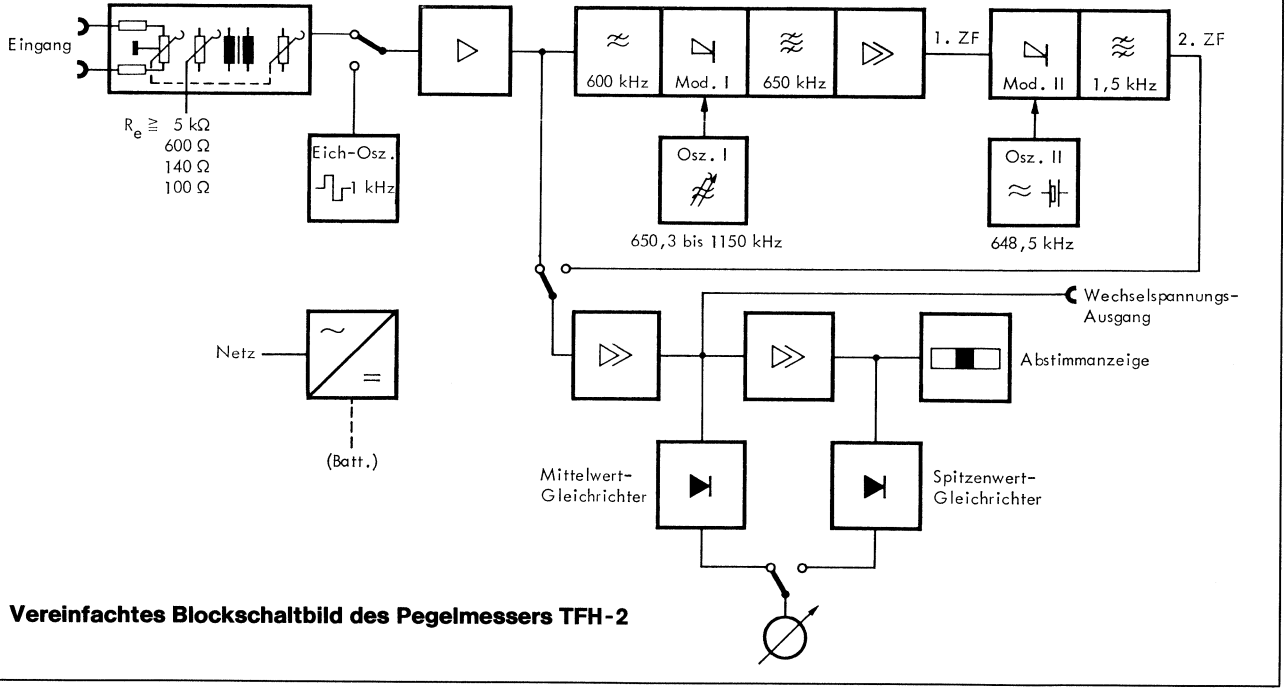
Das Gerät erhält seine Stromversorgung wahlweise aus dem Wechselstromnetz oder aus einer 24-Volt-Batterie. Um die Stromaufnahme möglichst niedrig zu halten, bleibt bei Batteriebetrieb die Abstimmanzeige außer Betrieb.

Technische Einzelheiten

Der Eingang des Pegelmessers ist symmetrisch. Der Eingangswiderstand beträgt im Frequenzbereich 1 kHz bis 300 kHz ca. 10 kΩ, im Bereich 300 Hz bis 500 kHz mehr als 5 kΩ. Er kann durch schaltbare Zusatzwiderstände auf die gebräuchlichen Werte 100Ω, 140Ω und 600Ω gebracht werden. Das Eingangssignal gelangt vom Übertrager zu einem Teiler und dann über eine Trennstufe und einen Tiefpaß zum Modulator I. Hier wird es dem Signal des Oszillators I überlagert, dessen Frequenz im Bereich 650,3 kHz bis 1150 kHz abstimmbar ist. Die dabei entstehende Zwischenfrequenzspannung wird in einem 650-kHz-Quarzfilter ausgesiebt und anschließend verstärkt. Ein zweiter Modulator mit einem Quarzgenerator setzt dieses 650-kHz-Signal auf die Frequenz 1,5 kHz um. Einem 1,5-kHz-Bandpaß folgt ein Breitbandverstärker. Wahlweise wird nun das Signal über einen Mittelwert- oder einen Spitzenwertgleichrichter dem Anzeigeinstrument zugeführt. Die Selektion der beiden Filter ist so bemessen, daß etwa gleich große Signale mit einem Abstand von mindestens 120 Hz von der Meßfrequenz das Meßergebnis nicht beeinflussen.
Für Breitbandmessungen wird die Eingangsspannung unter Umgehung der Modulatoren und des ZF-Teils direkt dem Breitbandverstärker zugeführt. In dieser Betriebsart arbeitet der Gleichrichter nur mit Mittelwert-Gleichrichtung.
Der Eichoszillator liefert das für die Eichung des Geräts benötigte Vergleichssignal.

Meßzusatz SFZ-1

Als Zusatzgerät zum TFH-2 ist auf Wunsch der Scheinwiderstands- und Fehlerdämpfungsmeßzusatz SFZ-1 lieferbar. Dieses Gerät kann bei sämtlichen Ausführungen der TFH-2-Serien ohne besondere Anpassung eingesetzt werden.
Der SFZ-1 ist in einem speziellen, zum TFH-2 passenden Gerätedeckel untergebracht. Auf der Frontplatte dieses Meßzusatzes befindet sich eine Umrechnungstabelle zur Übertragung der am TFH-2 angezeigten dB-Werte in die entsprechenden Widerstandswerte. Zur Messung von Scheinwiderstandsbeträgen liegt der Prüfling in Reihe zu einem Vergleichswiderstand, der sehr klein gegenüber dem zu messenden Widerstand ist. An dieser Reihenschaltung liegt ein fest vorgegebener Sendepegel, so daß der Spannungsabfall am Vergleichswiderstand ein direktes Maß für den Scheinwiderstandsbetrag des Prüflings darstellt.
Mit dem SFZ-1 lassen sich in Brückenschaltung auch Symmetrie- und Fehlerdämpfung messen. Durch externen Anschluß veränderbarer Widerstands- und Kapazitätsnormalien können in dieser Betriebsart überdies verschiedene Messungen komplexer Widerstände durchgeführt werden.



Vereinfachtes Blockschaltbild des Pegelmessers TFH-2

Technische Daten des Pegelmessers — TFH-2

Alle wesentlichen Geräteeigenschaften sind durch garantierte Toleranz- und Grenzwertangaben und nicht durch typische Werte gekennzeichnet. Sie gelten nicht nur bei Auslieferung, sondern mindestens für die gesamte Garantiezeit.

Sofern nicht anders vermerkt, gelten die Daten bei 20° C Umgebungstemperatur und für den angegebenen Bereich der Netz- bzw. Batteriespannung.

Selektivmessung

Frequenz

Frequenzbereich	300 Hz bis 500 kHz
unterteilt in 5 Teilbereiche	0,3 bis 30, 30 bis 140 kHz 140 bis 250, 250 bis 370 kHz 370 bis 500 kHz
Fehlergrenzen der Frequenz bezogen auf die eingestellte Empfangsfrequenz 30 bis 500 kHz	± 0,2% ± 1 kHz
nach Eichung 0,3 bis 30 kHz	± 1,5% ± 100 Hz

Meßbereiche

für Anzeige 0 dB	−40, −30, ..., +40 dB
für Skalenendwerte 2,5 bzw. 8	8 mV, 25 mV, ..., 80 V
für Tastverhältnismesungen τ/T	30% bis 100%
Selektion Durchlaßbereich $\Delta f = \pm$ 25 Hz	$\Delta a \leqq 1{,}3$ dB
Sperrbereich $\Delta f = \pm$ 120 Hz	$\Delta a \geqq$ 30 dB
$\Delta f \geqq \pm$ 300 Hz	$\Delta a \geqq$ 60 dB
ZF- und Spiegelfrequenzdämpfung	≧ 50 dB
Eigenklirrdämpfung für k_2 und k_3 bei 40 dB Empfindlichkeitserhöhung	≧ 60 dB

Breitbandmessung

Frequenz

Frequenzbereich	300 Hz bis 500 kHz

Meßbereiche

für Anzeige 0 dB	−20, −10, ..., + 40 dB
für Skalenendwerte 2,5 bzw. 8	80 mV, 250 mV, ..., 80 V

Gemeinsame Daten

für Selektiv- und Breitbandmessungen

Anzeigebereiche des Instruments	−30 bis +1 dB 0 bis 8,5 V; 0 bis 2,5 V

Meßfehler

Fehlergrenzen bei der Anzeige 0 dB im Meßbereich »0 dB« nach Eichung, für f = 1 kHz	± 0,2 dB
Max. Teilungsfehler des Meßbereichschalters bezogen auf die Stellung »0 dB« für f = 1 kHz im Bereich −40 bis +20 dB	± 0,1 dB
Zusätzliche max. Unsicherheit bei getasteten Signalen von 2 Hz bis 12 Hz und τ/T = 50%	± 0,2 dB
Fehlergrenzen der Instrumentenskala	± 2% v.E.
Max. Frequenzgang der Anzeige bezogen auf f = 1 kHz	± 0,3 dB

Eingangswiderstand

Eingangswiderstand[1])	≧ 5 kΩ
einstellbar auf	600, 140, 100 Ω
Zulässiger Eingangspegel bei R_i = 600, 140 und 100 Ω	≦ +20 dB bzw. ≦ 8 V
Unsymmetriedämpfung des Eingangs	≧ 40 dB

Ausgang

Ausgangspegel bei Instrumentenanzeige 0 dB im Leerlauf	ca. −19 dB
Ausgangsfrequenz bei Selektivmessung und abgestimmtem Gerät	1,5 kHz
bei Breitbandmessung	wie Eingangsfrequenz
Innenwiderstand	ca. 600 Ω

1) In den beiden unempfindlichsten Meßbereichen kann nur der hochohmige Eingangswiderstand benutzt werden.

Allgemeine Daten

Max. Einfluß der Umgebungstemperatur
im Bereich 0° C bis +40° C
auf den Eichpegel . . . . . ± 0,01 dB/° C
auf die Eichfrequenz . . . . . ± 2 Hz/° C
auf die Abstimmfrequenz . . . . ± $2 \cdot 10^{-4}$ ± 100 Hz/° C

Stromversorgung
Netzbetrieb, 45 bis 65 Hz . . . . . 110, 115, 220, 240 V ± 10%
Leistungsaufnahme . . . . . ca. 10 VA

Batteriebetrieb . . . . . 24 V
Zulässiger Spannungsbereich der Batterie . . . . . 21 bis 30 V
Stromaufnahme . . . . . 80 bis 150 mA

Abmessungen in mm, b x h x t . . . . . 342 x 286 x 175

Gewicht . . . . . 8 kg

Buchsenausführung . . . . . 3polige TF-Buchse

Meßzubehör

Scheinwiderstands- und Fehlerdämpfungsmeßzusatz SFZ-1

Frequenzbereich . . . . . 0,3 bis 612 kHz
Erforderlicher Sendepegel . . . . . ca. +9 dB

Scheinwiderstands-Betragmessung
Meßbereich für Instrumenten-Vollausschlag . . . . . 10 Ω bis 1 kΩ
Größter meßbarer Betrag . . . . . 5 kΩ

Max. Meßfehler bei $\varphi \leqq 30°$
30 Ω bis 1 kΩ . . . . . ± 5% ± 1,5% v.E.
10 Ω bis 30 Ω und 1 kΩ bis 5 kΩ . . . . . ± 10% ± 1,5% v.E.

Meßart »Brücke«
Meßbereich . . . . . 150 bis 600 Ω
Eigensymmetrie der Brücke bei $R_X = R_N = 150\ \Omega$ . . . . . ≧ 60 dB

Meßart »Symmetrie«
Meßbereich . . . . . 0 bis 50 dB

Eigensymmetrie der Brücke . . . . . ≧ 60 dB

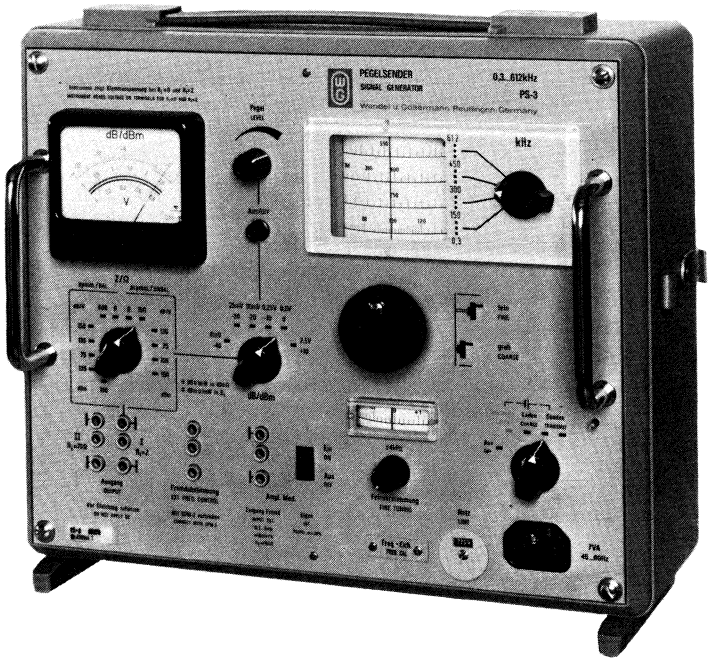
FTZ-K-Nummer 272 918 180

Bestellangaben

Pegelmesser TFH-2	BN 244/1
Meßzubehör (gegen Aufpreis) •	
Meßzusatz SFZ-1	BN 385

PS-3
Pegelsender

für den Frequenzbereich 300 Hz bis 612 kHz



- **Hohe Frequenzkonstanz**
- **Feinverstimmung**
- **Kleiner Klirrfaktor**
- **Batterie- und Netzbetrieb**
- **Geringes Gewicht, kleine Abmessungen**
- **Mit Wobbelzusatz WZ-6 zum Wobbelsender erweiterbar**

Anwendung und Eigenschaften

Der Pegelsender PS-3 ist ein Schwebungssender im Frequenzbereich 300 Hz bis 612 kHz. Er eignet sich u. a. für Messungen an Trägerfrequenz-Systemen (z. B. V-120). Wegen seines geringen Gewichts und der kleinen Abmessungen ist das Gerät leicht transportabel. Da außerdem die Bedienung sehr einfach ist, eignet sich der PS-3 gut für den Betriebsmeßdienst.
Das Gerät wird aus einer eingebauten, aufladbaren Batterie gespeist. Die Batterie-Betriebszeit beträgt ca. 8 Std. Ebenso ist es möglich, den PS-3 am Netz zu betreiben und die Batterie zu puffern. Bei dauerndem Netzbetrieb kann die Batterie entfallen.

Die Sendefrequenz kann in 4 nach den Erfordernissen der Praxis aufgeteilten Bereichen eingestellt werden. Außer der sehr übersichtlichen Frequenzskala enthält der PS-3 eine Feinverstimmungsskala, mit deren Hilfe man bei jeder beliebigen Einstellung der Hauptskala die Sendefrequenz um maximal ±4 kHz definiert verstimmen kann.

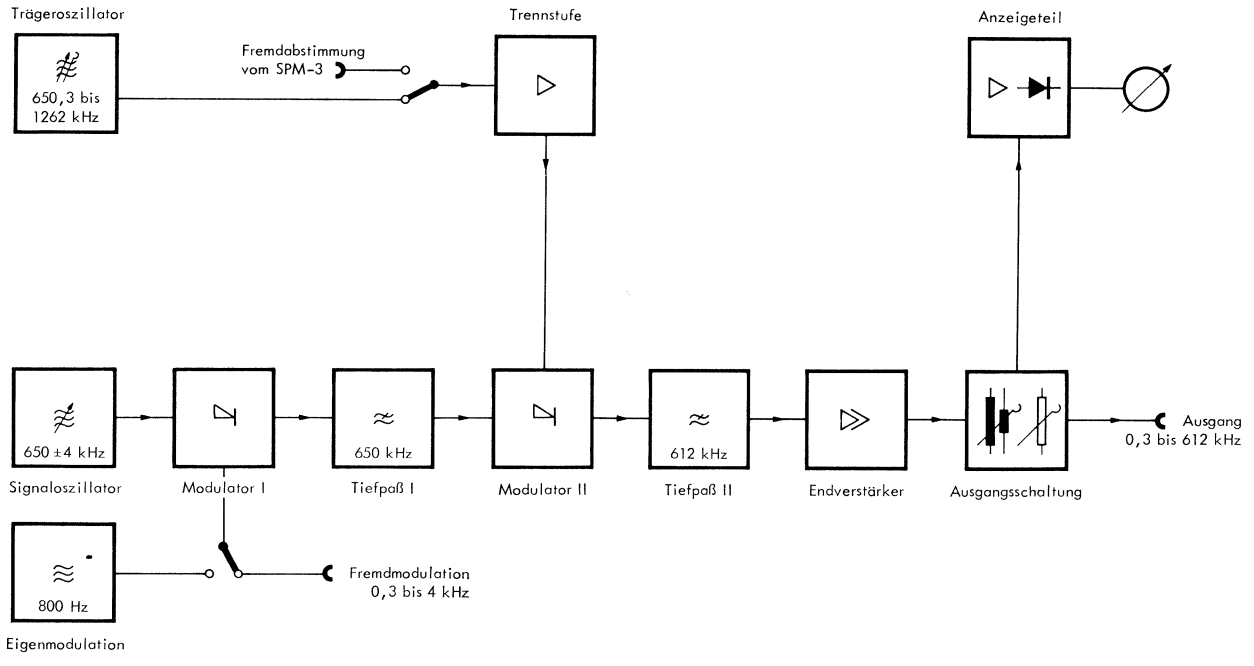
Der Pegelsender PS-3 läßt sich mit dem Pegelmesser SPM-3 zu einem vollständigen Pegelmeßplatz ergänzen. Bei der Verwendung des SPM-3 vereinfachen sich viele Messungen, weil die gemeinsame Abstimmung beider Geräte am SPM-3 erfolgen kann.

Zusammen mit dem Wobbelzusatz WZ-6 kann die Sendefrequenz gewobbelt werden. Dabei lassen sich Wobbelhub und Wobbelgeschwindigkeit der Meßaufgabe anpassen.

Der Ausgang ist umschaltbar von »symmetrisch« auf »unsymmetrisch«. Außerdem kann mit demselben Schalter der Innenwiderstand von ≈0 Ω auf die gebräuchlichsten Werte eingestellt werden. Der Ausgangspegel kann in 10-dB-Stufen zwischen −40 dB/dBm und +10 dB/dBm eingestellt werden. Darüber hinaus ist in jedem Teilbereich eine kontinuierliche Änderung des Ausgangspegels bis zu rund 20 dB möglich. Es läßt sich damit ein beliebiger Pegel zwischen −60 dB/dBm und +11 dB/dBm einstellen.
Bei der Entnahme von Leistungspegeln wird das Anzeigeinstrument so umgeschaltet, daß jeweils der Pegel zur Anzeige gelangt, der bei $R_a = R_i$ an der Ausgangsbuchse liegt. Bei Spannungspegeleichung (0 dB ≙ 0,775 V) ist am Instrument auch die Ausgangsspannung in Volt ablesbar.

Technische Einzelheiten

Die Ausgangsfrequenz des PS-3 wird aus der Differenz einer »festen« (Signal) und einer »variablen« (Träger) Frequenz gebildet. Der Trägeroszillator gibt Frequenzen ab, die zwischen 650,3 kHz und 1262 kHz in 4 Teilbereichen einstellbar sind. Die »Festfrequenz« ist 650 kHz und kann um ± 4 kHz verstimmt werden. Die beiden Frequenzen werden einem Ringmodulator zugeführt. Das am Ausgang des Modulators entstehende Differenzfrequenzsignal wird mit Hilfe eines Tiefpasses ausgesiebt, verstärkt und auf eine Abschwächerschaltung gegeben; von dort gelangt es über einen Symmetrieübertrager an die Ausgangsklemmen. An einem Anzeigeinstrument kann der eingestellte Pegel abgelesen werden.
Die Sendespannung steht wahlweise amplitudenmoduliert oder unmoduliert zur Verfügung. Es können bei der Modulation zwei Betriebsarten gewählt werden. Für interne Modulation ist ein 800-Hz-Oszillator eingebaut. Fremdmodulation ist mit externen Signalen im Frequenzbereich 0,3 kHz bis 4 kHz möglich.
Arbeitet der Pegelsender mit dem selektiven Pegelmesser SPM-3 zusammen, so kann der durchstimmbare Trägeroszillator im SPM-3 über eine zusätzliche Fremdsteuerleitung den Trägeroszillator im PS-3 ersetzen.
Bei der Wobbelung der Sendefrequenz ersetzt der Wobbelzusatz WZ-6 den Trägeroszillator des Pegelsenders.
Ein Schutzkontakt schaltet die Stromversorgung aus, sobald der Gerätedeckel aufgesetzt wird. Dadurch wird ein Entladen der Batterie verhindert, wenn vergessen wurde, das Gerät vor Aufsetzen des Deckels auszuschalten. Eine Schutzschaltung verhindert Tiefentladungen der Batterie, so daß Fehlmessungen und Batterieschäden auf Grund zu niedriger Batteriespannung ausgeschlossen sind. Die drei Batterien sind leicht zugänglich; sie können zur Aufladung im Gerät bleiben.



Vereinfachtes Blockschaltbild des Pegelsenders PS-3

Technische Daten des Pegelsenders — PS-3

Alle wesentlichen Geräteeigenschaften sind durch garantierte Toleranz- und Grenzwertangaben und nicht durch typische Werte gekennzeichnet. Sie gelten nicht nur bei Auslieferung, sondern mindestens für die gesamte Garantiezeit.

Sofern nicht anders vermerkt, gelten die Daten für 20° C Umgebungstemperatur und für den Betriebsbereich der Netz- bzw. Batteriespannung.

Frequenz

Frequenzbereich . . . . . 300 Hz bis 612 kHz
unterteilt in 4 Teilbereiche . . . . . 0,3 bis 150 kHz, 150 bis 300 kHz
300 bis 450 kHz, 450 bis 612 kHz
Feinverstimmung, stetig einstellbar . . . . . ±4 kHz
Fehlergrenzen der Frequenz nach Nulleichung
Hauptskala im Frequenzbereich
4 bis 20 kHz . . . . . ±500 Hz
20 bis 100 kHz . . . . . ±1 kHz
100 bis 612 kHz . . . . . ±0,2 % ±1 kHz
Feinskala im Bereich bis 4 kHz . . . . . ±70 Hz

Ausgangspegel
(Ausgang I)

für Anzeige 0 dB
Symmetrischer und unsymmetrischer Betrieb (ausgenommen bei $R_i = R_a = 75\,\Omega$)
Spannungspegel . . . . . −40, −30, ..., +10 dB
Leistungspegel . . . . . −40, −30, ..., +10 dBm
Spannungsanzeige im dB/V-Bereich . . . . . 8 mV, 25 mV, ..., 2,5 V
Unsymmetrischer Betrieb bei $R_i = R_a = 75\,\Omega$
Spannungspegel . . . . . −40, −30, ..., 0 dB
Leistungspegel . . . . . −40, −30, ..., 0 dBm

Pegelanzeige

Anzeigebereich des Instruments . . . . . −20 dB bis +1 dB
0 bis 0,85 V / 0 bis 2,7 V
Fehlergrenzen des Ausgangspegels bei $R_i \approx 0$, $Z \geqq 135\,\Omega$,
im Bereich »0 dB«, bei f = 20 kHz . . . . . ± 2 % v. E.
Max. Teilerfehler in allen Bereichen bei $R_i \approx 0$ und f = 20 kHz . . . . . ± 0,1 dB
Fehlergrenzen des Frequenzgangs, bezogen auf f = 20 kHz
im Bereich »−40 dB« bis »0 dB« . . . . . ± 0,2 dB
im Bereich »+10 dB« . . . . . ± 0,3 dB

Klirrfaktor

k_{tot} bei f = 20 kHz, im Bereich
»0 dB« und für $R_i \approx 0$, $Z \geqq 75\,\Omega$ . . . . . ≦ 1 %
Unharmonische Störspannungen im Frequenzbereich
300 Hz bis 612 kHz . . . . . ≧ 60 dB Abstand vom Nutzsignal
über 612 kHz . . . . . ≧ 52 dB Abstand vom Nutzsignal
Unsymmetriedämpfung des Ausgangssignals bei $R_i = Z = 150\,\Omega$ . . . . . ≧ 43 dB

Innenwiderstände und Bezugspegel

Für Spannungspegel (dB)
unabhängig vom eingestellten Innenwiderstand . . . . . 0 dB ≙ 0,775 V
Symmetrischer Ausgang . . . . . 600, 150, 135, ≈0 Ω
Unsymmetrischer Ausgang . . . . . 150, 135, 75, ≈0 Ω
Für Leistungspegel (dBm) . . . . . 1 mW an Z
Symmetrischer Ausgang 135 Ω . . . . . 0 dBm ≙ 0,367 V
150 Ω . . . . . 0 dBm ≙ 0,387 V
Unsymmetrischer Ausgang 75 Ω . . . . . 0 dBm ≙ 0,274 V
135 Ω . . . . . 0 dBm ≙ 0,367 V
150 Ω . . . . . 0 dBm ≙ 0,387 V

Kontrollausgang
(Ausgang II)

Innenwiderstand, koaxial . . . . . 75 Ω ± 1,5 %
Ausgangspegel für Instrumentenanzeige 0 dB im Leerlauf
Spannungspegel . . . . . −10 dB ± 0,2 dB
Leistungspegel 75 Ω . . . . . −19 dB ± 0,2 dB
Leistungspegel 135 Ω . . . . . −16,5 dB ± 0,2 dB
Leistungspegel 150 Ω . . . . . −16,0 dB ± 0,2 dB

Amplitudenmodulation

Fremdmodulation . . . . . 0,3 kHz bis 4 kHz
Modulationsgrad . . . . . 0 bis 70 %
Erforderliche Modulationsspannung je Prozent AM an ≈ 10 kΩ . . . . . ca. 10 mV
Eigenmodulation . . . . . 800 Hz ± 80 Hz
Modulationsgrad . . . . . 30 %

Temperaturabhängigkeit im Bereich 0° C bis + 40° C
Max. Frequenzänderung . . . . . $\pm 2 \cdot 10^{-4} \pm 100$ Hz/° C
Netzspannungsabhängigkeit bei ± 10 % Netzspannungsänderung
Max. Frequenzänderung . . . . . ± 1 Hz
Max. Pegeländerung bei fester Reglerstellung . . . . . ± 0,1 dB

Allgemeine Daten

Zulässige Umgebungstemperatur
Betriebsgrenzbereich . . . . . −10 bis +50° C
Lagerbereich . . . . . −20 bis +60° C

Stromversorgung
Netzbetrieb, 45 bis 60 Hz . . . . . 110, 115, 220, 240 V ± 10 %
Leistungsaufnahme . . . . . ca. 7 VA
Batteriebetrieb, 3 x DEAC-5/500 DKZ . . . . . 18 V
Betriebszeit . . . . . ca. 8 Std.
Ladezeit . . . . . ca. 14 Std.

Abmessungen in mm, b x h x t . . . . . 342 x 286 x 175
Gewicht . . . . . ca. 7,5 kg
Buchsenausführung . . . . . 3polige TF-Buchse

FTZ-K-Nummer 279 094 101

Bestellangaben

Pegelsender PS-3	BN 270/0

SPM-3
Pegelmesser

für selektive (2 bis 612 kHz) und breitbandige (0,3 bis 612 kHz) Spannungs- und Pegelmessungen



- **Hohe Eingangsempfindlichkeit**
- **Gute Eigenklirrdämpfung**
- **Batterie- und Netzbetrieb**
- **Geringes Gewicht, kleine Abmessungen**
- **Scheinwiderstands- und Fehlerdämpfungsmessungen mit Zusatzgerät SFZ-1**

Anwendung und Eigenschaften

Der Frequenzbereich des Breitband- und Überlagerungsempfängers SPM-3 ist für symmetrische 120-Kanal-Systeme ausgelegt. Das Gerät eignet sich für selektive und breitbandige Pegelmessungen und aufgrund seiner hohen Eingangsempfindlichkeit und guten Eigenklirrdämpfung außerdem auch für Klirrmessungen, sowie zur Analyse von Spannungsgemischen, deren Komponenten sehr große Pegelunterschiede aufweisen. Die Stromversorgung erfolgt aus eingebauten, aufladbaren Batterien oder aus dem Netz. Pufferbetrieb ist ebenfalls möglich.
Das Gerät ist leicht transportabel, einfach in der Bedienung, netzunabhängig, und somit für den Betriebsmeßdienst gut geeignet.

Der Pegelmesser SPM-3 läßt sich mit dem Pegelsender PS-3 zu einem vollständigen Pegelmeßplatz ergänzen. Dabei besteht die Möglichkeit einer gemeinsamen Abstimmung von Sender und Empfänger am SPM-3, womit sich eine Vielzahl von Messungen vereinfachen läßt.
Das Anwendungsgebiet des Pegelmessers wird durch den Scheinwiderstands- und Fehlerdämpfungsmeßzusatz SFZ-1 erweitert. Dieses Zusatzgerät dient zur Messung des Scheinwiderstandsbetrages sowie der Fehlerdämpfung und Symmetrie im Frequenzbereich 0,3 bis 612 kHz.
Der Eingang des SPM-3 kann durch schaltbare Widerstände mit 600 Ω, 150 Ω oder 75 Ω abgeschlossen werden. In der hochohmigen Stellung ist der Eingangswiderstand im Fre-

quenzbereich 2 bis 612 kHz größer als 5 kΩ. Mit dem Eingangsschalter wird bei Leistungspegel-Eichung gleichzeitig mit dem Eingangswiderstand auch die Anzeigeempfindlichkeit umgeschaltet, und zwar so, daß die Anzeige 0 dBm wahlweise einer Eingangsspannung von 0,775; 0,387 oder 0,274 V entspricht. Diese Spannungswerte ergeben sich für eine umgesetzte Leistung von 1 mW im gewählten Eingangswiderstand Z. Durch diese Einrichtung kann man mit dem SPM-3 ohne jede Umrechnung an allen wesentlichen Systemen Spannungs- und Leistungspegel messen.

Technische Einzelheiten

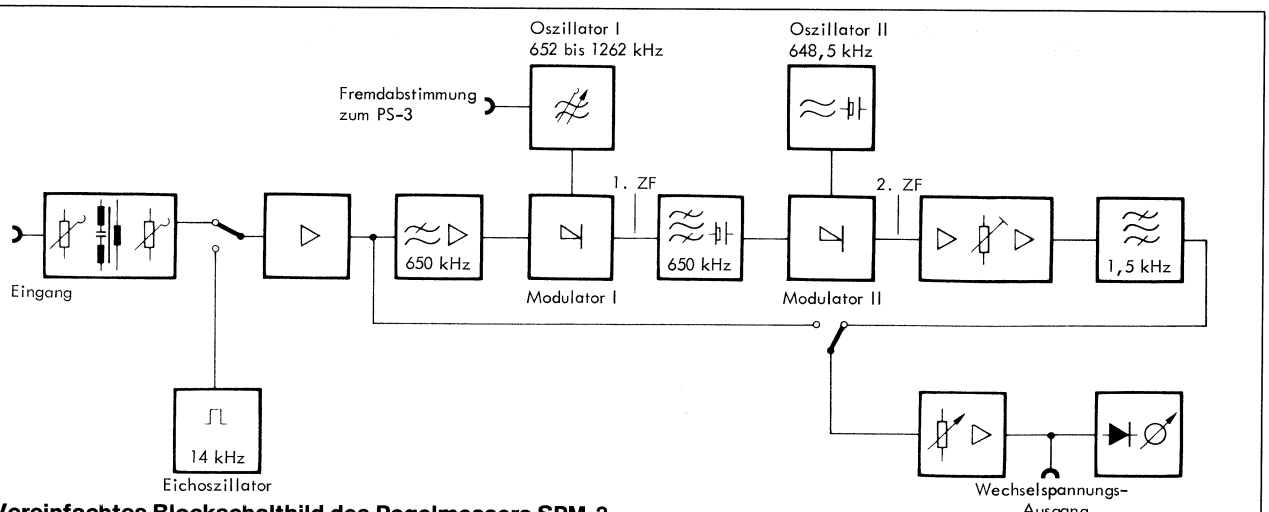
Das Eingangssignal gelangt über einen Eingangsübertrager – dessen Primärwicklung durch einen Kondensator gegen Gleichstrom geschützt ist – und einen Abschwächer zum Breitband-Vorverstärker.
Bei der selektiven Messung wird danach das Signal über einen Tiefpaß dem Modulator I zugeführt und dort der Spannung des Steueroszillators überlagert, dessen Frequenz im Bereich von 652 kHz bis 1262 kHz abstimmbar ist. Die dabei entstehende 1. Zwischenfrequenz von 650 kHz wird in einem Quarzfilter ausgesiebt. Ein zweiter Modulator mit einem Quarzoszillator von 648,5 kHz setzt das 650-kHz-Signal auf die 2. ZF von 1,5 kHz um. Die ZF-Spannung wird verstärkt und über einen 1,5-kHz-Bandpaß, der die Selektion des Geräts bestimmt, dem Anzeigeverstärker zugeführt. Danach wird das Signal gleichgerichtet und am eingebauten Instrument angezeigt.
Bei der breitbandigen Messung gelangt das Ausgangssignal des Breitband-Vorverstärkers unter Umgehung des selektiven Teiles direkt zum Anzeigeverstärker. Gleichrichtung und Anzeige erfolgen wie bei der selektiven Messung.
Der eingebaute Eichoszillator liefert das für die Eichung des Geräts benötigte Signal.

An einem Wechselspannungsausgang steht bei Breitbandbetrieb die Empfangsfrequenz, bei Selektivbetrieb die 2. ZF von 1,5 kHz zur Verfügung. An diesem Ausgang kann beispielsweise ein Kopfhörer angeschlossen werden.

Die drei im Gerät eingebauten Batterien sind leicht zugänglich; sie können zur Aufladung im Gerät bleiben. Ein Schutzkontakt schaltet beim Aufsetzen des Gerätedeckels die Stromversorgung aus. Dadurch ist auch bei noch eingeschaltetem Gerät eine versehentliche Entladung der Batterie unmöglich. Eine Schutzschaltung verhindert Tiefentladungen der Batterie und vermeidet Fehlmessungen bei zu niedrigen Batteriespannungen.

Meßzusatz SFZ-1

Als Zusatzgerät zum SPM-3 ist auf Wunsch der Scheinwiderstands- und Fehlerdämpfungsmeßzusatz SFZ-1 lieferbar. Dieses Gerät kann bei sämtlichen Ausführungen der SPM-3-Serien ohne besondere Anpassung eingesetzt werden.
Der SFZ-1 ist in einem speziellen, zum SPM-3 passenden Gerätedeckel untergebracht. Auf der Frontplatte dieses Meßzusatzes befindet sich eine Umrechnungstabelle zur Übertragung der am SPM-3 angezeigten dB-Werte in die entsprechenden Widerstandswerte. Zur Messung von Scheinwiderstandsbeträgen liegt der Prüfling in Reihe zu einem Vergleichswiderstand, der sehr klein gegenüber dem zu messenden Widerstand ist. An dieser Reihenschaltung liegt ein fest vorgegebener Sendepegel, so daß der Spannungsabfall am Vergleichswiderstand ein direktes Maß für den Scheinwiderstandsbetrag des Prüflings darstellt.
Mit dem SFZ-1 lassen sich in Brückenschaltung auch Symmetrie- und Fehlerdämpfung messen. Durch externen Anschluß veränderbarer Widerstands- und Kapazitätsnormalien können in dieser Betriebsart überdies verschiedene Messungen komplexer Widerstände durchgeführt werden.



Vereinfachtes Blockschaltbild des Pegelmessers SPM-3

Technische Daten des Pegelmessers — SPM-3

Alle wesentlichen Geräteeigenschaften sind durch garantierte Toleranz- und Grenzwertangaben und nicht durch typische Werte gekennzeichnet. Sie gelten nicht nur bei Auslieferung, sondern mindestens für die gesamte Garantiezeit.

Sofern nicht anders vermerkt, gelten die Daten für 20 °C Umgebungstemperatur und für den Betriebsbereich der Netz- bzw. Batteriespannung.

Selektivmessung

Frequenz

Frequenzbereich . . . . . 2 kHz bis 612 kHz

unterteilt in 4 Teilbereiche . . . . . 2 bis 150, 150 bis 300 kHz, 300 bis 450, 450 bis 612 kHz

Fehlergrenzen der Frequenz bezogen auf die eingestellte Empfangsfrequenz . . . . . ± 0,2% ± 1 kHz

Meßbereiche

Pegelmeßbereiche für Anzeige 0 dB . . . . . −80, −70, ..., +20 dB/dBm

Spannungsmeßbereiche für Skalenendwert . . . . . 0,1; 0,3 mV, ..., 10 V

Selektion Durchlaßbereich $\Delta f = \pm$ 60 Hz . . . . . $\Delta a \leqq$ 3 dB

Sperrbereich $\Delta f \geqq \pm$ 400 Hz . . . . . $\Delta a \geqq$ 60 dB

ZF- und Spiegelfrequenzdämpfung (f ≧ 650 kHz) . . . . . $\Delta a \geqq$ 50 dB

Eigenklirrdämpfung für k_2 bzw. k_3 bei 50 dB Empfindlichkeitserhöhung . . . . . ≧ 70 dB

Breitbandmessung

Frequenz

Frequenzbereich . . . . . 300 Hz bis 612 kHz

Meßbereiche

Pegelmeßbereiche für Anzeige 0 dB . . . . . −40, −30, ..., +20 dB/dBm

Spannungsmeßbereiche für Skalenendwert . . . . . 10, 30 mV, ..., 10 V

Gemeinsame Daten für Selektiv- und Breitbandmessungen

Pegelanzeige

Ablesebereich des Instruments . . . . . −20 dB bis +3 dB, 0 bis 10 V; 0 bis 3,3 V

Fehlergrenzen
Bei der Anzeige 0 dB im Meßbereich »0 dB« nach Eichung, bei f = 20 kHz . . . . . ± 0,15 dB

Max. Fehler des Meßbereichschalters bezogen auf die Stellung »0 dB«, bei f = 20 kHz . . . . . ± 0,1 dB

Fehlergrenzen der Instrumentenskala . . . . . ± 1,5% v.E.

Max. Frequenzgang der Anzeige, bezogen auf f = 20 kHz im Bereich (0,3) 2 bis 600 kHz . . . . . ± 0,2 dB

Eingang

Eingangswiderstand bei f_e = 2 kHz bis 612 kHz . . . . . ≧ 5 kΩ

umschaltbar auf . . . . . 600 Ω, 150 Ω, 75 Ω

Unsymmetriedämpfung des Eingangs . . . . . ≧ 40 dB

Belastbarkeit des Eingangs
Zulässige Gleichspannung in Stellung » > 5 kΩ« . . . . . 70 V

Belastbarkeit der Eingangswiderstände . . . . . ≦ 2 W

Temperaturabhängigkeit im Bereich 0 °C bis +40 °C
Max. Änderung des Eichoszillatorpegels . . . . . ± 0,01 dB/°C

Ausgang

Ausgangspegel für Instrumentenanzeige 0 dB im Leerlauf . . . . . ca. −13 dB

Innenwiderstand . . . . . ca. 600 Ω

Ausgangsfrequenz bei Selektivmessung und abgestimmtem Gerät . . . . . 1,5 kHz

bei Breitbandmessung . . . . . wie Eingangsfrequenz

Allgemeine Daten

Zulässige Umgebungstemperatur

Betriebsgrenzbereich . . . . . −10 bis +50 °C

Lagerbereich . . . . . −20 bis +60 °C

Stromversorgung
Netzbetrieb, 45 bis 65 Hz . . . . . 110, 115, 220, 240 V ± 10%
Leistungsaufnahme . . . . . ca. 6 VA
Batteriebetrieb, 3 x DEAC-5/500 DKZ . . . . . 18 V
Betriebszeit . . . . . ca. 9 Std.
Ladezeit . . . . . ca. 14 Std.

Abmessungen in mm, b x h x t . . . . . 342 x 286 x 175
Gewicht . . . . . 8 kg

Buchsenausführung . . . . . 3polige TF-Buchse
FTZ-K-Nummer 272 181 809

Meßzubehör

Scheinwiderstands- und Fehlerdämpfungsmeßzusatz SFZ-1

Frequenzbereich . . . . . 0,3 bis 612 kHz
Erforderlicher Sendepegel bei $R_i \approx 0$ . . . . . ca. +9 dB

Scheinwiderstands-Betragmessung
Meßbereich für Instrumenten-Vollausschlag . . . . . 10 Ω bis 1 kΩ
Größter meßbarer Betrag . . . . . 5 kΩ

Max. Meßfehler bei $\varphi \leqq 30°$
30 Ω bis 1 kΩ . . . . . ± 5% ± 1,5% v.E.
10 Ω bis 30 Ω und 1 kΩ bis 5 kΩ . . . . . ±10% ± 1,5% v.E.

Meßart »Brücke«
Meßbereich . . . . . 150 bis 600 Ω
Eigensymmetrie der Brücke bei $R_X = R_N = 150$ Ω . . . . . ≧ 60 dB

Meßart »Symmetrie«
Meßbereich . . . . . 0 bis 50 dB
Eigensymmetrie der Brücke . . . . . ≧ 60 dB

FTZ-K-Nummer 272 918 180

Bestellangaben

Der Pegelmesser SPM-3 ist auch als Sonderausführung mit 135 Ω oder 124 Ω anstelle des 150-Ω-Eingangswiderstands lieferbar.

Pegelmesser SPM-3	Eingangswiderstände	Bestellnummer
	75, 150, 600 Ω, 5 kΩ	BN 278/0
	75, 135, 600 Ω, 5 kΩ	BN 278/4
	75, 124, 600 Ω, 5 kΩ	BN 278/5
Meßzubehör (gegen Aufpreis)		
Meßzusatz SFZ-1		BN 385

TFPS-75
Pegelsender

für den Frequenzbereich 300 Hz bis 1,35 MHz (1,4 MHz)



- **Hohe Frequenz- und Pegelgenauigkeit**
- **Geringer Klirrfaktor**
- **Geeichte Frequenz-Feinverstimmung**
- **Ausgangspegel stetig und in Stufen einstellbar**
- **Eingang für Amplitudenmodulation**
- **Fremdsteueranschluß von und zum Pegelmesser TFPM-76**
- **Mit Wobbelzusatz WZ-6 zum Wobbelsender erweiterbar**

Anwendung und Eigenschaften

Der Trägerfrequenz-Pegelsender TFPS-75 ist ein Schwebungssender mit hoher Frequenz- und Pegelgenauigkeit. Sein Frequenzbereich von 300 Hz bis 1,35 MHz (1,4 MHz) umfaßt u. a. auch den Übertragungsbereich der symmetrischen Trägerfrequenzsysteme. Der Ausgangspegel ist im Bereich −70 dB bis +11 dB (bzw. 0,2 mV bis 2,5 V) sowohl stetig als auch in Stufen einstellbar. Der Ausgangswiderstand des Pegelsenders läßt sich auf die Werte 600, 150, 75 und ≈ 0 Ω umschalten.

Nicht nur auf dem Sektor der Trägerfrequenztechnik, sondern auch auf zahlreichen anderen Gebieten kann das Gerät für eine Vielzahl von Meßaufgaben eingesetzt werden, so z. B. für Messungen an selektiven Netzwerken oder an modulierbaren Systemen; hier erweisen sich die geeichte Frequenz-Feinverstimmung und der sehr lineare AM-Modulationseingang als besonders vorteilhaft. Senderfrequenz und Sendepegel sind von Schwankungen der Netzspannung nahezu unabhängig.

Für Messungen, bei denen zwei Sendespannungen konstanter Frequenzdifferenz notwendig sind, können zwei Pegelsender so gekoppelt werden, daß eine gemeinsame Abstimmung der beiden Geräte bei konstanter, zwischen 0 und 10 kHz wählbarer Frequenzdifferenz erfolgt.

In Verbindung mit dem Pegelmesser TFPM-76 lassen sich symmetrische Trägerfrequenzsysteme einmessen und überwachen. Die hohe Frequenzkonstanz sowie die ge-

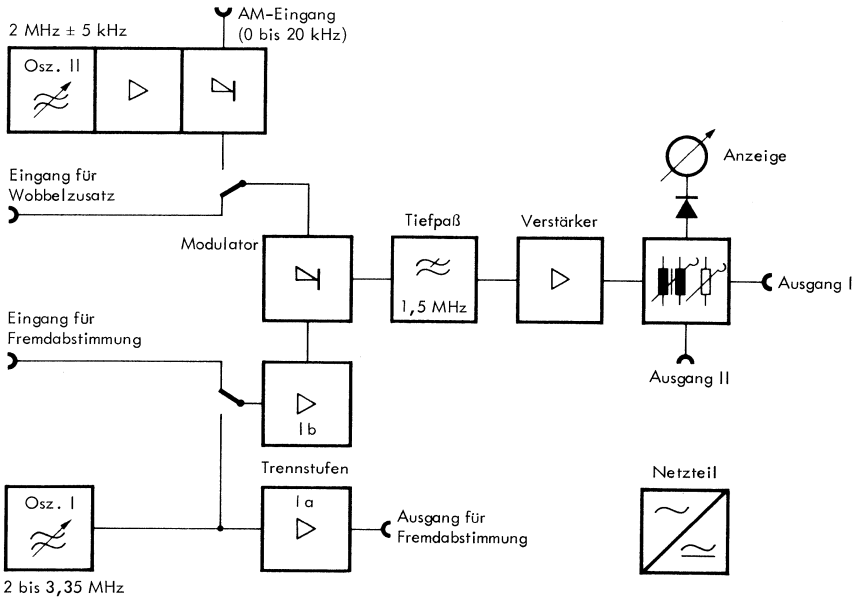
eichte Frequenz-Feinverstimmung des Senders ermöglichen auch Messungen in den einzelnen Kanälen des Systems.
Da über Steuerleitungen sowohl der Pegelsender TFPS-75 auf die am Pegelmesser TFPM-76 eingestellte Empfangsfrequenz, als auch umgekehrt der Pegelmesser TFPM-76 auf die am Pegelsender eingestellte Sendefrequenz automatisch abgestimmt wird, können auch selektive Messungen rasch und genau durchgeführt werden. Besonders einfach lassen sich z. B. Dämpfungspole von Filtern auffinden und abgleichen. Damit bringt die Verwendung des Meßgerätesatzes TFPS-75/TFPM-76 in Laboratorien und Prüffeldern eine beträchtliche Verkürzung der Meßzeit.

Mit dem Wobbelzusatz WZ-6 läßt sich die Sendefrequenz wobbeln. Damit eignet sich der Pegelsender TFPS-75 für Wobbelmessungen, was besonders beim Abgleich von Trägerfrequenzsystemen von Vorteil ist. Zusammen mit dem Pegelmesser TFPM-76 und einem Sichtgerät entsteht dann ein kompletter Wobbelmeßplatz.

Technische Einzelheiten

Der nach dem Schwebungsprinzip arbeitende Sender enthält zwei LC-Oszillatoren. Die Frequenz des Oszillators I kann mit Hilfe des Bereichsschalters und der Hauptabstimmung um insgesamt 1,35 MHz (1,4 MHz), die Frequenz des Oszillators II mittels der Feinverstimmung um ± 5 kHz variiert werden. Durch sorgfältige Dimensionierung sowie identischen Aufbau der Oszillatoren und starke Entkopplung der Oszillatorröhren von den Schwingkreisen, wird eine von Alterung und Temperatur weitgehend unabhängige, hohe Frequenzkonstanz erreicht.
Im Hauptmodulator erfolgt die Mischung der beiden Oszillatorfrequenzen. Ein nachgeschalteter Tiefpaß trennt die Differenzfrequenz von der unerwünschten Summenfrequenz und anderen Kombinationsfrequenzen. Über einen gegengekoppelten Verstärker und den äußerst niederohmigen, transformatorischen Teiler gelangt die Sendespannung zum Ausgang I. Am Ausgang II steht die ungeteilte Verstärkerausgangsspannung zur Verfügung. Ein Anzeigegleichrichter mißt ihren arithmetischen Mittelwert. Die Skala des Anzeigeinstruments ist in Effektivwerten geeicht.

Über den Amplitudenmodulator läßt sich mit Hilfe einer externen Spannungsquelle die Sendespannungsamplitude mit Frequenzen von 0 bis 20 kHz modulieren. Die Modulationsfrequenz selbst ist dabei der Sendespannung nicht überlagert. Der Amplitudenmodulator zeichnet sich als Diodenmodulator durch hohe Linearität und kleinen Spannungsbedarf aus, so daß mit handelsüblichen NF-Generatoren eine klirrarme Modulation bis 100% erreicht wird. Bei Übersteuerung des Amplitudenmodulators entsteht eine rechteckförmige Modulation.
Ferner ist eine Buchse für den Anschluß eines Fremdoszillators, z. B. des Wobbelzusatzes WZ-6, vorgesehen. Die Buchsen »Eingang« bzw. »Ausgang für Fremdabstimmung« an den Trennstufen I a und I b dienen zur Zuführung oder Abnahme der Steuerspannung für die synchrone Abstimmung des TFPS-75 mit anderen Geräten. Über den Steuereingang kann die Sendespannung auch durch eine von außen zugeführte Steuerspannung in Teilbändern oder über ihren ganzen Frequenzbereich gewobbelt werden.



Vereinfachtes Blockschaltbild des Pegelsenders TFPS-75

Technische Daten des Pegelsenders — TFPS-75

Alle wesentlichen Geräteeigenschaften sind durch garantierte Toleranz- und Grenzwertangaben und nicht durch typische Werte gekennzeichnet. Sie gelten nicht nur bei Auslieferung, sondern mindestens für die gesamte Garantiezeit.

Sofern nicht anders vermerkt, gelten die Daten für Nennspannung, 20° C Umgebungstemperatur und 15 min Einbrennzeit.

Frequenzbereich

1 durchgehender Bereich	300 Hz bis 1,35 MHz (1,4 MHz)[1]
5 Teilbereiche	300 Hz bis 15 kHz; 15 bis 300 kHz; 300 bis 600 kHz; 600 bis 900 kHz; 900 kHz bis 1,35 MHz (1,4 MHz)[1]
Feinverstimmung, geeicht	± 5 kHz
Frequenzfehler der Haupteinstellung Teilbereich 300 Hz bis 15 kHz	≦ 1% ± 50 Hz
Teilbereiche 15 kHz bis 1,35 MHz	≦ 0,2% ± 500 Hz
Frequenzfehler der Feinverstimmung nach 2 h Einbrennzeit	≦ 1% ± 25 Hz
Frequenzwanderung nach 2 h Einbrennzeit (nur für Teilbereiche)	≦ $1 \cdot 10^{-4}$/h ± 60 Hz/h

Innenwiderstand

umschaltbar	600, 150, 75, ≈ 0 Ω

Ausgangspegel

für R_i = 0 und $R_i = R_a \geqq 75\ \Omega$ bei Anzeige 0 dB	−40, −30, ..., +10 dB
Ausgangsspannung für R_i = 0 und $R_i = R_a \geqq 75\ \Omega$ bei Instrumentenvollausschlag	8; 25; 80 mV; ...; 2,5 V
Kleinster einstellbarer Pegel	−70 dB
Fehler des Ausgangspegels bei 20 kHz und R_i = 0, $R_a \geqq 75\ \Omega$ im Bereich +10 dB	≦ 2% v.E.
Teilerfehler bei 20 kHz und R_i = 0, $R_a \geqq 75\ \Omega$	≦ 0,1 dB
Zusätzlicher Meßfehler bei 20 kHz und $R_i = R_a \geqq 75\ \Omega$	≦ 0,1 dB
Frequenzgangfehler bezogen auf 20 kHz und bei $R_a \geqq 75\ \Omega$	≦ 0,2 dB
Frequenzgang der Pegelanzeige bei unveränderter Pegel-Feineinstellung und $R_a \geqq 75\ \Omega$ (Bezugsfrequenz 20 kHz) mit Ausnahme des Bereichs +10 dB	≦ 0,5 dB
Klirrdämpfung (a_{k2} oder a_{k3}) bei +10 dB und $R_a \geqq 75\ \Omega$ von 1 bis 300 kHz	≧ 50 dB
Erdsymmetrie des Ausgangs	≧ 43 dB
Amplitudenmodulation	0 bis 100%
Frequenzbereich	0 bis 20 kHz
Frequenzgangfehler für alle Modulationsfrequenzen und m ≦ 30%	≦ 0,1 dB
Spannungsbedarf U_{eff} je Prozent AM an 600 Ω	ca. 40 mV
Modulations-Klirrfaktor bei m ≦ 30% und Ausgangspegel ≦ +5 dB	≦ 0,5%
Netzspannungsabhängigkeit Frequenzänderung bei ± 10% Netzspannungsänderung	≦ $1 \cdot 10^{-5}$ ± 25 Hz
Pegeländerung bei ± 10% Netzspannungsänderung	≦ 0,3 dB
Temperaturabhängigkeit im Bereich 0° C bis +40° C Frequenzänderung	≦ $1 \cdot 10^{-4}$ ± 75 Hz/° C
Pegeländerung	≦ 0,015 dB/° C

1) Auf Wunsch Frequenzbereichserweiterung auf 1,4 MHz.

Allgemeine Daten

Netzanschluß

Netzspannungen	110/115/220 V ± 10%
Netzfrequenzen	50 bis 60 Hz
Leistungsaufnahme	ca. 85 VA

Abmessungen, b x h x t in mm

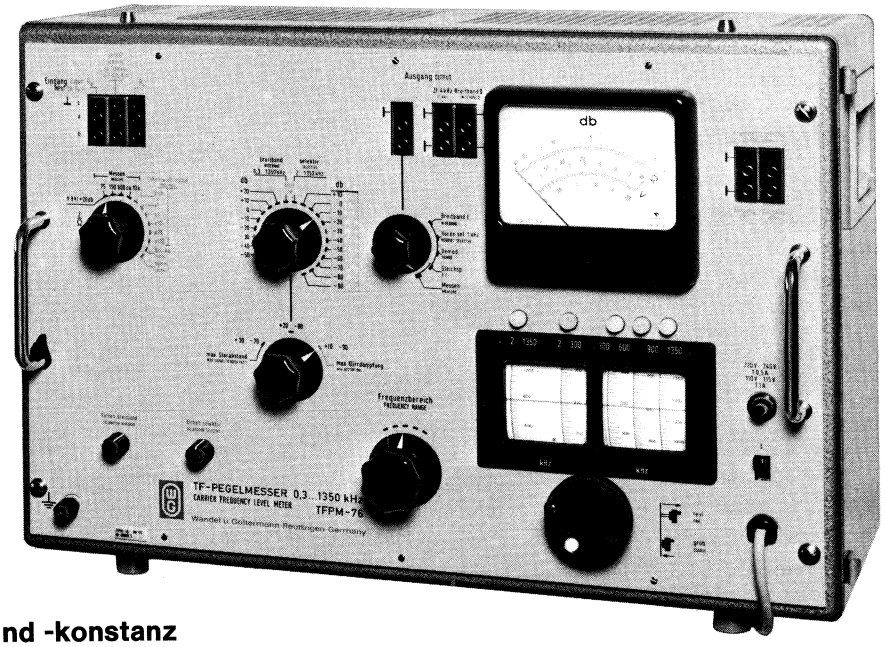
Gehäusegröße	540 x 365 x 220
Gerät über alles	565 x 381 x 278
Gerät ohne Gehäuse	520 x 338 x 180
Gewicht	30 kg
Buchsenausführung	3 polige TF-Buchse

Bestellangaben

Pegelsender TFPS-75	BN 175/0

TFPM-76
Spannungs- und Pegelmesser

für Selektiv- und Breitbandmessungen
im Frequenzbereich 300 Hz bis 1,35 MHz (1,4 MHz)



- **Hohe Frequenzgenauigkeit und -konstanz**
- **Umschaltbar auf »max. Störabstand« oder »max. Klirrdämpfung«**
- **Hohe Eingangsempfindlichkeit**
- **Gute Eigenklirr- und Spiegelwellendämpfung**
- **Eingebauter Scheinwiderstands-Meßzusatz**
- **Fremdsteueranschluß von und zum Pegelsender TFPS-75**

Anwendung und Eigenschaften

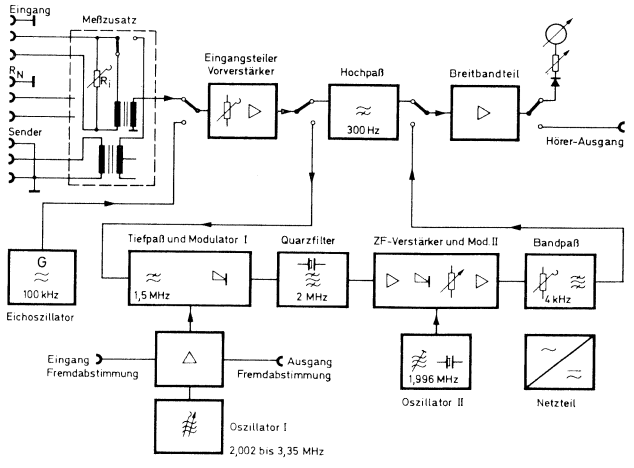
Der Pegelmesser TFPM-76 ist für breitbandige und selektive Messungen sowie für Scheinwiderstandsmessungen vorgesehen.
Mit Hilfe des Breitbandteils läßt sich der Mittelwert des Gesamtspannungspegels im Frequenzband zwischen 300 Hz und 1,35 MHz (1,4 MHz) anzeigen. Es können Spannungspegel von – 80 dB bis + 21 dB erfaßt werden. Dies entspricht einem Spannungsmeßbereich von 80 µV bis 8 V.
Bei selektiven Messungen lassen sich Teilspannungen im Frequenzbereich 2 kHz bis 1,35 MHz (1,4 MHz) mit einer 3-dB-Bandbreite von etwa ± 170 Hz einzeln ausfiltern, wobei man noch kleinste Pegel bis etwa – 120 dB messen kann. Die hohe Genauigkeit der Frequenzeinstellung in den Teilbereichen ist von Vorteil, wenn Spannungen bekannter Frequenz zu ermitteln sind. Ein weiterer, durchgehender Frequenzbereich erlaubt die rasche Analyse von Signalen mit unbekanntem Spektrum.
Zusammen mit dem Pegelsender TFPS-75 lassen sich symmetrische Trägerfrequenzsysteme einmessen und überwachen. Selektive Messungen sind mit dem Gerätesatz TFPS-75/TFPM-76 rasch und mit hoher Genauigkeit durchführbar, da über Steuerleitungen der Pegelmesser TFPM-76 auf die am Pegelsender TFPS-75 eingestellte Sendefrequenz automatisch abgestimmt werden kann und ebenso umgekehrt auch der Pegelsender auf die am Pegelmesser eingestellte Empfangsfrequenz.

Besonders einfach und schnell lassen sich beispielsweise Dämpfungspole von Filtern auffinden und abgleichen, so daß im Labor und Prüffeld beträchtliche Meßzeitverkürzungen erzielbar sind.
Neben den zahlreichen Anwendungen als Pegelmesser ist das Gerät wegen seiner hohen Eigenklirr- und Spiegelwellendämpfung auch zur Analyse kleinster Teilspannungen aus Spannungsgemischen beliebiger Art verwendbar. So lassen sich nicht nur Messungen an im Betrieb befindlichen Trägerfrequenzsystemen durchführen, sondern beispielsweise auch Klirrmessungen oder Modulationsgrad- und Modulationsverzerrungsmessungen, indem das Spektrum der Obertöne, Kombinationstöne oder Seitenbandschwingungen aufgenommen wird. Infolge der im gesamten Frequenzbereich konstanten Filterbreite des Pegelmessers können Rauschspektren leicht auf ihre Energieverteilung hin untersucht werden.
Der eingebaute Scheinwiderstands-Meßzusatz erlaubt Impedanzmessungen zwischen 10 Ω und 5 kΩ im Frequenzbereich 800 Hz bis 1,35 MHz (1,4 MHz). Überdies sind Fehlerdämpfungs- und Symmetriedämpfungsmessungen zwischen 0 und 40 dB durchführbar. Als Generator zur Speisung des Meßzusatzes eignet sich der Pegelsender TFPS-75 besonders gut.
Mit dem Wobbelzusatz WZ-6 läßt sich der TFPM-76 zum wobbelbaren Empfänger erweitern. Unter Hinzufügen des Pegelsenders TFPS-75 und eines Sichtgeräts erhält man schließlich einen kompletten Wobbelmeßplatz zur oszillografischen Darstellung von Frequenzgangkurven.

Technische Einzelheiten

In der Eingangsschaltung des Pegelmessers TFPM-76 befindet sich der Meßzusatz für Impedanzmessungen. Im Falle der Symmetrie- oder Fehlerdämpfungsmessung arbeitet der Meßzusatz als Brückenschaltung, in der der Prüfling mit Normalwiderständen verglichen wird.
Der Eingangswiderstand des TFPM-76 ist umschaltbar auf 75 Ω, 150 Ω, 600 Ω und ca. 10 kΩ. Bei Pegelmessungen gelangt die Eingangsspannung unter Umgehung des Meßzusatzes auf den Eingangsteiler und Vorverstärker.
Im breitbandigen Betrieb folgt auf den Vorverstärker direkt der Endverstärker, wo die Meßspannung über eine Mittelwert-Gleichrichterschaltung dem Meßinstrument zugeführt wird. Die verstärkte Meßspannung läßt sich überdies an einer Ausgangsbuchse abnehmen.
Für selektive Pegelmessungen ist der Vorverstärker über einen Tiefpaß mit einem Ringmodulator verbunden, der vom Oszillator I gesteuert wird. Durch Änderung der Oszillatorfrequenz zwischen 2 und 3,35 MHz werden alle Meßfrequenzen auf eine Zwischenfrequenz von 2 MHz umgesetzt und danach mit einem Quarzfilter ausgesiebt. In einer zweiten Mischstufe erfolgt die Umsetzung auf 4 kHz mittels Oszillator II. Dieses Signal wird dem Breitbandverstärker zugeführt und zur Anzeige gebracht. Zur Wahrnehmung kleinster Eingangssignale im Kopfhörer läßt sich die letzte ZF in einem weiteren Mischer am Breitbandverstärkerausgang auf eine Zwischenfrequenz von 1 kHz umsetzen.
Ein Schalter erlaubt die Wahl der Meßarten »rauscharm« oder »klirrarm«, in denen das Gerät entweder mit besonders großem Signal-Rauschabstand oder mit hoher Eigenklirrdämpfung arbeitet.
Die Oszillatoren des Geräts enthalten temperaturkompensierte Schwingkreise, die eine von Alterung und Temperatur weitgehend unabhängige Frequenz gewährleisten. Ein eingebauter Eichoszillator mit Kaltleiter-Stabilisierung erlaubt eine sehr genaue Absolutpegeleichung des Pegelmessers.

Zwei Fremdsteuerbuchsen dienen zur Zuführung oder Entnahme der Steuerspannung für die synchrone Abstimmung des TFPM-76 mit anderen Geräten. Über den Fremdsteuereingang kann die Empfangsfrequenz auch durch eine von außen zugeführte Steuerspannung in Teilbändern oder über ihren ganzen Frequenzbereich gewobbelt werden.



Vereinfachtes Blockschaltbild des Pegelmessers TFPM-76

Technische Daten des Pegelmessers — TFPM-76

Alle wesentlichen Geräteeigenschaften sind durch garantierte Toleranz- und Grenzwertangaben und nicht durch typische Werte gekennzeichnet. Sie gelten nicht nur bei Auslieferung, sondern mindestens für die gesamte Garantiezeit.

Sofern nicht anders vermerkt, gelten die Daten für Nennspannung, 20° C Umgebungstemperatur und 30 min Einbrennzeit.

Breitbandmessung

Meßbereiche

Frequenzbereich . . . . . 300 Hz bis 1,35 (1,4) MHz[1])

für Anzeige 0 dB . . . . . – 50, – 40, . . ., + 20 dB (2,5; 8; 25 mV; . . .; 8 V)

Meßfehler
bei 100 kHz nach erfolgter Eichung, für Anzeige 0 dB . . . . . ≦ 0,2 dB

Netzspannungsabhängigkeit bei ± 10 % Netzspannungsänderung
Max. Anzeigeänderung ohne Nacheichung . . . . . ± 0,2 dB
Max. Pegeländerung des Eichoszillators . . . . . ± 0,03 dB

Temperaturabhängigkeit im Bereich 0° C bis + 40° C
Anzeigeänderung ohne Nacheichung . . . . . ≦ 0,02 dB / °C

Selektivmessung

Frequenzbereich

1 durchgehender Bereich . . . . . 2 kHz bis 1,35 (1,4) MHz[1])

4 Teilbereiche . . . . . 2 bis 300 kHz; 300 bis 600 kHz; 600 bis 900 kHz; 0,9 bis 1,35 (1,4) MHz[1])

Frequenzfehler nach 2 h Einbrennzeit . . . . . ≦ 0,2% ± 1 kHz
Frequenzwanderung nach 2 h Einbrennzeit . . . . . ≦ $1 \cdot 10^{-4}$ / h ± 100 Hz / h

Meßbereiche

für Anzeige 0 dB . . . . . – 90, – 80, . . ., + 30 dB (25, 80, 250 µV, . . ., 25 V)

Meßfehler
bei 100 kHz nach erfolgter Eichung, für Anzeige 0 dB . . . . . ≦ 0,3 dB

Selektion Durchlaßbereich $\Delta f \leqq \pm 100$ Hz . . . . . $\Delta a \leqq$ 1 dB
Sperrbereich $\Delta f \geqq \pm 500$ Hz . . . . . $\Delta a \geqq$ 60 dB

Spiegelwellen- und ZF-Dämpfung . . . . . ≧ 60 dB

Eigenklirrdämpfung für k_2 und k_3 bei 60 dB Empfindlichkeitserhöhung gegenüber dem Summenpegel am Eingang . . . . . ≧ 80 dB

Max. Störausschlag bei offenem Eingang und größter Empfindlichkeit für f ≧ 12 kHz . . . . . – 120 dB

Netzspannungsabhängigkeit bei ± 10% Netzspannungsänderung
Max. Anzeigeänderung ohne Nacheichung . . . . . ± 0,3 dB
Änderung der eingestellten Empfangsfrequenz . . . . . ≦ $1 \cdot 10^{-4}$ ± 10 Hz

Temperaturabhängigkeit im Bereich 0° C bis 40° C
Anzeigeänderung ohne Nacheichung . . . . . ≦ 0,05 dB/°C
Änderung der eingestellten Empfangsfrequenz . . . . . ≦ $5 \cdot 10^{-5}$/°C ± 50 Hz/°C

Ausgänge

ZF-Ausgang 4 kHz, max. Pegel . . . . . + 10 dB

Hörerausgang 1 kHz, Pegel für Instrumentenvollausschlag . . . ca. + 2,6 dB an 15 kΩ

1) Auf Wunsch Frequenzbereichserweiterung auf 1,4 MHz

Gemeinsame Daten für Breitband- und Selektivmessung

Ablesebereich am Instrument . . . . . – 30 bis + 1 dB (0 bis 8 V/0 bis 2,5 V)

Teilungsfehler der Instrumentenskala . . . . . ≦ 1,5% v.E.

Frequenzgang der Anzeige bezogen auf 100 kHz . . . . . ≦ 0,2 dB

Eingangswiderstand (symmetrisch), umschaltbar . . 75, 150, 600 Ω und ca. 10 kΩ

Betrag des Scheinwiderstands in Schalterstellung »10 kΩ«
von 5 bis 600 kHz . . . . . ≧ 10 kΩ
bei 2 kHz und 1,35 MHz . . . . . ≧ 4,5 kΩ
bei 300 Hz . . . . . ≧ 1 kΩ (induktiv)

Unsymmetriedämpfung des Eingangs
von 300 Hz bis 600 kHz . . . . . ≧ 52 dB
bei 1,35 MHz . . . . . ≧ 43 dB

Scheinwiderstands-Meßzusatz

Frequenzbereich . . . . . 0,8 kHz bis 1,35 MHz

Scheinwiderstandsbetragsmessung
Meßbereiche (Vollausschlag) . . . . . 10, 30, 100, 300, 1000 Ω
Größter meßbarer Betrag . . . . . 5 kΩ

Max. Meßfehler für Phasenwinkel $\varphi \leqq 30°$
von 30 Ω bis 1 kΩ ± 5% ± 1,5% Skalenbogen
bei 10 Ω und 3 kΩ . . . . . ± 10% ± 1,5% Skalenbogen

Widerstandsmessung nach Betrag und Phase mit Zusatznormalien
Meßbereich . . . . . 10 Ω bis 3 kΩ
Eigensymmetrie der Brücke . . . . . ≧ 60 dB

Symmetriedämpfungsmessung
Meßbereich . . . . . 0 bis 40 dB
Eigensymmetrie der Brücke . . . . . ≧ 60 dB

Allgemeine Daten

Netzanschluß
Netzspannungen . . . . . 110 / 115 / 220 / 240 V ± 10%
Netzfrequenzen . . . . . 45 bis 60 Hz
Leistungsaufnahme . . . . . 72 VA

Abmessungen, b x h x t in mm
Gehäusegröße . . . . . 540 x 365 x 220
Gerät über alles . . . . . 565 x 381 x 278
Gerät ohne Gehäuse . . . . . 520 x 338 x 180

Gewicht . . . . . 30,5 kg

Buchsenausführung . . . . . 3polige TF-Buchse

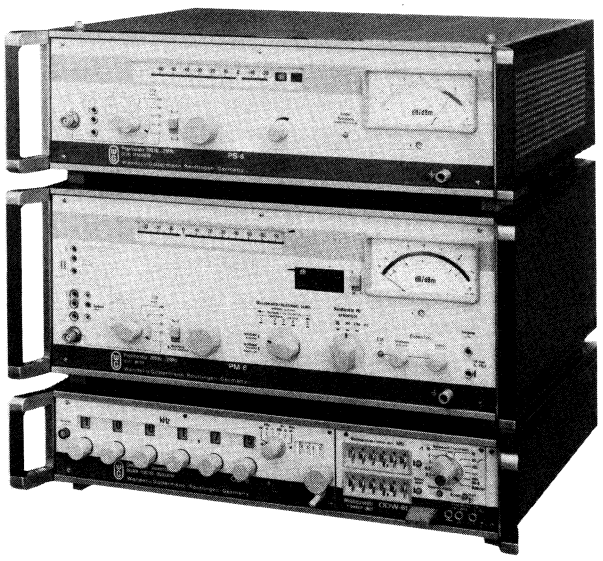
FTZ-K-Nummer 272 181 804

Bestellangaben

Spannungs- und Pegelmesser TFPM-76	BN 176/0

PSM-8
Pegelmeßplatz

für Verstärkungs- und Dämpfungsmessungen im Frequenzbereich 200 Hz bis 2 MHz



- **Dekadische und stetige Frequenzeinstellung**
- **Große Frequenzgenauigkeit durch Quarzstabilisierung**
- **Gemeinsame Abstimmung von Sender und Empfänger**
- **Frequenzeinstellung programmierbar**
- **Steueroszillator durch Einschubtechnik vielseitig ausrüstbar; Wobbel-, Festfrequenz- und Sendereinschübe**
- **Hohe Pegelgenauigkeit**
- **Breitband- und Selektiv-Empfänger mit bis zu 3 umschaltbaren Bandbreiten**
- **Schnelleichtaste am Empfänger**

Anwendung und Eigenschaften

Der Pegelmeßplatz PSM-8, bestehend aus dem Steueroszillator OD-8, dem Sendeteil PS-8 und dem Empfangsteil PM-8, erlaubt Dämpfungs- und Verstärkungsmessungen im Frequenzbereich 200 Hz bis 2 MHz an symmetrischen und unsymmetrischen Meßobjekten. Selektive und breitbandige Messungen sind u. a. während der Entwicklung, Fertigung, Montage oder Wartung von TF-Fernsprechsystemen mit bis zu 300 Sprechkanälen möglich. Neben Untersuchungen in der NF-Lage erlaubt der PSM-8 auch Kanalpegelmessungen in der TF-Lage. Wegen der geringen Bandbreite des Empfängers lassen sich Pilotsignale überwachen. Darüber hinaus sind eine Vielzahl anderer Meßaufgaben durchführbar, wie z. B. die Bestimmung der Nebensprechdämpfung.

Da der Pegelsender und der Pegelmesser gemeinsam vom Steueroszillator abgestimmt werden können, lassen sich bequem selektive Messungen durchführen. Durch Zusatzgeräte kann der Anwendungsbereich des Meßplatzes erweitert und der jeweiligen Meßaufgabe angepaßt werden. Hervorzuheben ist die Kompatibilität der Geräte des PSM-8 mit dem im gleichen Frequenzbereich arbeitenden Pegelmeßplatz PSM-4. Legt man auf die Programmierung einzelner Funktionen keinen Wert, so können Einzelgeräte des PSM-8 im Pegelmeßplatz PSM-4 verwendet werden, was zu besonders wirtschaftlichen Lösungen führt.

Am Steueroszillator OD-8 erfolgt die Frequenzeinstellung dekadisch in kleinsten Schritten von 10 Hz. Außerdem

ist eine kontinuierliche Verstimmung der an den Dekadenschaltern gewählten Frequenz um −30 bis +100 Hz, −300 Hz bis +1 kHz, −3 bis +10 kHz, −30 bis +100 kHz und −300 kHz bis + 1 MHz möglich. Diese Betriebsart ist besonders beim Aufsuchen unbekannter Signale mit dem Pegelmesser vorteilhaft.

Wird der Steueroszillator OD-8 mit dem Wobbeleinschub ODW-81 ausgerüstet, so lassen sich Wobbelmessungen durchführen. Dieser Einschub gestattet die unabhängige, digitale Einstellung von unterer und oberer Eckfrequenz in Schritten von 10 Hz, wobei Wobbelhübe von 100 Hz bis 2 MHz sinnvoll sind. Die Wobbelzeit ist zwischen 0,1 und 10 s einstellbar; ferner ist ein einmaliger Durchlauf mit Zeiten von 10, 30 und 100 s sowie die manuelle Wobbelung möglich. Zum Ansteuern der X-Auslenkung eines Sichtgeräts (z. B. SG-2 oder SG-3 mit entsprechenden Einschüben) oder eines XY-Schreibers steht die sägezahnförmige Ablenkspannung zur Verfügung. Die Amplitude dieses Signals ist unabhängig vom gewählten Hub. Bei Wobbelmessungen dienen die Abstimmeinrichtungen des Steueroszillators OD-8 zum Einstellen einer beliebig verschiebbaren Frequenzmarke innerhalb des Frequenzbereichs 200 Hz bis 2 MHz.

Für häufig wiederkehrende Messungen bei festen Frequenzen ist eine Bestückung des Steueroszillators OD-8 mit dem Festfrequenzeinschub ODF-81 vorteilhaft. Mit Hilfe dieses Einschubs lassen sich bis zu 20 verschiedene Frequenzen durch einfache Schalterbetätigung einstellen. Die Vorprogrammierung der Frequenzen erfolgt hierbei durch Einlöten von Dioden auf leicht auswechselbaren Steckkarten. Eine auf Wunsch lieferbare Festfrequenzspeicherkarte bewirkt während des Frequenzwechsels ein „weiches" Austasten des Sendepegels, so daß Messungen an im Betrieb befindlichen Systemen störungsfrei ablaufen können.

Wenn die hohe Pegelgenauigkeit des Sendeteils PS-8 nicht erforderlich ist, kann der Steueroszillator mit den einfacheren Sendereinschüben direkt als Pegelsender verwendet werden. Der Sendereinschub ODS-81 arbeitet im Frequenzbereich 200 Hz bis 2 MHz, der Sendereinschub ODS-82 im Bereich 20 Hz bis 200 kHz. Der Ausgangspegel ist zwischen 1 mV und 3 V bzw. −51 dB und +8 dB einstellbar. Zusammen mit dem Wobbeleinschub ODW-81 läßt sich die Ausgangsspannung der Sendereinschübe in ihrer Frequenz wobbeln.

Eine externe Frequenzprogrammierung (Fernsteuerung) ist unabhängig vom gewählten Einschub bei Verwendung der Programmierkarte ODP-81 möglich (BCD-Code 8-4-2-1, negative Logik).

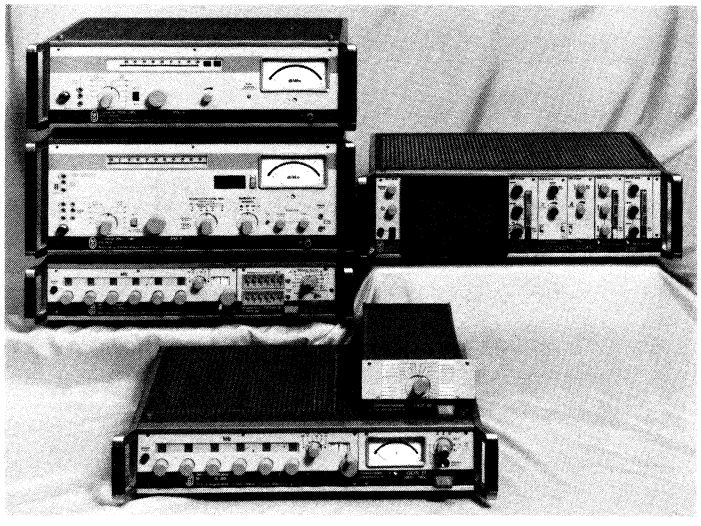
Am Sendeteil PS-8 kann der Pegel in 5-dB-Stufen und zusätzlich kontinuierlich verändert werden. Eine automatische Pegelregelung hält das eingestellte Sendesignal unabhängig von der Sendefrequenz konstant.

Der Sender besitzt einen koaxialen und einen symmetrischen Ausgang, deren Innenwiderstände auf die gebräuchlichen Werte umschaltbar sind. Außerdem ist es möglich, zwischen Spannungs- und Leistungspegeleichung zu wählen. Bei der Leistungspegeleichung wird der Sendepegel automatisch auf den benutzten Innenwiderstand bezogen. Das Sendesignal läßt sich über einen Modulationseingang mit Frequenzen zwischen 200 Hz und 20 kHz amplitudenmodulieren.

Mit dem Empfangsteil PM-8 können Selektiv- und Breitbandmessungen durchgeführt werden. Der Eingangsverstärker des Pegelmessers ist symmetrisch aufgebaut. Symmetrische Messungen sind damit im gesamten Frequenzbereich 200 Hz bis 2 MHz möglich. Für Messungen mit hohen Unsymmetriespannungen ist ein zusätzlicher Übertragereingang für den Frequenzbereich 200 Hz bis 620 kHz vorhanden. Unsymmetrische Meßobjekte werden an einer Koaxialbuchse angeschlossen.

Der Eingangswiderstand des Pegelmessers kann auf die üblichen Werte umgeschaltet werden. Bei Leistungspegeleichung erfolgt wie beim Sender eine automatische Pegelkorrektur unter Berücksichtigung des gewählten Bezugswiderstands. Zur hochohmigen und kapazitätsarmen Abnahme des Meßsignals steht auf Wunsch der Tastkopf TK-12 zur Verfügung.

Die Empfindlichkeit ist in 5-dB-Stufen umschaltbar, so daß die Skalendehnung des Anzeigeinstruments mit dem Meßumfang von 7 dB voll ausnutzbar ist. Ein Anzeigebereich von 21 dB dient zusätzlich für Übersichtsmessungen. Für die Messung kleinster Pegelunterschiede bis 0,01 dB ist auf



Baukastensystem OD-8/PSM-8

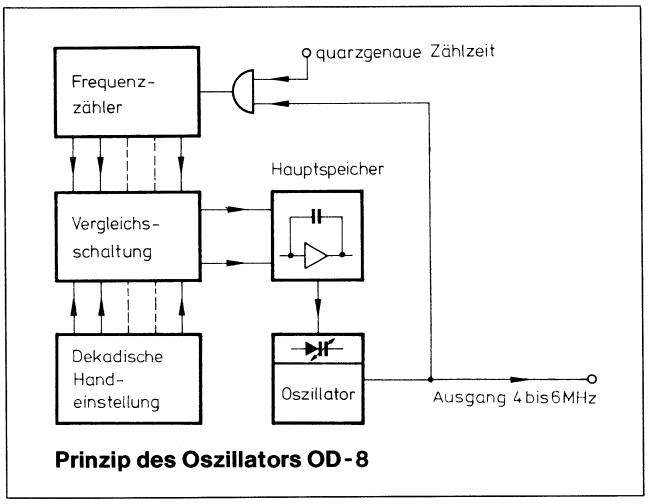
Wunsch der Anzeigedehner AZD-1 lieferbar. Das Zusatzgerät Relaisumschalter RU-3 ermöglicht Vergleichsmessungen zwischen einem Prüfling und einem Normal.
Der Selektivteil des PM-8 ist je nach Meßaufgabe auf maximalen Geräusch- oder maximalen Klirrabstand umschaltbar. Ferner kann zwischen Bandbreiten von 50 Hz[1]), 400 Hz und 2,3 kHz gewählt werden. Mit Hilfe einer Schnelleichtaste läßt sich der Empfänger jederzeit halbautomatisch eichen.

Ein Demodulatorzusatz zur Demodulation von Einseitenband- und Zweiseitenband-AM-Signalen ist eingebaut.
Das Anwendungsgebiet des Pegelmeßplatzes wird durch den Scheinwiderstands- und Fehlerdämpfungsmeßzusatz SFZ-1 erweitert. Dieses Zusatzgerät dient zur Messung des Scheinwiderstandsbetrages sowie der Fehlerdämpfung und Symmetrie im Frequenzbereich 0,3 bis 612 kHz.

1) Nur in der Ausführung BN 436/0 enthalten

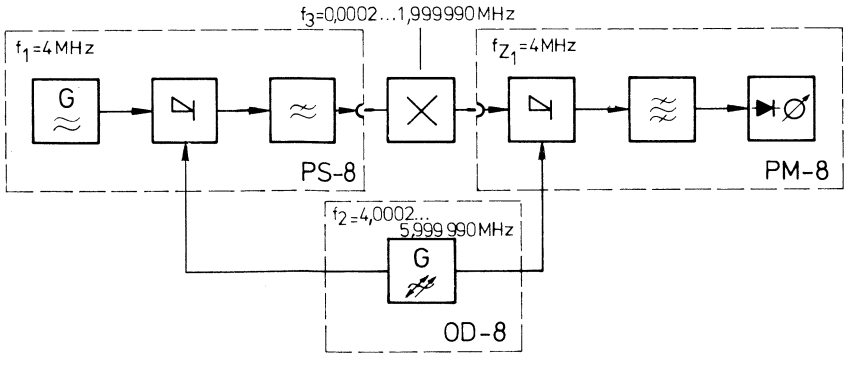
Technische Einzelheiten

Der Oszillator OD-8 steuert synchron den Sendeteil PS-8 und den Empfangsteil PM-8. Es ist auch möglich, Sende- und Empfangsteil mit je einem Steueroszillator auszurüsten, so daß zwei voneinander unabhängige Geräte entstehen, die sich z. B. bei Strecken- oder Klirrdämpfungsmessungen einsetzen lassen. Für diese Kombinationen PSO-8 und PMO-8 gelten sinngemäß die gleichen Eigenschaften wie für den kompletten Meßplatz.
Der Steueroszillator OD-8 erzeugt die zur Abstimmung von Sender und Empfänger erforderliche Steuerfrequenz im Bereich 4 bis 6 MHz. Die gewählte Meßfrequenz wird digital mit 6 Stellen angezeigt.
Im Mittelpunkt der Frequenzaufbereitung steht ein Frequenzzähler, der seine Zählzeit von einem Quarz erhält. Dieser Zähler wird von einem Oszillator gespeist, dessen Frequenz über eine Kapazitätsdiode veränderbar ist.
Die Ausgangsfrequenz dieses Oszillators wird im Frequenzzähler ermittelt. Der Zählerstand wiederum wird in einer Vergleichsschaltung mit den Einstellungen an den dekadischen Frequenzschaltern verglichen. Hierbei wirkt das Ausgangssignal der Vergleichsschaltung so auf die Kapazitätsdiode ein, daß Zählerstand und Handeinstellung übereinstimmen. Die Frequenz des Oszillators entspricht nun dem gewählten Wert.
Eine Regelschleife ermöglicht sowohl die dekadische Frequenzeinstellung in 10-Hz-Schritten als auch die kontinuierliche Verstimmung, Wobbelung und Programmierung der Oszillatorfrequenz im gesamten Frequenzbereich.
Im Sendeteil PS-8 wird die Oszillatorfrequenz einer Festfrequenz von 4 MHz überlagert und bildet so das Ausgangssignal im Frequenzbereich 200 Hz bis 2 MHz.



Prinzip des Oszillators OD-8

Der Empfangsteil PM-8 arbeitet bei Selektivmessungen nach dem Überlagerungsprinzip. Das Empfangssignal wird mit Hilfe der vom Oszillator OD-8 kommenden Steuerfrequenz auf eine feste Zwischenfrequenz umgesetzt. Durch weitere Umsetzungen entsteht die letzte Zwischenfrequenz von 10 kHz. Die hier eingesetzte, sehr genaue transformatorische Eichleitung gestattet in Verbindung mit der der Empfängerabstimmung folgenden Eichfrequenz eine weitgehende Unterdrückung der sonst üblichen Meßfehler. Die Selektion des Empfängers wird durch Filter innerhalb des 10-kHz-Teils bzw. bei der vorletzten Zwischenfrequenz von 200 kHz erreicht.



Vereinfachtes Blockschaltbild des Pegelmeßplatzes PSM-8

Technische Daten des Pegelmeßplatzes — PSM-8

Alle wesentlichen Geräteeigenschaften sind durch garantierte Toleranz- und Grenzwertangaben und nicht durch typische Werte gekennzeichnet. Sie gelten nicht nur bei Auslieferung, sondern mindestens für die gesamte Garantiezeit.

Sofern nicht anders vermerkt, gelten die Daten für den Nenngebrauchsbereich der Netzspannung und der Umgebungstemperatur sofort nach dem Einschalten bzw. für den OD-8 nach 30 min Einbrennzeit.

Steueroszillator

Grundgerät OD-8

Frequenzbereich . . . . . 200 Hz bis 1,999990 MHz
Frequenzeinstellung dekadisch an 6 Stufenschaltern,
kleinster Schrittabstand . . . . . .10 Hz
Max. Frequenzfehler bei dekadischer Einstellung und 23 °C
Umgebungstemperatur . . . . . $\pm$ (5 Hz $\pm 1 \cdot 10^{-6}$)
Fehlergrenzen durch Alterung der 1-MHz-Steuerfrequenz . . . . . $\pm 1 \cdot 10^{-6}$/ Jahr
Max. Temperaturkoeffizient . . . . . $\pm 3{,}5 \cdot 10^{-7}$/° C
Frequenzeinstellung kontinuierlich bei dekadischer Bezugsfrequenzeinstellung,
Feinverstimmungsbereiche . . −30 bis +100 Hz / −0,3 bis +1 kHz / −3 bis +10 kHz / −30 bis +100 kHz / −0,3 bis + 1 MHz
Verstimmung in den gleichen Bereichen durch eine
externe Spannung von . . . . . .−1,5 bis +5 V
Fehler der Ausgangsfrequenz bei kontinuierlicher Abstimmung $\pm$ (1,5% vom Skalenwert +1% vom Skalenendwert + Fehler der dek. Einstellung)

Wobbeleinschub ODW-81

Wobbelbetrieb, obere und untere Wobbelgrenze an je 6 Dekadenschaltern
getrennt einstellbar, im Bereich . . . . . 200 Hz bis 1,999 990 MHz
Kleinster einstellbarer Frequenzschritt . . . . . 10 Hz
Ablenkzeit t, automatisch . . . . . 0,1; 0,3; . . .; 10 s
Einzeldurchlauf mit Starttaste . . . . . 10, 30, 100 s
Handwobbelung kontinuierlich innerhalb der Wobbelgrenzen
Max. Fehler der unteren Wobbelgrenze . . . . . $\pm 0{,}0015 \cdot \Delta f$
Max. Fehler der oberen Wobbelgrenze . . . . . $\pm (0{,}0015 \cdot \Delta f \pm 1{,}5\ \text{Hz})$ t/s
(Der Fehler des Grundgeräts OD-8 ist jeweils zu addieren.)
Frequenzmarke, an den Dekadenschaltern des Grundgeräts OD-8 einstellbar.
Beim Erreichen dieser Frequenz wird eine Frequenzmarke abgegeben.
Max. Fehler der Marke ohne Fehler des OD-8 . . . . . 35 Hz $\pm$ 0,007 · Δf
Markenspannungsausgang, kurzschlußfest, R_i = 5 kΩ, U_{ss} . . . . . 5 V
Ablenkspannungsausgang, kurzschlußfest, R_i = 5kΩ, U_{ss} . . . . . 5 V

Festfrequenzeinschub ODF-81

Zahl der vorprogrammierbaren und durch Schalter
wählbaren Festfrequenzen . . . . . max. 20
Frequenzbereich . . . . . 200; 210 Hz; ...; 1,999990 MHz
Frequenzfehler . . . . . wie Grundgerät (dekadisch)

Sendereinschübe

	ODS-81	ODS-82
Frequenzbereich	200 Hz bis 2 MHz	20 Hz bis 200 kHz
Frequenzeinstellung am Grundgerät, kleinster Schrittabstand	10 Hz	1 Hz
Innenwiderstand, koaxial	50 Ω	75 Ω
Ausgangspegel, in Schritten und kontinuierlich einstellbar	1mV bis 3 V	−51 bis +8 dB
Max. Summenfehler der Ausgangsspannung für beliebige Einstellung		$\pm$ 0,5 dB
Abstand harmonischer Störspannungen vom Nutzsignal (bis f = 1,5 MHz)		$\geqq$ 60 dB
Dämpfung nichtharmonischer Störspannungen im Frequenzabstand $\geqq$ 200 Hz		$\geqq$ 85 dB
Signal-Rauschabstand bezogen auf 1 Hz Bandbreite im Abstand $\geqq$ 100 Hz		$\geqq$ 80 dB

Frequenzprogrammierkarte ODP-81

Programmierbereich . . . . . 200; 210 Hz; ...; 1,999990 MHz
Frequenzfehler . . . . . wie Grundgerät
Programmiereingänge . . . . . TTL, negative Logik
Codierung . . . . . BCD 8-4-2-1
Einstellzeit für Frequenzsprung von 2 MHz . . . . . $\leqq$ 0,5 s

Sendeteil PS-8

Senderausgänge

2 Ausgänge, koaxial und symmetrisch mit getrennt schaltbaren Innenwiderständen
Koaxialer Ausgang
Frequenzbereich . . . . . 200 Hz bis 2 MHz
Innenwiderstände . . . . . 75, 124, 135, 150, 600 und ca. 0,5 Ω
Reflexionsfaktor, Innenwiderstand 75 Ω . . . . . $\leqq$ 0,004

Symmetrischer Ausgang
Frequenzbereich . . . . . 200 Hz bis 620 kHz
Innenwiderstände . . . . . 124, 135, 150, 600 und ca. 1 Ω
Reflexionsfaktor, Innenwiderstand 124 Ω . . . 150 Ω . . . . . ≦ 0,005
Unsymmetriedämpfung . . . . . ≧ 46 dB

Ausgangspegel

umschaltbar auf Spannungspegeleichung (0 dB ≙ 0,775 V)
oder Leistungspegeleichung (0 dBm ≙ 1 mW an Z)
Spannungspegel . . . . . −70 bis +10 dB
Leistungspegel Z = 75 Ω . . . . . −60 bis +20 dBm
Z = 124, 135, 150 Ω . . . . . −65 bis +15 dBm

Pegeleinstellung in Schritten von . . . . . 5 dB
kontinuierlich . . . . . −6 bis +1 dB
Anzeigebereich des Instruments . . . . . −6 bis +1 dB

Max. Pegelfehler bei Pegel 0 dB und f = 20 kHz, koaxial und symmetrisch
$R_i = R_a$ = 75 Ω . . . 150 Ω, R_i = 0, R_a ≧ 10 kΩ . . . . . ± 0,1 dB
$R_i = R_a$ = 600 Ω . . . . . ± 0,12 dB

Zusätzlicher Pegelfehler bei Leistungspegel 0 dBm . . . . . ± 0,025 dB

Fehlergrenzen des Ausgangsteilers bezogen auf Ausgangspegel
0 dB und bei f = 20 kHz . . . . . ± 0,03 dB
Fehlergrenzen des Frequenzgangs bezogen auf Pegel 0 dB und f = 20 kHz
koaxial $R_i = R_a$ = 75 Ω . . . . . ± 0,03 dB
$R_i = R_a$ = 124 . . . 150 Ω . . . . . ± 0,05 dB
$R_i = R_a$ = 600 Ω (200 Hz bis 620 kHz) . . . . . ± 0,05 dB
symmetrisch $R_i = R_a$ = 124 . . . 600 Ω (200 Hz bis 620 kHz) . . . . . ± 0,05 dB
Zusätzlicher max. Frequenzgangfehler für beliebige Sendepegel
bei Instrumentenanzeige 0 dB . . . . . ± 0,04 dB
Mittlerer Temperaturkoeffizient (bezogen auf 20° C) des Sendepegels. ± 0,0035 dB/° C

Störspannungen an den Senderausgängen
Harmonische Störspannungen bei max. Sendepegel und $R_i = R_a$ = 75 Ω
Klirrdämpfung für k_2 und k_3
bei Sendefrequenz f = 500 Hz bis 1,2 MHz . . . . . ≧ 60 dB
bei Sendefrequenz f = 200 Hz bis 2 MHz . . . . . ≧ 54 dB
Dämpfung nichtharmonischer Störspannungen im Frequenzabstand ≧ 200 Hz
vom Nutzsignal . . . . . ≧ 85 dB
Rauschabstand gegenüber Nutzsignal bezogen auf Bandbreite 2,3 kHz . . ≧ 80 dB

Kontrollausgang R_i = 75 Ω, Pegel für Instrumentenanzeige
0 dB und R_a = 75 Ω . . . . . −12,8 dB

Amplitudenmodulation . . . . . 0 bis 50%
Modulationsfrequenz . . . . . 200 Hz bis 20 kHz
Spannungsbedarf U_{ss} an 600 Ω je Prozent AM . . . . . 65 mV

Empfangsteil PM-8

Eingänge

für Selektiv- und Breitbandmessungen

Direkter Eingang . . . . . koaxial, symmetrisch, Tastkopfanschluß
Eingangswiderstände, umschaltbar
Koaxial (Universalbuchse) . . . 75, 124, 135, 150, 600 Ω und ca. 100 kΩ ‖ ca. 80 pF
Symmetrisch (3polige TF-Buchse) . . 124, 135, 150, 600 Ω und ca. 100 kΩ ‖ ca. 80 pF
Reflexionsfaktor für 75 bis 150 Ω im gesamten Frequenzbereich . . . . . ≦ 0,006
für 600 Ω im Bereich 200 Hz bis 620 kHz . . . . . ≦ 0,010

Unsymmetriedämpfung des symm. Eingangs für 124 bis 600 Ω
im Bereich 200 Hz bis 620 kHz . . . . . ≧ 40 dB
Zulässige Eingangsspannung U_{eff} für 75 bis 600 Ω . . . . . ≦ 10 V
Zulässige Eingangsgleichsspannung für Eingangswiderstand ca. 100 kΩ . . . ≦ 42 V
Zulässiger Gleichtaktpegel für ungestörten symmetrischen Betrieb, f ≦ 2 MHz . ≦ + 6 dB

Symmetrischer Übertragereingang

obere Frequenzgrenze . . . . . 620 kHz
Eingangswiderstände, umschaltbar . . . . . 124, 135, 150, 600 Ω und ca. 10 kΩ
Reflexionsfaktor für 124 bis 150 Ω im Bereich 10 kHz bis 620 kHz . . . . ≦ 0,006
für 600 Ω im Bereich 10 kHz bis 300 kHz . . . . . ≦ 0,010
bis 620 kHz . . . . . ≦ 0,030
Unsymmetriedämpfung für 124 bis 600 Ω im Bereich 200 Hz bis 620 kHz . . ≧ 40 dB
Überlastungsgrenze U_{eff} (Gleichspannung nicht zulässig)
für 124 bis 600 Ω und ca. 10 kΩ . . . . . ≦ 5 V
Zulässiger Gleichtaktpegel für ungestörten symmetrischen Betrieb, f ≦ 2 MHz ≦ +6 dB

Pegelanzeige

umschaltbar auf Spannungspegeleichung (0 dB ≙ 0,775 V) oder
Leistungspegeleichung (0 dBm ≙ 1 mW an Z)
Anzeigebereich des Instruments, umschaltbar . . . . . −20 bis +1 dB; −6 bis +1 dB

Breitbandpegelmessung

Frequenzbereich . . . . . 200 Hz bis 2 MHz

Meßbereich, für 0 dB Instrumentenanzeige, umschaltbar in 5-dB-Stufen
Spannungspegel . . . . . −75 ... +20 dB
Leistungspegel, für Z = 75 Ω . . . . . −65 ... +30 dBm[3])
Max. Meßfehler nach Eichung, für 0 dB Instrumentenanzeige
im Bereich −50 bis −30 dB (−40 bis −20 dBm) . . . . . ± 0,2 dB
Max. Teilungsfehler des Instruments im Anzeigebereich −6 bis +1 dB . . . ± 0,1 dB
Max. Frequenzgang der Anzeige im Wobbelbetrieb . . . . . ± 0,05 dB
Störausschlag durch Rauschen, abgeschlossener Eingang[1]) . . . . . ca. −90 dB

Selektivmessung

Frequenzbereich für Bandbreite 50 Hz[2]) . . . . . 200 Hz bis 2 MHz
400 Hz . . . . . 600 Hz bis 2 MHz
2,3 kHz . . . . . 1,8 kHz bis 2 MHz

Meßbereich, für 0 dB Instrumentenanzeige, umschaltbar in 5-dB-Stufen
Spannungspegel . . . . . −115 ... +20 dB
Leistungspegel, für Z = 75 Ω . . . . . −105 ... +30 dBm[3])
Max. Meßfehler für Anzeige 0 dB nach Eichung,
Bandbreite 400 Hz oder 2,3 kHz, im Pegelbereich −35 bis +10 dB
(−25 bis +20 dBm), klirrarm . . . . . ± 0,07 dB
Max. zusätzlicher Fehler beim Umschalten auf Bandbreite 50 Hz . . . . . ± 0,02 dB
Max. Teilungsfehler des Instruments im Anzeigebereich −6 bis +1 dB . . . ± 0,10 dB
Max. Frequenzgang der Anzeige im Wobbelbetrieb . . . . . ± 0,05 dB

Selektion, umschaltbar	schmal[2])	mittel	breit
3-dB-Bandbreite	50 Hz	400 Hz	2,3 kHz
Effektive Rauschbandbreite	ca. 35 Hz	300 Hz	1,74 kHz
Sperrbereich für Δ a ≧ 60 dB	±140 Hz	± 1 kHz	+2,5/−3,2 kHz

ZF- und Spiegelfrequenzdämpfung . . . . . ≧ 90 dB
Eigenklirrdämpfung in Stellung klirrarm für k_2 und k_3 bei
Eingangspegel ≦ 0 dB und Frequenzen ≧ 800 Hz . . . . . ≧ 80 dB
Störausschlag durch Rauschen für Meßfrequenzen f ≧ 5 kHz,
Betriebsart rauscharm, abgeschlossener Eingang[1])
Bandbreite 50 Hz und 400 Hz . . . . . ca. −132 dB
Bandbreite 2,3 kHz . . . . . ca. −124 dB

Ausgänge

Spannungsangaben auf 0 dB Instrumentenanzeige bezogen
Gleichspannungsausgang, R_i = 5 kΩ . . . . . ca. +5 V
Hörerausgang, Einseitenband-Demodulation (Regel- oder Kehrlage) . . . . ca. 1 V
Zweiseitenband-Demodulation, für 30% AM und 1 kHz . . . ca. 280 mV
Diskriminatorausgang, selektiv 10 kHz, breitbandig 200 Hz
bis 2 MHz, R_i = 75 Ω . . . . . 0 dB ± 0,2 dB
Anschlüsse für . . . . . Anzeigedehner AZD-1
Relaisumschalter RU-3
Sichtgerät SG-2 oder SG-3

1) Bei Benutzung des Übertragereingangs sind die angegebenen Störausschläge durch Rauschen um 5 dB größer.
2) In der Sonderausführung BN 436/1 nicht enthalten.
3) Für Z = 124 ... 150 Ω verschiebt sich der Meßbereich um −5 dB.

Allgemeine Daten

Zulässige Umgebungstemperatur
Lagerbereich . . . . . −25° C bis +60° C
Grenzbetriebsbereich . . . . . 0° C bis +45° C
Nenngebrauchsbereich . . . . . +10° C bis +35° C

Stromversorgung
Netzspannung . . . . .

Einstellwert	Nenngebrauchsbereich
110 V	93,5 bis 121 V
117 V	100 bis 129 V
127 V	109 bis 141 V
220 V	187 bis 242 V
227 V	193 bis 250 V
235 V	202 bis 262 V

Nenngebrauchsbereich der Netzfrequenz . . . . . 45 bis 66 Hz

Leistungsaufnahme OD-8 . . . . . ca. 30 VA
PS-8 . . . . . ca. 60 VA
PM-8 . . . . . ca. 65 VA
Schutzklasse nach VDE 0411 I

Meßzubehör

Anzeigedehner AZD-1

Skalenbereich . . . . . −1 dB bis +1 dB
Skalenteilung . . . . . 0,02 dB
Dehnbarer Anzeigebereich am PM-8-Instrument . . . . . −6 bis +1 dB
Skalenteilungsfehler . . . . . ±4% des angezeigten Werts ± 0,01 dB
Stromversorgung . . . . . vom Pegelmesser PM-8

Tastkopf TK-12

aktiver Tastkopf

Frequenzbereich	unsymmetrisch	200 Hz bis 18,6 MHz
	symmetrisch	200 Hz bis 2 MHz
Verstärkung, einstellbar		0 dB
Fehlergrenzen des Frequenzgangs bezogen auf 1 MHz		
im Bereich 300 Hz bis 2 MHz		± 0,05 dB
im Bereich 200 Hz bis 18,6 MHz		± 0,45 dB
Maximalpegel		0 dB
Eingangswiderstand	unsymmetrisch bei f = 10 kHz	ca. 1 MΩ ‖ 15 pF
	symmetrisch bei f = 10 kHz	ca. 1 MΩ ‖ 25 pF
Gleichtaktspannung U_s	im Bereich 200 Hz bis 2 MHz	≦ 2 V
Unsymmetriedämpfung	im Bereich 200 Hz bis 2 MHz	≧ 40 dB
Eigenklirrdämpfung	bei 0 dB und f = 20 kHz	≧ 50 dB
	bei 0 dB und f = 6 MHz	≧ 40 dB

Anschluß, unsymmetrisch . . . . . Universalbuchse Versacon® 9 für die gebräuchlichen Steckereinsätze bzw. Tastspitze
Standardzubehör . . . . . 1 koaxialer Stecker und Tastspitze mit Masseschelle
Auf Wunsch gegen Aufpreis lieferbar . . symmetrischer TF-Stecker (Best.-Nr. S 804)

Stromversorgung . . . . . vom Pegelmesser PM-8

Relaisumschalter RU-3

Technische Daten . . . . . siehe Pegelmeßplatz PSM-5

Meßzusatz SFZ-1

Technische Daten . . . . . siehe Datenblatt Meßzubehör

Sichtgerät SG-2/SG-3

Technische Daten . . . . . siehe Sichtgerät SG-2/SG-3

Abmessungen und Gewichte

Gerät	Abmessungen (b x h x t) in mm		Gewicht	FTZ-K-Nummer
	Tischgerät	19"-Einschub		
OD-8	478 x 110 x 407	443 x 87 x 353	10 kg	276 093 036
PS-8	478 x 155 x 407	443 x 132 x 353	17 kg	276 094 129
PM-8	478 x 199 x 407	443 x 176 x 353	16 kg	276 093 037
ODW-81		–	1,7 kg	276 099 333
ODF-81	Einsch. für OD-8	–	1,2 kg	276 099 334
ODS-81	130 x 70 x 320	–	2,0 kg	
ODS-82		–	2,0 kg	
ODP-81	–	–	0,1 kg	
AZD-1	195 x 160 x 140	–	2,0 kg	
TK-12	Tastsp. 14 ⌀ x150	–	350 g	
RU-3	190 x 100 x 125	–	2,7 kg	
SFZ-1	315 x 120 x 65	–	1,3 kg	272 918 180
SG-2	478 x 155 x 407	443 x 132 x 353	13 kg	274 093 008
SG-3	478 x 288 x 407	443 x 265 x 353	19 kg	

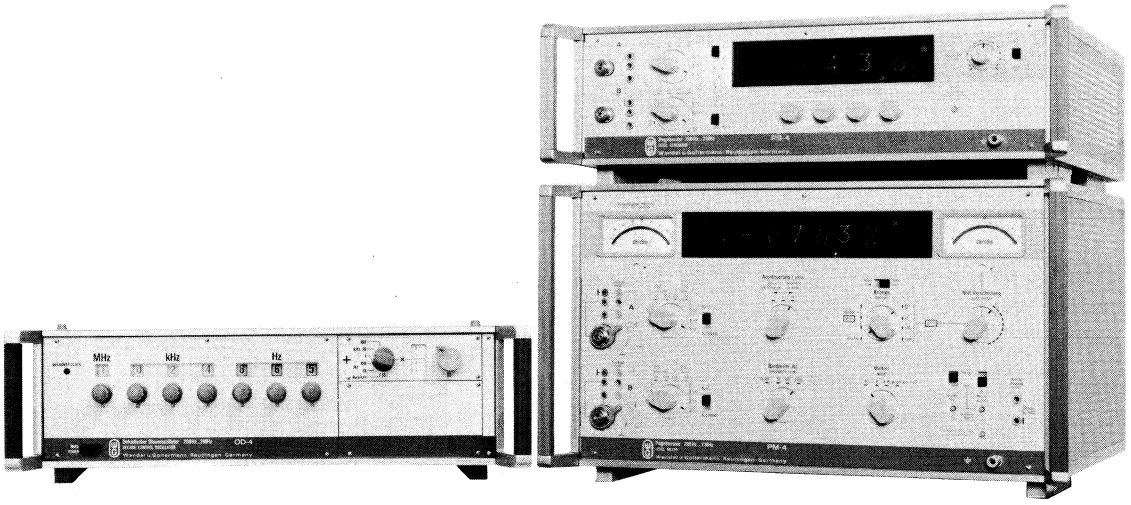
Bestellangaben

Steueroszillator OD-8 (Grundgerät)		BN 377
Sendeteil PS-8		BN 435
Empfangsteil PM-8, mit 50-Hz-Bandbreite		BN 436/0
Empfangsteil PM-8, ohne 50-Hz-Bandbreite		BN 436/1
Einschübe für den OD-8		
Wobbeleinschub ODW-81		BN 553
Festfrequenzeinschub ODF-81, Grundgerät ohne Karten		BN 554
Festfrequenzspeicherkarte (Austastkarte)		BN 554/1
Festfrequenzkarte für 2 Frequenzen bestückt oder unbestückt (bitte angeben)		BN 554/2
Sendereinschub ODS-81 (200 Hz bis 2 MHz)		BN 555
Sendereinschub ODS-82 (20 Hz bis 200 kHz)		BN 561
Frequenzprogrammierkarte ODP-81		BN 562
Meßzubehör (gegen Aufpreis)		
Anzeigedehner AZD-1		BN 364
Tastkopf TK-12		BN 574
Relaisumschalter RU-3		BN 323
Scheinwiderstands-Meßzusatz SFZ-1		BN 385/4
Sichtgerät SG-2		BN 429
Sichtgerät SG-3		BN 593
Sichtgerät-Einschübe		siehe SG-2/SG-3
Transportschutzdeckel	für OD-8	DE 1
	für PS-8	DE 2
	für PM-8	DE 3

PSM-4
Pegelmeßplatz

für selektive Pegel- und Dämpfungsmessungen im Frequenzbereich 200 Hz bis 2 MHz

- **Gemeinsame Abstimmung von Sender und Empfänger in kleinsten dekadischen Schritten von 1 Hz**
- **Digitalanzeige von Meßfrequenz, Sendepegel und Empfangspegel**
- **Umschaltbar zwischen Spannungspegel- und Leistungspegeleichung**
- **Wobbel-, Festfrequenz- und Sendereinschübe**
- **Alle wesentlichen Bedienungsfunktionen des Meßplatzes fernsteuerbar**
- **Erweiterung zum Pegelmeßautomaten PA-4 mit Programmsteuer- und Auswertegerät PRA-30 oder mit Rechner**



Anwendung und Eigenschaften

In der Nachrichtentechnik verlangen die ständig steigenden Anforderungen an die Qualität der Übertragungseinrichtungen den Einsatz von Meßgeräten hoher Präzision. Darüber hinaus sollen sich die Meß- und Prüfvorgänge auf möglichst einfache, fehlerfreie und zeitsparende Weise – nach Möglichkeit sogar automatisch – durchführen lassen. Der Pegelmeßplatz PSM-4 erlaubt Absolut- und Differenzpegelmessungen von höchster Genauigkeit im Bereich 200 Hz bis 2 MHz. Das Gerät erfaßt somit die Frequenzbereiche des NF-Kanals, der Grundprimär- und Grundsekundärgruppen sowie der TF-Systeme bis zu 300 Sprachkanälen. Aber nicht nur auf dem Sektor der Trägerfrequenztechnik, sondern auch auf zahlreichen anderen Gebieten kann der Meßplatz für eine Vielzahl von Meßaufgaben eingesetzt werden, so z.B. für Messungen an selektiven Netzwerken oder an modulierbaren Übertragungssystemen.

Seine leichte Bedienbarkeit und die Möglichkeit der Programmierung aller wesentlichen Bedienungsfunktionen machen den Pegelmeßplatz PSM-4 für die neuen Anforderungen besonders geeignet.

Der Meßplatz besteht aus drei Teilgeräten, dem Sendeteil PS-4, dem selektiven Empfangsteil PM-4 und dem Steueroszillator OD-4. Sende- und Empfangsteil können vom Steueroszillator gemeinsam abgestimmt werden, so daß sich selektive Messungen bequem durchführen lassen.

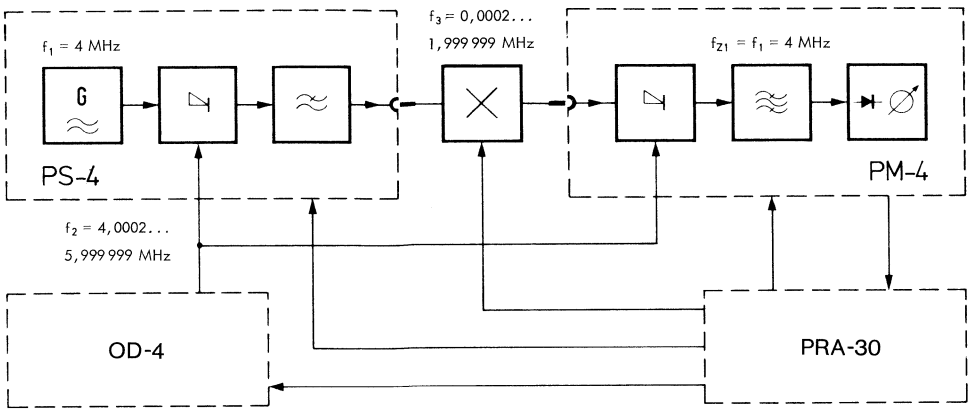
Am Steueroszillator erfolgt die Einstellung der Meßfrequenz im gesamten Frequenzbereich von 200 Hz bis 1.999 999 MHz dekadisch und in kleinsten Schritten von 1 Hz. Mit der Option BN 659/23 ist zusätzlich eine kontinuierliche Frequenzverstimmung ausgehend vom dekadisch eingestellten Wert möglich. Jede Frequenzverstimmung innerhalb des gewählten Bereiches kann dann entweder von Hand oder durch Anlegen einer Gleichspannung vorgenommen werden. Die Fernsteuerkarte (Option BN 659/22) erlaubt den Einsatz des OD-4 in automatischen Meßplätzen.
Für häufig wiederkehrende Messungen bei festen Frequenzen ist die Bestückung des Steueroszillators OD-4 mit dem Festfrequenzeinschub ODF-601 von Vorteil. Neben einer manuellen Anwahl von max. 26 vorprogrammierten Festfrequenzen ist der ODF-601 aut automatischen Durchlauf umschaltbar.
Wenn die hohe Pegelgenauigkeit des Sendeteils PS-4 nicht erforderlich ist, kann der Steueroszillator OD-4 mit den einfachen Sendereinschüben ODS-81 oder ODS-82 direkt als dekadischer Pegelsender verwendet werden.
Mit Hilfe des Wobbeleinschubs ODW-81 läßt sich die Frequenz des Steueroszillators wobbeln. Für die Darstellung der Wobbelkurve eignen sich besonders die Sichtgeräte SG-2 und SG-3. In diesem Fall ist zur Übertragung der X- und Y-Signale nur eine Verbindung zwischen Pegelmesser und Sichtgerät erforderlich.
Der Sendepegel kann in Stufen von 0,1 dB im Bereich −69,9 bis +9,9 dB eingestellt werden. Sowohl der gewählte Sendepegel als auch die Meßfrequenz am Steueroszillator bzw. der Empfangspegel am Pegelmesser sind an Ziffernanzeigeröhren ablesbar. Die Anzeige des Empfangspegels erfolgt selbsttätig und vorzeichenrichtig in einem Bereich von −135 bis +18 dB bei Absolutpegelmessung bzw. bis zu Werten von 150 dB im Falle der Differenzpegelmessung.
Neben der fünfstelligen digitalen Ergebnisanzeige (Auflösung 0,01 dB) läßt sich auch das eingebaute Instrument mit einem wählbaren Skalenumfang von 1 dB, 10 dB oder 100 dB benutzen. Die Bandbreite des Pegelmessers ist zwischen 50 Hz, 400 Hz und 2,3 kHz umschaltbar.
Sender und Empfänger besitzen zwei koaxiale Aus- bzw. Eingänge für den gesamten Frequenzbereich sowie je zwei symmetrische Anschlußbuchsen für den Gesamtfrequenzbereich beim Empfänger und für Frequenzen unterhalb 620 kHz beim Sender. Die Innenwiderstände können unabhängig voneinander auf alle gebräuchlichen Werte eingestellt werden. Zur hochohmigen und kapazitätsarmen Abnahme des Meßsignals steht auf Wunsch der aktive Tastkopf TK-12 zur Verfügung. Pegelsender und Pegelmesser lassen sich von Spannungs- auf Leistungspegeleichung umschalten.

Automatischer Meßablauf

Durch Erweiterung des Pegelmeßplatzes PSM-4 mit dem Programmsteuer- und Auswertegerät PRA-30 entsteht eine ANDIMAT-Anlage, der Pegelmeßautomat PA-4. Aufgrund seiner Flexibilität eignet sich dieser Meßautomat für sehr genaue Pegel- und Dämpfungsmessungen sowohl in der Fertigung und im Prüffeld als auch im Entwicklungslabor oder bei der Überwachung von Übertragungssystemen der Nachrichtentechnik. Mit Hilfe von Zusatzgeräten wie z. B. Meßstellenumschalter MU-4, Ausgabesteuerung AST-30 oder Registriergerät läßt sich der Meßplatz der jeweiligen Meßaufgabe anpassen.
Das Gerät PRA-30 steuert durch Lochstreifen, z. B. bei der Aufnahme von Meßreihen, die entsprechenden Einstellungen an den Einzelgeräten des Pegelmeßplatzes und gegebenenfalls am Prüfling und übernimmt außerdem die Auswertung der Meßergebnisse. Die kurze Meßzeit von etwa einer Sekunde je Meßpunkt ergibt bei großen Prüflingsstückzahlen beträchtliche Zeiteinsparungen, ohne die hohe Meßgenauigkeit des Meßplatzes PSM-4 zu beeinträchtigen. Für den Übergang auf eine andere Meßaufgabe muß lediglich der Lochstreifen ausgewechselt werden, so daß auch häufig wechselnde Programme für kleine Stückzahlen rationell durchführbar sind.
Im gleichen Frequenzbereich wie der Meßplatz PSM-4 arbeitet der einfachere, nicht fernsteuerbare Pegelmeßplatz PSM-8. Da beide Meßplätze nach dem gleichen Prinzip aufgebaut sind, lassen sich die entsprechenden Teilgeräte untereinander austauschen.
Bei der Auswertung kann ein Vergleich der Meßergebnisse des Pegelmessers mit auf dem Lochstreifen programmierten Grenzwerten erfolgen. Überdies besteht die Möglichkeit, die Meßwerte zu klassieren, Maximal-, Minimal- oder Mittelwerte zu bestimmen und die Abweichung der Charakteristik eines Prüflings von einem programmierbaren Sollverlauf festzustellen. Meßpunkt-Nummer und Klassen-Nummer bzw. Toleranzüberschreitung sind am Gerät PRA-30 direkt ablesbar. Die Ergebnisse lassen sich aber auch über anschließbare Drucker in übersichtlicher Tabellenform protokollieren. Unter Zwischenschalten der Ausgabesteuerung AST-30 können andere Registriergeräte wie Fernschreiber, elektrische Schreibmaschinen, Streifen- und Kartenlocher angeschlossen werden. Auf diese Weise sind verschiedene Arten der Darstellung von Meßergebnissen möglich.
Die Steuerung des Meßplatzes und die Auswertung der Meßergebnisse läßt sich selbstverständlich auch durch einen Rechner vornehmen. Weitere Einzelheiten auf Anfrage.

Technische Einzelheiten

Sende- und Empfangsteil des Meßplatzes arbeiten nach dem Überlagerungsprinzip. Dabei wird die Ausgangsfrequenz f_3 des Senders durch Differenzbildung aus einer Festfrequenz (f_1 = 4 MHz) und einer veränderbaren Frequenz (f_2 = 4,000 200 . . . 5,999 999 MHz) gewonnen. Da die erste Zwischenfrequenz des Empfängers (f_{Z1} = 4 MHz) und die Festfrequenz des Senders den gleichen Wert aufweisen, lassen sich diese beiden Geräte von einem gemeinsamen Steueroszillator synchron abstimmen. Daraus ergibt sich eine übersichtliche Anordnung und einfache Bedienung des Pegelmeßplatzes.
Es besteht aber auch die Möglichkeit, einen Pegelsender und einen Pegelmesser mit je einem Steueroszillator zu betreiben. Für die so entstehenden Gerätekombinationen PSO-4 und PMO-4 gelten sinngemäß die gleichen Eigenschaften wie für den Meßplatz PSM-4 selbst.
Die für Sender und Empfänger benötigte Steuerfrequenz wird im Steueroszillator OD-4 mit Quarzgenauigkeit und -konstanz erzeugt. Eine Regelschaltung ermöglicht sowohl die dekadische Frequenzeinstellung in 1-Hz-Schritten als



Vereinfachtes Blockschaltbild des ferngesteuerten Pegelmeßplatzes PSM-4

auch die kontinuierliche Verstimmung, Wobbelung und Programmierung der Oszillatorfrequenz im gesamten Frequenzbereich.
Die Ausgangsspannung des Pegelsenders wird durch eine selbsttätige Pegelregelung unabhängig von der Sendefrequenz auf dem eingestellten Wert gehalten. Beim Pegelmesser ergibt sich die hohe Meßgenauigkeit durch einen dauernden Vergleich des Meßsignals mit einem internen Eichsignal. Bei Differenzpegelmessungen erfolgt der Vergleich mit einem am zweiten Eingang anliegenden Referenzpegel, der normalerweise direkt am zweiten Ausgang des Senders abgenommen wird.
Das Programmsteuer- und Auswertegerät PRA-30 ermöglicht eine programmierte Steuerung des Meßplatzes. Als Programmträger dient normalerweise ein Lochstreifen. Neben den Steuerfunktionen übernimmt das Gerät außerdem die Auswertung der Meßergebnisse. Die verschiedenen Auswerteverfahren sind als festverdrahtete Unterprogramme auf Steckkarten untergebracht und werden durch das Hauptprogramm des Lochstreifens aufgerufen.

Technische Daten des Pegelmeßplatzes — PSM-4

Alle wesentlichen Geräteeigenschaften sind durch garantierte Toleranz- und Grenzwertangaben und nicht durch typische Werte gekennzeichnet. Sie gelten nicht nur bei Auslieferung, sondern mindestens für die gesamte Garantiezeit.

Sofern nicht anders vermerkt, gelten die Daten für den Nenngebrauchsbereich der Netzspannung und der Umgebungstemperatur sofort nach dem Einschalten bzw. für den OD-4 nach 10 min Einbrennzeit.

Steueroszillator OD-4

zur gemeinsamen Abstimmung von Sender und Empfänger

Frequenzeinstellung

Dekadische Frequenzeinstellung, an 7 Stufenschaltern 200 Hz bis 1,999 999 MHz
Kleinster Frequenzschritt . . . . . 1 Hz
Fehlergrenzen . . . . . ± 1 Hz $\pm 2 \cdot 10^{-6}$ [1)]
zusätzlich durch Alterung . . . . . ca. $\pm 1 \cdot 10^{-6}$/Jahr

Kontinuierliche Frequenzeinstellung (Option) bei dekadisch eingestellter Bezugsfrequenz
Feinverstimmung über Trommelskala, 5 Bereiche . . . . . −30 bis +100 Hz/−0,3 bis +1 kHz/−3 bis +10 kHz/−30 bis +100 kHz/−0,3 bis +1 MHz
Zusätzlicher Frequenzfehler . . . . . ± 4 % vom Skalenendwert
Feinverstimmung in den gleichen Bereichen durch eine externe Spannung an R_e ca. 50 kΩ . . . . . −1,5 V bis +5 V

Fernsteuerung der Frequenz (Option) . . . . . 1-2-4-8-BCD-Code, negative TTL-Logik

Einstellgeschwindigkeit, Frequenzfehler nach . . .	20 ms	100 ms	350 ms	500 ms
bei einem Sprung von 1 MHz	30 Hz	15 Hz	2 Hz	1 Hz

Festfrequenzeinschub ODF-601

Zahl der vorprogrammierbaren und durch Schalter wählbaren Festfrequenzen . . max. 26
Frequenzbereich . . . . . 200 Hz ... 1,999 999 MHz

Sendereinschübe ODS-81 ODS-82

	ODS-81	ODS-82
Frequenzbereich	200 Hz bis 2 MHz	20 Hz bis 200 kHz
Frequenzeinstellung am Grundgerät, kleinster Schrittabstand	1 Hz	0,1 Hz
Innenwiderstand, koaxial	50 Ω	75 Ω
Sendepegel, in Schritten und kontinuierlich einstellbar . . .	1 mV bis 3 V	−51 bis +8 dB

Wobbeleinschub ODW-81

Obere und untere Wobbelgrenze an je 5 Dekadenschaltern getrennt einstellbar
Ablenkung, periodisch . . . . . 0,1; 0,3; ...; 10 s
einmaliger Durchlauf mit Starttaste . . . . . 10, 30, 100 s
Handwobbelung

1) Serie A: $\pm 3 \cdot 10^{-6}$

Sendeteil PS-4

Senderausgänge

je 2 Ausgänge A und B, koaxial und symmetrisch mit gemeinsamer Urspannung und getrennt schaltbaren Innenwiderständen.

Koaxiale Ausgänge

Frequenzbereich . . . . . 200 Hz bis 2 MHz
Innenwiderstände . . . . . 75, 124, 135, 150, 600 und ca. 0,5 Ω
Reflexionsfaktor für 75 Ω . . . . . ≦ 0,003

Symmetrische Ausgänge

Frequenzbereich . . . . . 200 Hz bis 620 kHz
Innenwiderstände . . . . . 124, 135, 150, 600 und ca. 1 Ω
Reflexionsfaktor für 124, 135 und 150 Ω . . . . . ≦ 0,003
Unsymmetriedämpfung . . . . . ≧ 46 dB

Ausgangspegel

3stellige Digitalanzeige durch Ziffernanzeigeröhren, umschaltbar zwischen Spannungspegeleichung (0 dB ≙ 0,775 V) und Leistungspegeleichung (0 dBm ≙ 1 mW an Z) bezogen auf alle wählbaren Innenwiderstände.

Pegelbereich . . . . . −69,9 bis +9,9 dB[1])
Pegeleinstellung in Schritten von . . . . . 10 dB, 1 dB, 0,1 dB
Kontinuierliche Feineinstellung, abschaltbar . . . . . ± 0,1 dB

Fehlergrenzen des Sendepegels am Ausgang A (Ausgang B abgeschaltet) bei 0 dB und f = 20 kHz für $R_i = R_a$ = 75 bis 600 Ω bzw. R_i = 0, $R_a = \infty$,
koaxial und symmetrisch . . . . . ± 0,05 dB
Mittlerer Temperaturkoeffizient des Sendepegels,
bezogen auf +20° C . . . . . ± 0,0025 dB/° C

Max. Frequenzgangfehler des Sendepegels am Ausgang A (Ausgang B abgeschaltet) bezogen auf f = 20 kHz und Pegelanzeige 0 dB bzw. 0 dBm

koaxialer Ausgang

200 Hz bis 2 MHz, $R_i = R_a$ = 75 Ω . . . . . ±0,03 dB
$R_i = R_a$ = 124 bis 150 Ω . . . . . ±0,05 dB
200 Hz bis 620 kHz, $R_i = R_a$ = 600 Ω . . . . . ±0,05 dB

symmetrischer Ausgang

200 Hz bis 620 kHz, $R_i = R_a$ = 124 bis 150 Ω . . . . . ± 0,05 dB
Zusätzlicher max. Frequenzgangfehler für beliebige Sendepegel . . . . . ± 0,04 dB

Störspannungen

Klirrdämpfung für Ausgang A und B bei maximalem Ausgangspegel und $R_i = R_a$ = 75 Ω für k_2 und k_3
bei Grundwelle 500 Hz bis 1,2 MHz . . . . . ≧ 60 dB
200 Hz bis 2 MHz . . . . . ≧ 54 dB
Dämpfung diskreter nichtharmonischer Störsignale
im Frequenzabstand ≧ 100 Hz . . . . . ≧ 80 dB
≧ 1 kHz . . . . . ≧ 100 dB
Rauschabstand bezogen auf 1 Hz Bandbreite
im Frequenzabstand ≧ 100 Hz . . . . . ≧ 85 dB
≧ 1 kHz . . . . . ≧ 110 dB
≧ 10 kHz . . . . . ≧ 120 dB

Amplitudenmodulation

extern . . . . . 0 bis 50 %
Frequenzbereich . . . . . 200 Hz bis 20 kHz
Spannungsbedarf U_{eff} je Prozent AM . . . . . 23 mV

Fernsteuerung

Sendepegel, Innenwiderstände, Pegelaustastung und Umschaltung koaxial/symmetrisch können über entsprechende Eingänge von einem Programmgeber angewählt werden; die Pegelanzeige erfolgt durch Ziffernanzeigeröhren.

Empfangsteil PM-4

Frequenzbereich

für Bandbreite 50 Hz . . . . . 200 Hz bis 2 MHz
400 Hz . . . . . 600 Hz bis 2 MHz
2,3 kHz . . . . . 1,8 kHz bis 2 MHz

Eingänge

Eingänge A und B mit getrennt schaltbaren Eingangswiderständen koaxial und symmetrisch sowie Tastkopfanschluß

1) Der entsprechende Pegelbereich in dBm ergibt sich durch Addition folgender Werte zu den dB-Angaben: Z = 150 Ω und 135 Ω: +6 dB; Z = 124 Ω: +7 dB; Z = 75 Ω: +9 dB.

Eingangswiderstände koaxial . . . 75, 124, 135, 150, 600 Ω und ca. 100 kΩ ‖ ca. 100 pF
symmetrisch . 124, 135, 150, 600 Ω und ca. 100 kΩ ‖ ca. 100 pF
Reflexionsfaktor des Eingangs A oder B koaxial für 75 Ω bis 150 Ω . . . . ≦ 0,005
symmetrisch für 124 Ω bis 150 Ω . . ≦ 0,006
Unsymmetriedämpfung . . . . . ≧ 46 dB
Zulässige Eingangsspannung (Überlastungsgrenze)
für Eingangswiderstände 75 Ω bis 600 Ω . . . . . U_{eff} ≦ 10 V
für Eingangswiderstand ca. 100 kΩ bei Gleichspannung . . . . . ≦ 42 V
bei Wechselspannung . . . . . ≦ 10 V

Pegelanzeige

Selbsttätige Pegelmeßbereichswahl einschließlich Vorzeichen; Anzeige umschaltbar auf Spannungspegeleichung (0 dB ≙ 0,775 V) oder Leistungspegeleichung (0 dBm ≙ 1 mW an Z) für alle wählbaren Eingangswiderstände.
Digitalanzeige . . . . . 5stellig, Auflösung 0,01 dB
Analoganzeige, Meßumfang umschaltbar . . . . . 1, 10 und 100 dB

Absolutpegelmessung
Meßbereich für Eingang A oder Eingang B . . −135 bis +18 dB bzw. −125 bis +28 dBm
Max. Meßfehler bei Digitalanzeige, Eingang koaxial, Bandbreite 400 Hz und Pegel von
−40 bis +8 dB (−30 bis +18 dBm) im Frequenzbereich 600 Hz bis 2 MHz . . . ± 0,07 dB
−90 bis +8 dB (−80 bis +18 dBm) im Frequenzbereich 10 kHz bis 2 MHz . . . ± 0,10 dB

Differenzpegelmessung
zwischen Eingang A und Eingang B, Meßbereich für A−B . . . . . −153 bis +85 dB
Max. Meßfehler bei Digitalanzeige für Pegelunterschiede ≦ 40 dB
beide Pegel zwischen −80 und +8 dB (−70 und +18 dBm)
im Frequenzbereich 10 kHz bis 2 MHz . . . . . ± 0,025 dB

Breitbandpegelmessung
Anzeigebereich . . . . . −50 bis +20 dB/dBm
Anzeigefehler im Frequenzbereich 500 Hz bis 2 MHz . . . . . ± 2 dB

Selektion

3 umschaltbare Bandbreiten
schmal 3-dB-Bandbreite . . . . . 50 Hz
Dämpfung im Abstand ≧ 140 Hz von der Abstimmfrequenz . . . . ≧ 60 dB
mittel 3-dB-Bandbreite . . . . . 400 Hz
Dämpfung im Abstand ≧ 1 kHz von der Abstimmfrequenz . . . . . ≧ 60 dB
breit 3-dB-Bandbreite . . . . . 2,30 kHz
Effektive Rauschbandbreite . . . . . 1,74 kHz
Dämpfung im Abstand ≦ −3,2 kHz / ≧ +2,5 kHz von der Abstimmfr. ≧ 60 dB
Anschlußmöglichkeit für externes Filter mit Bandmitte 10 kHz und $R_e = R_i = 3$ kΩ
Spiegelwellendämpfung (Empfangsfrequenz +8 MHz) . . . . . ≧ 90 dB
Zwischenfrequenzdämpfung (4 MHz) . . . . . ≧ 90 dB

Eigenklirrdämpfung in Stellung klirrarm für k_2 und k_3 und bei 50 Hz Bandbreite
für Frequenzen von 200 Hz bis 800 Hz . . . . . ≧ 60 dB
für Frequenzen über 800 Hz bis 2 MHz . . . . . ≧ 80 dB

Ausgänge

Digitalausgang für Meßergebnis
4 Leitungen je Ziffer, Codierung BCD 8-4-2-1, negative Logik
Logische 1 . . . . . 0 bis +0,4 V
Logische 0 (umlötbar) . . . . . +5 V oder +12 V

Gleichspannungsausgang
Spannung proportional zur Instrumentenanzeige . . . . . 0 bis ca. +5 V
Innenwiderstand . . . . . 5 kΩ

Fernsteuerung

Eingangswiderstände, Bandbreite, Betriebsart (Absolut- oder Differenzpegelmessung) und Aussteuerung (rauscharm oder klirrarm) können über entsprechende Eingänge von einem Programmgeber angewählt werden.

Allgemeine Daten

Fernsteuerung

Durch Programmsteuer- und Auswertegerät PRA-30 mit Lochstreifenleser oder durch Rechner. Eingangswerte (negative Logik)
Logische 1 . . . . . −10 bis +1 V
Logische 0 . . . . . +4,5 bis +40 V

Zulässige Umgebungstemperatur
Nenngebrauchsbereich . . . . . +10 bis +35° C
Lagerung und Transport . . . . . −25 bis +60° C

Stromversorgung
Netzspannung, Nenngebrauchsbereich . . . 110/117/128/220/227/235 V −15% bis +10%
Netzfrequenz, Nenngebrauchsbereich . . . . . 45 bis 66 Hz
Leistungsaufnahme OD-4 mit Einschub . . . . . 100 VA
PS-4 . . . . . 80 VA
PM-4 . . . . . 110 VA
Buchsenausführung
Koaxiale Ein- und Ausgänge . . . . . umrüstbare Universalbuchse Versacon® 9

Meßzubehör

Tastkopf TK-12

aktiver Tastkopf

Frequenzbereich
unsymmetrisch . . . . . 200 Hz bis 18,6 MHz
symmetrisch . . . . . 200 Hz bis 2 MHz
Verstärkung, einstellbar . . . . . 0 dB
Fehlergrenzen des Frequenzgangs bezogen auf 1 MHz
im Bereich 300 Hz bis 2 MHz . . . . . ± 0,05 dB
im Bereich 200 Hz bis 18,6 MHz . . . . . ± 0,45 dB
Maximalpegel . . . . . 0 dB

Eingangswiderstand
unsymmetrisch bei f = 10 kHz . . . . . ca. 1 MΩ ‖ 15 pF
symmetrisch bei f = 10 kHz . . . . . ca. 1 MΩ ‖ 25 pF

Anschluß, unsymmetrisch . . . . . Universalbuchse Versacon® 9
für alle gebräuchlichen Steckereinsätze bzw. Tastspitze
Standardzubehör . . . . . 1 koaxialer Stecker und Tastspitze mit Masseschelle
Auf Wunsch gegen Aufpreis lieferbar . . . symmetrischer TF-Stecker (Bestell-Nr. S 804)

Stromversorgung . . . . . vom Empfangsteil PM-4

Abmessungen und Gewichte

Gerät	Abmessungen (b x h x t) in mm		Gewicht
	Tischgerät	19"-Einschub	
OD-4	478 x 155 x 407	443 x 132 x 353	13 kg
PS-4	478 x 155 x 407	443 x 132 x 353	18 kg
PM-4	478 x 288 x 407	443 x 265 x 353	30 kg
TK-12	Tastspitze 14 ⌀ x 150	–	350 g
SG-2	478 x 155 x 407	443 x 132 x 353	13 kg
SG-3	478 x 288 x 407	443 x 265 x 353	19 kg

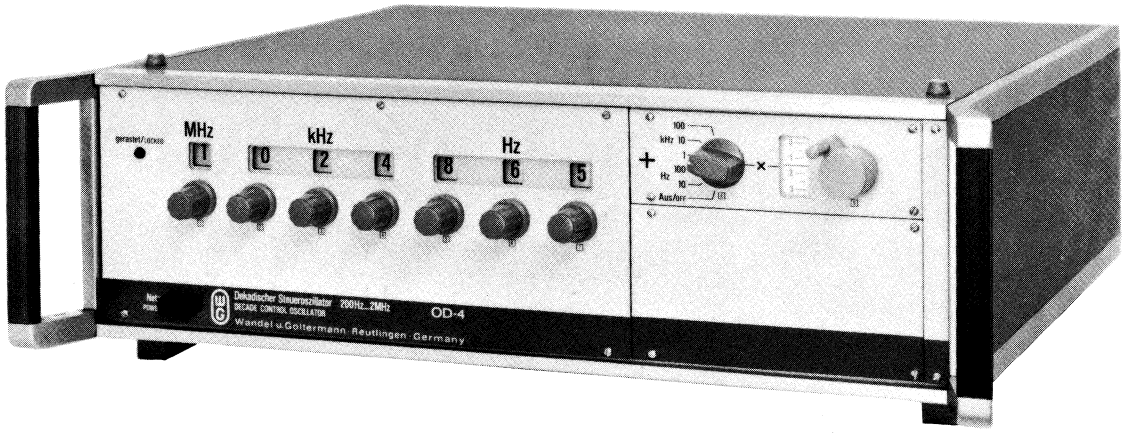
Bestellangaben

Steueroszillator OD-4	BN 659
Sendeteil PS-4	BN 375
Empfangsteil PM-4	BN 376
Meßzubehör (gegen Aufpreis)	
Fernsteuerkarte für OD-4	BN 659/22
Option „Kontinuierliche Frequenzabstimmung"[1] für OD-4	BN 659/23
Festfrequenzeinschub ODF-601	BN 651
einschließlich Programmier- und Frequenzsperrkarten für 26 Festfrequenzen	
Sendereinschub ODS-81	BN 555
Sendereinschub ODS-82	BN 561
Wobbeleinschub ODW-81	BN 553
Tastkopf TK-12	BN 574
Sichtgerät SG-2	BN 429
Sichtgerät SG-3	BN 593
Sichtgerät-Einschübe	siehe SG-2/SG-3
Transportschutzdeckel für OD-4	DE 2
für PS-4	DE 2
für PM-4	DE 5

1) Nachrüstung nur im Werk bzw. ab Serie B auch durch Servicestellen möglich.

OD-4
Dekadischer Steueroszillator

für den Frequenzbereich 200 Hz bis 1,999999 MHz



- **Dekadische Frequenzeinstellung in kleinsten Schritten von 1 Hz**
- **Kontinuierliche Frequenzeinstellung als Option**
- **Fernsteuerung der Frequenz als Option**
- **Durch Festfrequenz-, Sender- und Wobbeleinschübe vielseitig verwendbar**
- **Steueroszillator für die Pegelmeßplätze PSM-4, PSM-8 oder den Pegelmeßautomat PA-4**

Anwendung und Eigenschaften

Der Steueroszillator OD-4 ermöglicht eine dekadische Frequenzeinstellung der Pegelsender PS-4, PS-8, der Sendereinschübe ODS-81, ODS-82 sowie der Pegelmesser PM-4 und PM-8. Er verfügt über zwei Trägerausgänge zur Steuerung eines Pegelsenders und des entsprechenden Pegelmessers. Mit der Option BN 659/23 ist zusätzlich eine kontinuierliche Frequenzverstimmung ausgehend vom dekadisch eingestellten Wert möglich. Jede Frequenzverstimmung innerhalb des gewählten Bereiches kann dann entweder von Hand oder durch Anlegen einer Gleichspannung vorgenommen werden. Beim Einsatz des Steueroszillators OD-4 in Meßautomaten läßt sich die Frequenz mit Hilfe der Option BN 659/22 fernsteuern.
Sollte die schon sehr gute Stabilität der internen Normalfrequenz des Steueroszillators OD-4 nicht ausreichen, dann kann dieser mit einer externen 1-MHz-Normalfrequenz betrieben werden.

Für häufig wiederkehrende Messungen bei festen Frequenzen ist die Bestückung des Steueroszillators OD-4 mit dem Festfrequenzeinschub ODF-601 von Vorteil. Neben einer manuellen Anwahl von max. 26 vorprogrammierten Festfrequenzen ist der ODF-601 auf automatischen Durchlauf umschaltbar.

Wenn die hohe Pegelgenauigkeit des Sendeteils PS-4 bzw. PS-8 nicht erforderlich ist, kann der Steueroszillator OD-4 mit den einfachen Sendereinschüben direkt als dekadischer Pegelsender verwendet werden.
Mit Hilfe des Wobbeleinschubs ODW-81 läßt sich die Frequenz des Steueroszillators wobbeln.

Technische Daten des Dekadischen Steueroszillators — OD-4

Sofern nicht anders vermerkt, gelten die Daten für die Nenngebrauchsbereiche der Umgebungstemperatur, der Netzspannung und Netzfrequenz sowie für den Frequenzbereich 200 Hz bis 1,999999 MHz bei dekadischer Frequenzeinstellung oder kontinuierlich in den Bereichen −30 bis +100 Hz/−0,3 bis +1 kHz nach 10 min Anwärmzeit.

Frequenzeinstellung

Dekadische Frequenzeinstellung
an 7 Stufenschaltern . . . . . 0 bis 1,999 999 MHz
Kleinster Frequenzschritt . . . . . 1 Hz
Fehlergrenzen . . . . . $\pm 1\ \text{Hz} \pm 2 \cdot 10^{-6}$ [1]
zusätzlich durch Alterung . . . . . ca. $\pm 1 \cdot 10^{-6}$/Jahr

Kontinuierliche Frequenzeinstellung (Option) bei dekadisch eingestellter Bezugsfrequenz
Feinverstimmung über Trommelskala, 5 Bereiche . . . . . −30 bis +100 Hz/
−0,3 bis +1 kHz/−3 bis +10 kHz/−30 bis +100 kHz/−0,3 bis +1 MHz
Zusätzlicher Frequenzfehler . . . . . ± 4% vom Skalenendwert
Feinverstimmung in den gleichen Bereichen durch eine
externe Spannung an R_e ca. 50 kΩ . . . . . −1,5 V bis +5 V

Fernsteuerung der Frequenz (Option) . . . . 1-2-4-8-BCD-Code, negative TTL-Logik

Einstellgeschwindigkeit, Frequenzfehler nach . .	20 ms	100 ms	350 ms	500 ms
bei einem Sprung von 1 MHz	30 Hz	15 Hz	2 Hz	1 Hz

Spektrale Reinheit

bezogen auf das Ausgangssignal von PS-4, PS-8, ODS-81, ODS-82 oder das Ausgangssignal 4 bis 6 MHz des OD-4

im Abstand	≧ 50 Hz	≧100 Hz	≧1 kHz	≧10 kHz
Dämpfung diskreter nichtharmonischer Störer . .	≧ 70 dB	≧80 dB	≧100 dB	–
Rauschabstand bezogen auf 1-Hz-Bandbreite . . .	–	≧85 dB	≧110 dB	≧120 dB

Allgemeine Daten

Zulässige Umgebungstemperatur
Nenngebrauchsbereich . . . . . +5 bis +40 °C
Lagerung und Transport . . . . . −40 bis +70 °C

Netzspannung, Nenngebrauchsbereich . . . . . 110/117/128/220/227/238 V
jeweils −15 bis +10%
Netzfrequenz, Nenngebrauchsbereich . . . . . 45 bis 66 Hz
Leistungsaufnahme mit Einschub . . . . . ca. 100 VA
Schutzklasse nach VDE 0411 I

Abmessungen (b x h x t) in mm . . . . . 478 x 155 x 407
für Einbau in 19"-Gestell geeignet
Gewicht . . . . . ca. 13 kg

Festfrequenzeinschub ODF-601

Zahl der vorprogrammierbaren und durch Schalter wählbaren Festfrequenzen . max. 26
Frequenzbereich . . . . . 200 Hz...1,999999 MHz

Sendereinschübe ODS-81 ODS-82

	ODS-81	ODS-82
Frequenzbereich	200 Hz bis 2 MHz	20 Hz bis 200 kHz
Frequenzeinstellung am Grundgerät, kleinster Schrittabstand	1 Hz	0,1 Hz
Innenwiderstand, koaxial	50 Ω	75 Ω
Sendepegel, in Schritten und kontinuierlich einstellbar von 1 mV und 3 V		−51 bis +8 dB

Wobbeleinschub ODW-81

Obere und untere Wobbelgrenze an je 5 Dekadenschaltern getrennt einstellbar
Ablenkung, periodisch . . . . . 0,1; 0,3; ...; 10 s
einmaliger Durchlauf mit Starttaste . . . . . 10, 30, 100 s
Handwobbelung

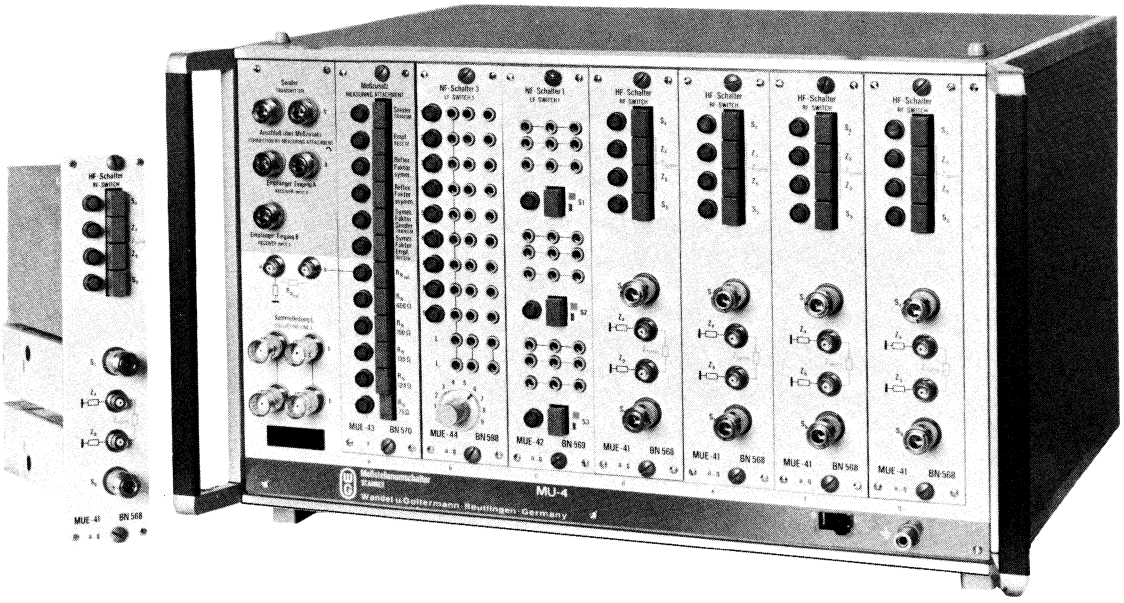
Bestellangaben

Dekadischer Steueroszillator OD-4	BN 659
Auf Wunsch gegen Aufpreis lieferbar:	
Fernsteuerkarte	BN 659/22
Option „Kontinuierliche Frequenzabstimmung"[2]	BN 659/23
Festfrequenzeinschub ODF-601	BN 651
einschließlich Programmier- und Frequenzsperrkarten für 26 Festfrequenzen	
Sendereinschub ODS-81	BN 555
Sendereinschub ODS-82	BN 561
Wobbeleinschub ODW-81	BN 553
Transportschutzdeckel	DE 2

1) Serie A: $\pm 3 \cdot 10^{-6}$ 2) Nachrüstung nur im Werk bzw. ab Serie B auch durch Servicestellen möglich

MU-4
Meßstellen-Umschalter

für den Aufbau koaxialer und symmetrischer Meßschaltungen im Frequenzbereich 0 bis 2 MHz



- **Vielseitige Einsatzmöglichkeit durch Einschubtechnik**
- **Schaltereinschübe für Hochfrequenz, Niederfrequenz und Gleichstrom**
- **Einschub für Reflexions- und Unsymmetriedämpfungsmessungen**
- **Anzeige des Schaltzustands durch Signallampen**
- **Handeinstellung und Fernsteuerung möglich**

Anwendung und Eigenschaften

Der Meßstellen-Umschalter dient zur manuellen oder programmgesteuerten Ausführung von Schalt- und Prüfaufgaben – vorzugsweise in Verbindung mit dem Pegelmeßautomaten PA–4 – und erleichtert auf Grund seiner technischen Konzeption wesentlich die Realisierung spezieller Meßaufgaben.

Alle Schaltvorgänge lassen sich entweder durch Drucktasten am Gerät oder ferngesteuert z. B. vom Programmsteuer- und Auswertegerät PRA-30 oder von einem Rechner vornehmen. Der jeweilige Schaltzustand wird durch Kontrollampen angezeigt.

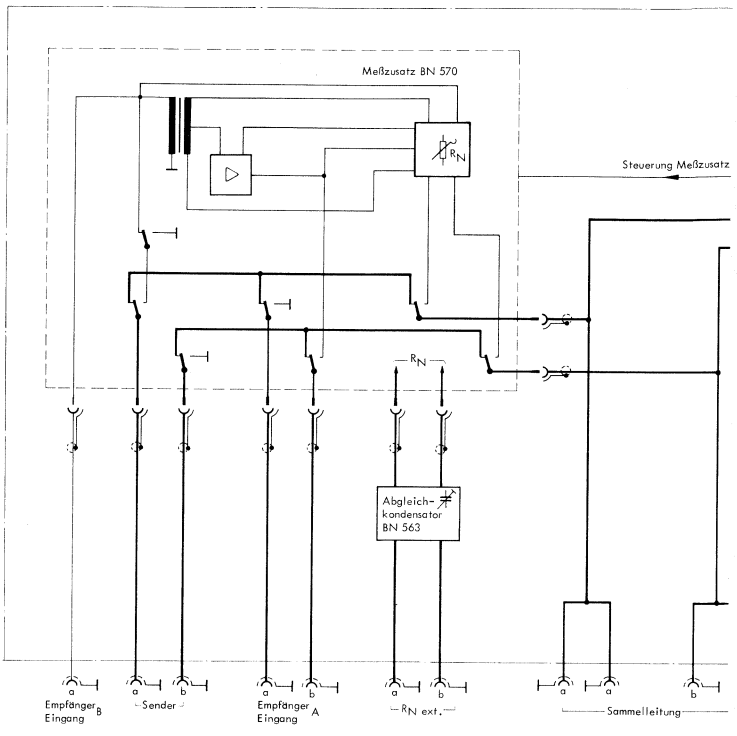
Das Grundgerät läßt sich mit max. 7 Schalter-Einschüben bestücken. Je nach Anwendungsfall kann die Bestückung beliebig mit NF- und HF-Schaltereinschüben erfolgen. Die Schalter ermöglichen in der Regel die Verbindung zwischen den Anschlußbuchsen am Einschub (Prüflingseite) und den Sammelleitungen[1]) im Grundgerät. Die Sammelleitungsbuchsen sind auf der Meßgerätseite mit dem Pegelsender bzw. Pegelmesser verbunden. Bei einigen Einschüben erfolgt die Umschaltung nur zwischen verschiedenen Einschubbuchsen.

1) Die Sammelleitungen a und b stellen die Verbindung (Signal-Hin- und Rückführung) zwischen den 7 Einschubplätzen und dem MU-4-Grundgerät her. Beide werden durch Triaxialkabel (doppelt geschirmtes Koaxialkabel) realisiert und sind völlig symmetrisch ausgeführt.

Die HF-Schalter erlauben koaxiale bzw. symm. Verbindungen im Frequenzbereich bis 2 MHz bzw. 620 kHz. Bei den NF-Schaltern beträgt die obere Frequenzgrenze 120 kHz. Sämtliche Schalter zeichnen sich durch hohe Koppel- und geringe Einfügungsdämpfung aus, so daß die große Meßgenauigkeit der angeschlossenen Pegelmeßgeräte erhalten bleibt.
Ein weiterer Einschub enthält eine Reflexionsfaktor- und Unsymmetriemeßbrücke, so daß sich zusammen mit einem Pegelmeßautomaten die Reflexions- und Unsymmetriedämpfung an symmetrischen und unsymmetrischen Objekten messen läßt. In Verbindung mit dem HF-Schalter 1 sind Reflexions- und Unsymmetriedämpfungsmessungen bis 620 kHz möglich. Die zu den Messungen benötigten Normalwiderstände mit Werten von 75, 124, 135, 150 und 600 Ω sind fest eingebaut und über Drucktasten wählbar. Ebenso sind externe Normalwiderstände einsetzbar.
Bei Vergleichsmessungen können mit Hilfe der Dämpfungsnachbildung MUE-47 zusätzliche Meßfehler durch den Meßstellenumschalter eliminiert werden. In diesem Einschub ist die frequenzabhängige Dämpfung des MU-4 von der Sammelleitungsbuchse bis zur Anschlußbuchse eines HF-Schalters 1 nachgebildet.

Technische Einzelheiten

Das Grundgerät MU-4 ist für die Aufnahme, Stromversorgung und Verbindung der Einschübe ausgerüstet. Die Schaltereinschübe können beliebig in die 7 vorhandenen Einschubplätze eingesetzt werden. Ein Einschubplatz ist zusätzlich für die Aufnahme des Bedienungseinschubs der Reflexionsfaktor- und Unsymmetriemeßbrücke vorbereitet. Die eigentliche Meßbrücke befindet sich auf einer Steckkarte und wird im Geräteinnern untergebracht. Bei einer gemischten Bestückung mit HF- und NF-Schaltern ist die geringere Koppeldämpfung der NF-Schalter auch für die Koppeldämpfung zwischen den beiden Sammelleitungen a und b des MU-4 maßgebend. Für die Programmierung ist jedem Einschubplatz eine Stelle eines siebenstelligen Programmworts zugeordnet.
Mit den NF-Schaltern sind programmgesteuerte Schaltaufgaben bei Niederfrequenz und Gleichstrom möglich. Die Ausrüstung mit 3poligen TF-Buchsen läßt sowohl Verbindungen mit symmetrischen TF-Steckern und entsprechenden Kabeln als auch Einzelverbindungen mit 4-mm-Laborstekkern zu. Die Umschaltung erfolgt an den a- und b-Anschlüssen der TF-Buchsen, während alle c-Anschlüsse untereinander verbunden sind. Der vorprogrammierbare NF-Schalter 4 ist besonders für Messungen an Kanalumsetzern mit dem Pegelmeßautomaten PA-4 geeignet.



Vereinfachtes Blockschaltbild des Meßstellenumschalters MU-4

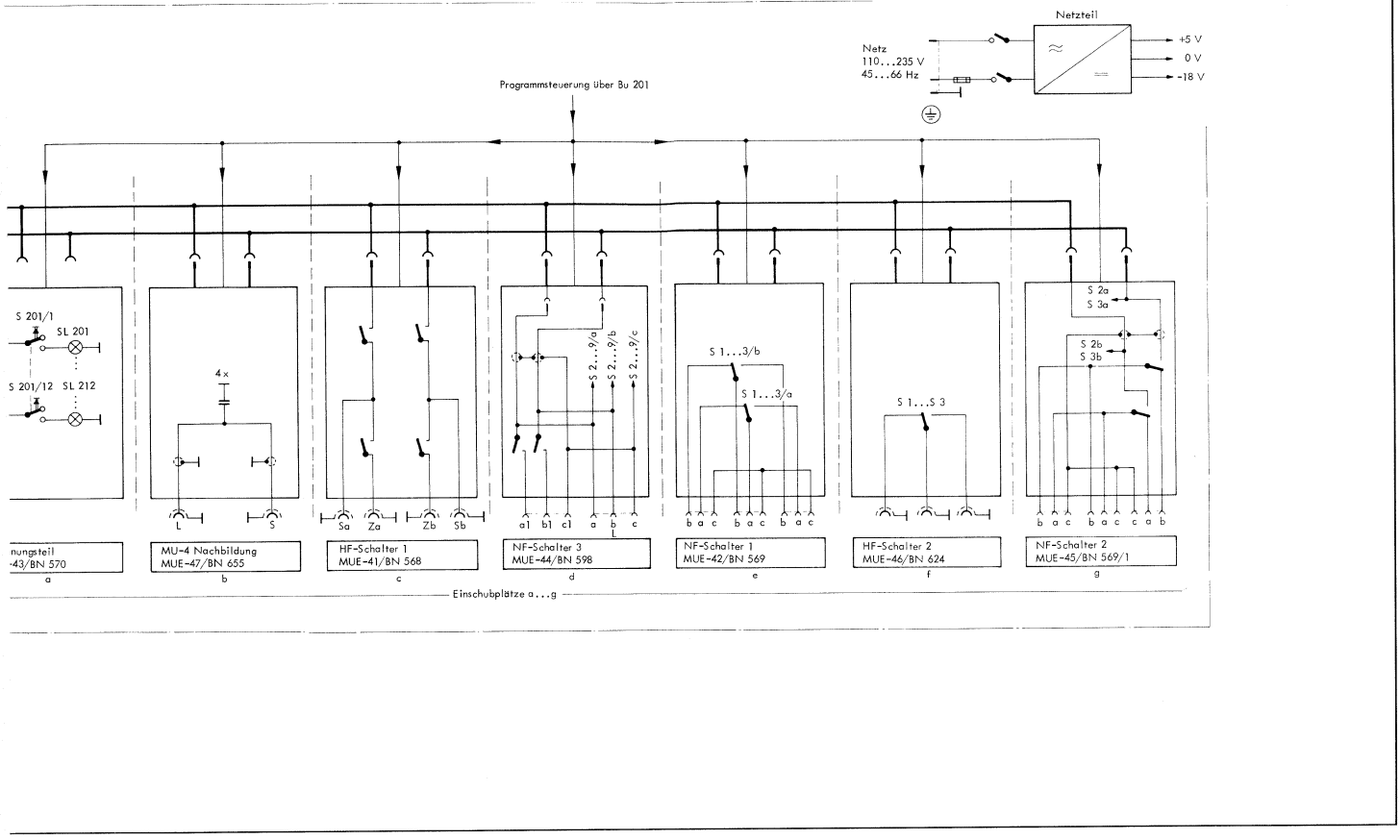
Die HF-Schalter sind mit Koaxialbuchsen des universellen Systems Versacon® 9 bestückt, die eine Umrüstung auf alle gebräuchlichen Buchsensysteme gestatten. Bei symmetrischen Messungen können 2 koaxiale Kanäle eines Einschubs benutzt werden.
Für den Abschluß von Prüflingen stehen Abschlußwiderstände zur Verfügung, die sich auf den HF-Schalter 1 aufstecken lassen. Darüber hinaus sind diese Widerstände auch als Normalwiderstände bei Reflexions- und Unsymmetriedämpfungsmessungen verwendbar.
Die Dämpfungsnachbildung ist in einem Einschub viermal enthalten. Somit kann auch bei symmetrischen Messungen über zwei Geräte MU-4 die Dämpfung nachgebildet werden.
Der Meßstellenumschalter ist als Tischgerät oder als Einschub für 19-Zoll-Gestelle nach DIN 41494 lieferbar.

Technische Daten des Meßstellenumschalters MU-4

Alle wesentlichen Geräteeigenschaften sind durch garantierte Toleranz- und Grenzwertangaben und nicht durch typische Werte gekennzeichnet. Sie gelten nicht nur bei Auslieferung, sondern mindestens für die gesamte Garantiezeit.

Grundgerät MU-4

Buchsenausführung, symmetrisch	3polige TF-Buchse
koaxial	Universalbuchse Versacon® 9 auf alle gebräuchlichen Buchsensysteme umrüstbar
Fernsteuerung	BCD-Code 8-4-2-1, 5-V-Logik



NF-Schalter

Maximale Belastbarkeit bei ohmscher Last
Schaltspannung . . . . . ≦ 42 V
Schaltstrom . . . . . ≦ 0,1 A

Die nachfolgenden Daten für die NF-Schalter 1 bis 4 gelten für den Frequenzbereich 0 bis 10 kHz und bei einem 600-Ω-Abschluß.

NF-Schalter 1 MUE-42

mit 3 unabhängig voneinander schaltbaren zweipoligen Umschaltern. Keine Durchschaltung zu den Sammelleitungen im Grundgerät.

Koppeldämpfung
gleicher Schalter symmetrisch . . . . . ≧ 90 dB
asymmetrisch, Ader a nach b . . . . . ≧ 80 dB

anderer Schalter im gleichen Einschub
Dämpfung symmetrisch . . . . . ≧ 130 dB
asymmetrisch . . . . . ≧ 95 dB

Einfügungsdämpfung (600-Ω-Abschluß) symmetrisch . . . . . ≦ 0,01 dB
asymmetrisch . . . . . ≦ 0,01 dB

NF-Schalter 2 MUE-45

mit 3 unabhängig voneinander schaltbaren zweipoligen Umschaltern. Umschaltung zwischen einer Buchse im Einschub und der Sammelleitung des MU-4.

Einfügungsdämpfung (Einschub und Sammelleitung MU-4) . . . . . ≦ 0,01 dB
mit Meßzusatz MUE-43 symmetrisch . . . . . ≦ 0,02 dB
asymmetrisch . . . . . ≦ 0,01 dB

Koppeldämpfung (600-Ω-Abschluß)
gleicher Schalter symmetrisch . . . . . ≧ 90 dB
gleicher Schalter, Ader a nach b, asymmetrisch . . . . . ≧ 80 dB

NF-Schalter 3 MUE-44

mit 9 zweipoligen Einschaltern. Diese sind einzeln auf eine einschubinterne Sammelbuchse schaltbar, welche durch Umstecken mit der Sammelleitung des MU-4 verbunden werden kann.

Einfügungsdämpfung . . . . . ≦ 0,01 dB
mit Meßzusatz MUE-43 symmetrisch . . . . . ≦ 0,02 dB
Koppeldämpfung (600-Ω-Abschluß) symmetrisch
gleicher Schalter symmetrisch . . . . . ≧ 90 dB
gleicher Schalter, Ader a nach b, asymmetrisch . . . . . ≧ 80 dB

NF-Schalter 4 MUE-48

vorprogrammierbarer Einschub mit 3 Dreier-Schaltergruppen, die nach Wahl mit anderen Buchsen derselben Gruppe, der Sammelbuchse, der Sammelleitung des MU-4 oder einer entsprechenden Buchse aus einer anderen Dreiergruppe zusammengeschaltet werden können.

Einfügungsdämpfung (Einschub und Sammelleitung MU-4) . . . . . ≦ 0,01 dB
mit Meßzusatz, symmetrisch . . . . . ≦ 0,02 dB
Koppeldämpfung (600-Ω-Abschluß)
gleicher Schalter symmetrisch . . . . . ≧ 90 dB
gleicher Schalter, Ader a nach b, asymmetrisch . . . . . ≧ 75 dB

HF-Schalter

HF-Schalter 1 MUE-41

mit 2 voneinander unabhängigen Einschaltern zwischen Eingangsbuchsen und Sammelleitung im MU-4. Abschlußwiderstände sind aufsteck- und schaltbar.
Einfügungsdämpfung (Einschub und Sammelleitung) f ≦ 620 kHz . . . . . ≦ 0,05 dB
f ≦ 2 MHz . . . . . ≦ 0,1 dB

mit Meßzusatz MUE-43 f ≦ 620 kHz . . . . . ≦ 0,06 dB
f ≦ 2 MHz . . . . . ≦ 0,2 dB

Koppeldämpfung (75-Ω-Abschluß)
zwischen Eingangsbuchse und Sammelleitung . . . . . ≧ 140 dB
Eingangsbuchse S_a und S_b . . . . . ≧ 140 dB

HF-Schalter 2 MUE-46

mit 3 voneinander unabhängigen Koaxialschaltern. Keine Durchschaltung zur Sammelleitung des Grundgeräts
Einfügungsdämpfung f ≦ 620 kHz . . . . . ≦ 0,01 dB
f ≦ 2 MHz . . . . . ≦ 0,03 dB

Koppeldämpfung (75-Ω-Abschluß)
gleicher Schalter . . . . . ≧ 120 dB
anderer Schalter . . . . . ≧ 120 dB

Grunddämpfungsnachbildung MUE-47

Der Einschub dient zur Nachbildung der frequenzabhängigen Dämpfung des Meßstellenumschalters von der Sammelleitungsbuchse bis zur Anschlußbuchse des HF-Schalters 1.
Die Nachbildung ist im Einschub viermal enthalten.
Die Dämpfung kann mittels einer Lötbrücke für den Betrieb mit dem Reflexionszusatz MUE-43 angepaßt werden.
Frequenzbereich . . . . . 0 bis 2 MHz

Reflexionsmeßzusatz MUE-43 Reflexions- und Unsymmetriedämpfungsmessungen

Frequenzbereich mit HF-Schalter 1 . . . . . 0 bis 620 kHz
mit NF-Schalter 2, 3 und 4 . . . . . 0 bis 120 kHz

Eingebaute Normalwiderstände 75, 124, 135, 150, 600Ω
Dämpfung der Brücke bei r = 1 . . . . . 0 dB

Unsicherheit des gemessenen Reflexionsfaktors

Z = 75 Ω asymmetrisch 200 Hz	bis 120 kHz	$r \leqq \lvert \pm 0{,}002 \pm 0{,}07\ r \rvert$
	bis 620 kHz	$r \leqq \lvert \pm 0{,}003 \pm 0{,}13\ r \rvert$
Z = 600 Ω symmetrisch 200 Hz	bis 120 kHz	$r \leqq \lvert \pm 0{,}003 \pm 0{,}06\ r \rvert$

Unsymmetriegrad[1]) von Sendern

Frequenzbereich . . . . . (0, 2)[3]) 0,8 bis 620 kHz
Grundbelastung der Brücke durch Sammelleitung und Einschübe
je Ader . . . . . ca. 360 pF
Eingangswiderstand symmetrisch . . . . . Z ∥ 150 mH ∥ 180 pF[4])

Meßzusatz mit HF-Schalter 1 ohne NF-Schalter 2, 3 bzw. 4
Unsicherheit des gemessenen Unsymmetriegrades g_{us}

Z = 124 bis 150 Ω	200 Hz bis 120 kHz	$g_{us} \leqq \lvert \pm 0{,}001 \pm 0{,}08\ g_u \rvert$
	bis 620 kHz	$g_{us} \leqq \lvert \pm 0{,}001 \pm 0{,}15\ g_u \rvert$
Z = 600 Ω	200 Hz bis 120 kHz	$g_{us} \leqq \lvert \pm 0{,}001 \pm 0{,}15\ g_u \rvert$

Unsymmetriegrad[2]) von Empfängern
Meßzusatz mit HF-Schalter 1 ohne NF-Schalter 2, 3 bzw. 4
Unsicherheit des gemessenen Unsymmetriegrades g_{uE}

Z = 124 bis 150 Ω	0,8 bis 120 kHz	$g_{uE} \leqq \lvert \pm 0{,}001 \pm 0{,}1\ g_u \rvert$
	bis 620 kHz	$g_{uE} \leqq \lvert \pm 0{,}002 \pm 0{,}1\ g_u \rvert$
Z = 600 Ω	0,8 bis 120 kHz	$g_{uE} \leqq \lvert \pm 0{,}001 \pm 0{,}3\ g_u \rvert$

1) Unsymmetriegrad $g_{us} = \left| \frac{U_U}{\frac{U_S}{2}} \right|$ U_U = Spannung am Symmetriepunkt; $\frac{U_S}{2}$ = halbe symmetr. Senderspannung

2) Unsymmetriegrad $g_{uE} = \left| \frac{U_S}{U_U} \right|$ U_S = symmetr. Spannung an den Eingangsklemmen des Prüflings; U_U = unsymmetr. Spannung am Symmetriepunkt der Symmetriedrossel

3) Abschlußfehler des Prüflings durch Induktivität der Symmetriedrossel 150 mH

4) Z am jeweiligen Meßstellenumschalter MUE

Allgemeine Daten

Zulässige Umgebungstemperatur

Nenngebrauchsbereich	+ 10 bis + 35° C
Grenzbetriebsbereich	0 bis + 45° C
Lagerung und Transport	− 25 bis + 60° C

Stromversorgung

Einstellwert der Netzspannung	Nenngebrauchsbereich
110 V	93,5 bis 121 V
117 V	100 bis 129 V
127 V	109 bis 141 V
220 V	187 bis 242 V
227 V	193 bis 250 V
235 V	202 bis 262 V

Netzfrequenz . . . . . 45 bis 66 Hz

Abmessungen

Tischgerät		19"-Einschub (DIN 41494)	
Breite mit Griffen	478 mm	Einschubbreite	443 mm
Höhe über alles	288 mm	Einschubhöhe	265 mm
Tiefe mit Griffen	407 mm	Einbautiefe	353 mm

Bestellangaben

Meßstellenumschalter	MU-4	BN 563
Einschübe NF-Schalter 1	MUE-42	BN 569
NF-Schalter 2	MUE-45	BN 569/1
NF-Schalter 3	MUE 44	BN 598
NF-Schalter 4	MUE-48	BN 649
HF-Schalter 1	MUE-41	BN 568
HF-Schalter 2	MUE-46	BN 624
Grunddämpfungsnachbildung	MUE-47	BN 655
Reflexionsmeßzusatz	MUE-43	BN 570

Meßzubehör (gegen Aufpreis)
Abschlußwiderstände

	koaxial		symmetrisch	
	unkompensiert	kompensiert	unkompensiert	kompens.
Leergehäuse	BN 600/0	–	BN 602/0	–
31 Ω (124 Ω/4)	–	–	BN 602/7	–
33,75 Ω (135 Ω/4)	–	–	BN 602/8	–
37,5 Ω (150 Ω/4)	–	–	BN 602/6	–
75 Ω	BN 600/1	BN 601/1	–	–
124 Ω	BN 600/2	BN 601/2	BN 602/2	BN 603/2
135 Ω	BN 600/3	BN 601/3	BN 602/3	BN 603/3
150 Ω	BN 600/4	BN 601/4	BN 602/4	BN 603/4
600 Ω	–	–	BN 602/5	BN 603/5

PS-12
Pegelsender

Frequenzbereich: symmetrisch und koaxial 200 Hz bis 6 MHz



- **Hohe Pegel- und Frequenzgenauigkeit**
- **Flackerfreie digitale Anzeige der Sendefrequenz, Auflösung 10 Hz**
- **Frequenz in einem Bereich durchstimmbar**
- **Dekadische Pegeleinstellung**
- **Kleiner Klirrfaktor**
- **Fremdabstimmung mit Pegelmesser SPM-12**
- **Dekadische Frequenzeinstellung in 1-Hz-Schritten mit Steueroszillator OD-12**
- **Batteriebetrieb an externer Batterie ohne Zusatzeinrichtung**
- **Auf Wunsch netzunabhängige Stromversorgung aus wiederaufladbarer Batterie**
- **Eingebaute Ladeeinrichtung**

Anwendung und Eigenschaften

Der Pegelsender PS-12 ist ein Schwebungssender, dessen Frequenzbereich sich von 200 Hz bis 6 MHz[1]) erstreckt. Er zeichnet sich durch hohe Pegel- und Frequenzgenauigkeit aus. Das Gerät ist damit sowohl für Betriebs- als auch für Laboranwendungen geeignet.

Die Ausführung BN 607/0 ist mit einem koaxialen Ausgang ausgestattet. Der Innenwiderstand beträgt 75 Ω. Durch Ausrüstung mit der Universalbuchse Versacon® 9 lassen sich – nach Auswechseln des Anschlußstückes – alle gebräuchlichen Stecker verwenden.

Die Ausführung BN 607/1 besitzt zusätzlich zwei symmetrische Ausgänge mit umschaltbaren Innenwiderständen von 124, 150 und 600 Ω. Das Gerät kann an allen Ausgängen durch einen am Ausgang einschaltbaren Verstärker auf einen Innenwiderstand von ca. 0 Ω umgeschaltet werden. Hierbei erhöht sich der Ausgangspegel um 10 dB.

Der Anwendungsbereich des Pegelsenders umfaßt sowohl die Niederfrequenzseite von Übertragungseinrichtungen als auch die Trägerfrequenzseite bis zu Systemen mit 1260 Kanälen.

Die Frequenzabstimmung läßt sich in einem Bereich ohne Umschaltung vornehmen. Ein eingebauter Frequenzzähler zeigt die Frequenz flackerfrei und mit einer Auflösung von 100 Hz an. Für genauere Frequenzeinstellungen kann die Anzeige auch auf 10 Hz Auflösung umgeschaltet werden. Diese digitale Frequenzanzeige gewährleistet eine einfache und eindeutige Ablesung.

1) bis Serie G: obere Frequenzgrenze 4,5 MHz

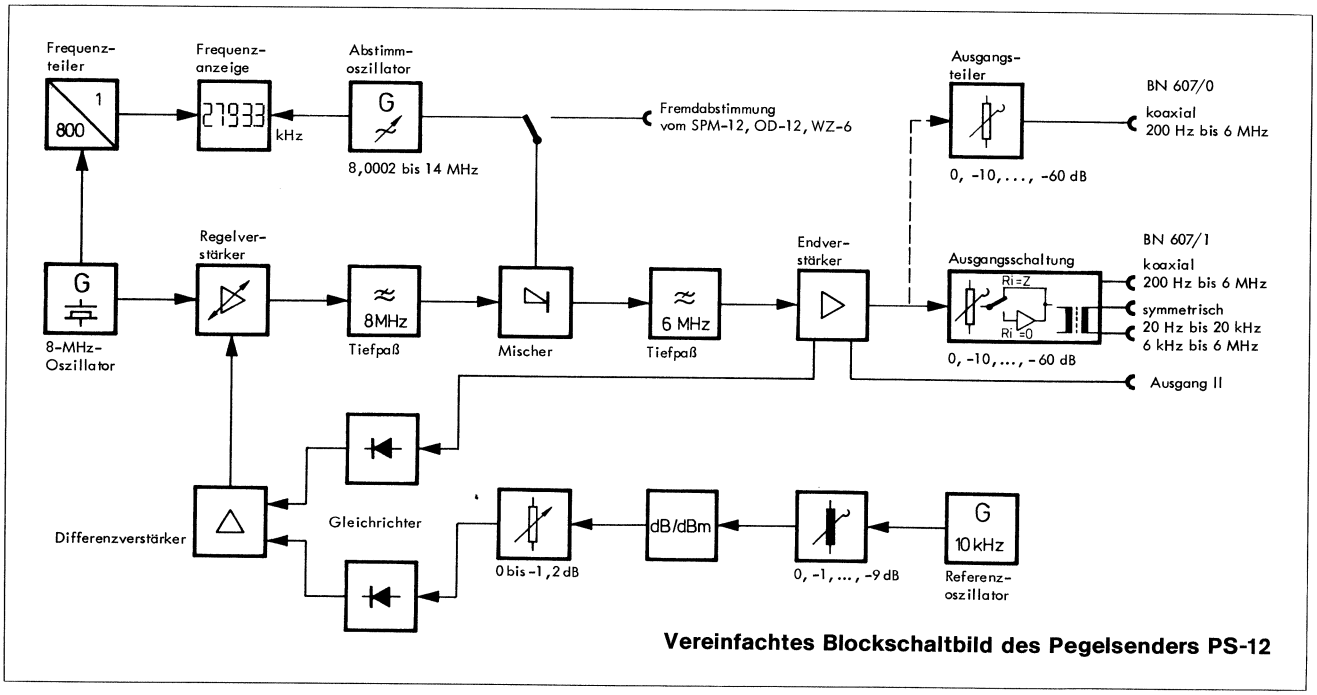
Der Ausgangspegel des Geräts ist dekadisch (kleinster Pegelschritt 1 dB) zwischen −70 und 0 dB/dBm einstellbar. Darüber hinaus ist eine kontinuierliche Pegeländerung über einen Bereich von 1,2 dB möglich. Der Pegelsender PS-12 kann zwischen Spannungspegel und Leistungspegel umgestellt werden.

Der Pegelsender PS-12 läßt sich mit dem Pegelmesser SPM-12 zu einem vollständigen Pegelmeßplatz ergänzen. Auf diese Weise sind selektive Pegel-, Dämpfungs- und Verstärkungsmessungen durchführbar. Werden Sender und Empfänger am gleichen Ort benutzt, so kann die Frequenz durch eine Hilfsverbindung zwischen beiden Geräten synchron vom Empfänger aus abgestimmt werden, was die Bedienung besonders vereinfacht.

Der Steueroszillator OD-12 erlaubt die dekadische Einstellung der Sendefrequenz in kleinsten Schritten von 1 Hz. Für häufig wiederkehrende Messungen bei festen Frequenzen ist eine Bestückung des OD-12 mit dem Festfrequenzeinschub ODF-601 von Vorteil. Neben der manuellen Anwahl von max. 26 vorprogrammierten Festfrequenzen ist auch ein automatischer Ablauf möglich.
Durch Hinzufügen des Wobbelzusatzes WZ-6 läßt sich die Ausgangsspannung des Pegelsenders PS-12 in ihrer Frequenz wobbeln. Damit ist der Pegelsender für Wobbelmessungen einsetzbar und erleichtert dadurch den Abgleich und die Streckenentzerrung von TF-Systemen. Als Empfangsgerät eignet sich der Pegelmesser SPM-12.
Durch Front- und Rückseitendeckel kann der Pegelsender bei Transport oder Lagerung spritzwasserdicht verschlossen werden. Die Deckel schützen außerdem die Bedienungselemente vor mechanischer Beschädigung.
Der Pegelsender läßt sich am Netz oder an einer externen Batterie betreiben. Darüber hinaus steht auf Wunsch der Batteriezusatz BAZ-2 zur Verfügung. Dieser kann auf der Rückseite des Geräts befestigt werden. Er wird vom rückwärtigen Gerätedeckel mit abgedeckt. Eine Ladeeinrichtung für wiederaufladbare Batterien und eine einfache Ladekontrolle sind im Grundgerät eingebaut. Der Batteriezusatz läßt sich auch mit Monozellen bestücken.

Technische Einzelheiten

Der Pegelsender PS-12 arbeitet nach dem Schwebungsprinzip. Dabei ergibt sich die Sendefrequenz als Differenz aus der Signalfrequenz 8 MHz und der im Bereich 8,0002 bis 14 MHz veränderbaren Trägerfrequenz. Das im Mischer entstehende Differenzsignal wird von einem Tiefpaß ausgefiltert und steht verstärkt an den Senderausgängen zur Verfügung.
Eine Regelschaltung sorgt dafür, daß der Ausgangspegel unabhängig von der eingestellten Sendefrequenz konstant bleibt. Die Regelspannung wird in einem Differenzverstärker durch Vergleichen der Sendespannung mit einer 10-kHz-Referenzspannung gewonnen. Eine Verstellung dieser Referenzspannung ermöglicht die Änderung des Sendepegels in 1-dB-Schritten sowie kontinuierlich. Im Referenzzweig erfolgt auch die Pegelanpassung bei der Umschaltung zwischen Spannungspegel (0 dB ≙ 0,775 V) und Leistungspegel (0 dBm ≙ 1 mW an Z).
Arbeitet der Pegelsender mit dem selektiven Pegelmesser SPM-12 in synchroner Frequenzeinstellung zusammen, so wird der Abstimmoszillator des PS-12 durch den entsprechenden Oszillator des SPM-12 ersetzt.
Beim Betrieb als Wobbelsender ersetzt der angeschlossene Wobbelzusatz WZ-6 den Abstimmoszillator des Pegelsenders. Durch Zurückführen der Sendefrequenz auf den Wobbelzusatz entsteht ein geschlossener Regelkreis. Auf diese Weise ergibt sich eine hohe Genauigkeit der voreingestellten Wobbelbereiche. In der Betriebsart „$f_m \pm \Delta f$" des WZ-6 sind Mittelfrequenz und Wobbelhub frei wählbar.



Vereinfachtes Blockschaltbild des Pegelsenders PS-12

Technische Daten des Pegelsenders — PS-12

Alle wesentlichen Geräteeigenschaften sind durch garantierte Toleranz- und Grenzwertangaben und nicht durch typische Werte gekennzeichnet. Sie gelten nicht nur bei Auslieferung, sondern mindestens für die gesamte Garantiezeit.
Sofern nicht anders vermerkt, gelten die Daten für die Nenngebrauchsbereiche der Umgebungstemperatur und der Stromversorgung sofort nach dem Einschalten.

Ausführung BN 607/0

Koaxialer Ausgang . . . . . Universalbuchse Versacon® 9 auf alle gebräuchlichen Buchsensysteme umrüstbar
Innenwiderstand . . . . . 75 Ω
Frequenzbereich . . . . . 200 Hz bis 6 MHz[1])

Ausführung BN 607/1

Koaxialer Ausgang . . . . . Universalbuchse parallel 3polige TF-Buchse
Innenwiderstand, umschaltbar . . . . . 75 Ω, ≈ 0 Ω
Frequenzbereich . . . . . 200 Hz bis 6 MHz[1])

Symmetrische Ausgänge . . . . . 3polige TF-Buchse
Innenwiderstand, umschaltbar . . . . . 124 Ω, 150 Ω, ≈ 0
Frequenzbereich . . . . . 6 kHz bis 6 MHz[1])
Betriebs-Unsymmetriedämpfung für $R_i = R_a = Z$
im Frequenzbereich 6 kHz bis 2 MHz . . . . . ≧ 40 dB
2 MHz bis 6 MHz[1]) . . . . . ≧ 34 dB

Innenwiderstand, umschaltbar . . . . . 600 Ω, ≈ 0 Ω
Frequenzbereich . . . . . 200 Hz bis 20 kHz
Betriebsunsymmetriedämpfung für $R_i = R_a = Z$ . . . . . ≧ 40 dB

Frequenz

Frequenzbereich . . . . . 200 Hz bis 6 MHz[1])
Frequenzanzeige mit Zähler, Auflösung umschaltbar, fein . . . . . 10 Hz
grob . . . . . 100 Hz
Fehlergrenzen der Frequenzanzeige des Zählers . . . . . $\pm 5 \cdot 10^6 \pm 1$ Digit
Frequenzeinstellung . stetig über Grob-Fein-Getriebe und zusätzliche Feinverstimmung
Fremdabstimmung . . . . . durch den selektiven Pegelmesser SPM-12, den dekadischen Steueroszillator OD-12 oder den Wobbelzusatz WZ-6

Pegel

Eichung umstellbar von
Spannungspegel (0 dB ≙ 0,775 V) auf Leistungspegel (0 dBm ≙ 1 mW an Z)
Ausgangspegel für $R_i = R_a = Z$ . . . . . −70 bis 0 dB/dBm
für $R_i = 0$ . . . . . −60 bis +10 dB/dBm
Pegeleinstellung in Stufen von . . . . . 10 dB und 1 dB
Kontinuierlicher Einstellbereich, Auflösung 0,01 dB . . . . . 1,2 dB

Fehlergrenzen des eingestellten Pegels für $R_i = R_a = Z$
(Spannungs- oder Leistungspegel) einschließlich Frequenzgangfehler, Teilerfehler und Temperaturabhängigkeit im Bereich −10 bis +55° C
Z = 75 Ω . . . . . ± 0,3 dB
Z = 124 und 150 Ω, f = 10 kHz bis 2 MHz . . . . . ± 0,4 dB
f = 6 kHz bis 6 MHz[1]) . . . . . ± 0,5 dB
Z = 600 Ω . . . . . ± 0,4 dB
Erweiterung der Fehlergrenzen des eingestellten Pegels für $R_i = 0$
$R_a = Z = 75, 124, 150\ \Omega$ . . . . . ± 0,3 dB
$R_a = Z = 600\ \Omega$ . . . . . ± 0,2 dB

Fehlergrenzen des Ausgangspegels für $R_i = R_a = 75\ \Omega$ bei f = 10 kHz
Ausgangspegel 0 dB . . . . . ± 0,08 dB
Ausgangspegel 0 dBm . . . . . ± 0,15 dB

Teilerfehler bei 10 kHz für alle Ausgänge bei $R_i = R_a = Z$
10-dB-Teiler . . . . . ± 0,07 dB
1-dB-Teiler . . . . . ± 0,10 dB
0,1-dB-Teiler . . . . . ± 0,03 dB

Fehlergrenzen des Frequenzgangs bei beliebigen Teilerstellungen bezogen auf 10 kHz für $R_i = R_a = Z$
Z = 75 Ω . . . . . ± 0,12 dB
Z = 124 und 150 Ω, f = 10 kHz bis 2 MHz . . . . . ± 0,1 dB
f = 6 kHz bis 6 MHz[1]) . . . . . ± 0,2 dB
Z = 600 Ω . . . . . ± 0,1 dB

Ausgang II

Hilfsausgang für Wobbelbetrieb mit WZ-6 . . . . . Universalbuchse Versacon® 9 auf alle gebräuchlichen Buchsensysteme umrüstbar
Frequenzbereich . . . . . 200 Hz bis 6 MHz[1])
Innenwiderstand . . . . . 75 Ω
Ausgangspegel für 75 Ω Last, je nach eingestelltem Sendepegel . . . −30 bis −10 dB

1) bis Serie G: obere Frequenzgrenze 4,5 MHz

Störspannungen

	200 Hz bis 5 MHz	bis 6 MHz
im Frequenzbereich		
Klirrdämpfung a_{k2}, a_{k3}		
für $R_i = R_a = 75$, 124 und 150 Ω	≧ 46 dB	≧ 40 dB
für $R_i = R_a = 600\,\Omega$	≧ 46 dB	–
für $R_i = 0$, $R_a = Z$	≧ 40 dB	–
Abstand diskreter, nichtharmonischer Seitenlinien ($R_i = R_a = Z$)	≧ 80 dB	≧ 70 dB

Rauschabstand für $R_i = R_a = Z$, bezogen auf 1 Hz Bandbreite im Abstand ≧ 10 kHz vom Nutzsignal, Meßfrequenz ≧ 10 kHz

bei Ausgangspegel 0 dB	≧ 120 dB
bei Ausgangspegel 0 dBm	≧ 110 dB

Allgemeine Daten

Zulässige Umgebungstemperatur	
Nennungsgebrauchsbereich	−10 bis +55 °C
Grenzbereich für Lagerung und Transport	−40 bis +70 °C
Stromversorgung	
Netzbetrieb	
Nenngebrauchsbereich der Netzspannung	93,5 bis 141 V/187 bis 262 V
Nenngebrauchsbereich der Netzfrequenz	45 bis 66 Hz
Leistungsaufnahme	ca. 15 VA
Schutzklasse nach VDE 0411	I
Betrieb mit externer Batterie	
Nenngebrauchsbereich der Gleichspannung	11,5 bis 68 V
Leistungsaufnahme	ca. 10 W
Betrieb mit Batteriezusatz BAZ-2	
Abmessungen (b x h x t) in mm	
Pegelsender PS-12 ohne Deckel	443 x 155 x 420
mit 2 Deckeln	443 x 155 x 446
geeignet für den Einbau in 19-Zoll-Gestelle nach DIN 41494	
Gewicht	ca. 12 kg
FTZ-K-Nummer	279 094 156

Meßzubehör

Batteriezusatz BAZ-2	
Wiederaufladbare Zellen (5 VR 4 D)	2 Stück
Betriebszeit des PS-12 pro Ladung	ca. 5 h
Aufladezeit mit eingebautem Ladegerät	ca. 14 h
Bestückung mit Monozellen (IEC R 20)	10 Stück
Betriebszeit pro Batteriesatz, mit Alkali-Mangan-Zellen	ca. 3 h
Abmessungen (b x h x t) in mm	320 x 81 x 52
Gewicht mit wiederaufladbaren Zellen	2 kg
Dekadischer Steueroszillator OD-12	Technische Daten siehe OD-12

Bestellangaben

Pegelsender PS-12	
Standardausführung mit koaxialem Ausgang	BN 607/0
Ausführung mit zusätzlichen symmetrischen Ausgängen	BN 607/1
Meßzubehör (gegen Aufpreis)	
Batteriezusatz BAZ-2	BN 836
Dekadischer Steueroszillator OD-12	BN 821
Front- und Rückseitendeckel für PS-12 (1 Satz)	SD 3

SPM-12
Selektiver Pegelmesser

mit Breitbandteil
Frequenzbereich 200 Hz bis 6 MHz



- **Hohe Eingangsempfindlichkeit und Pegelmeßgenauigkeit**
- **Große Pegelauflösung durch eingebauten Anzeigedehner**
- **Halbautomatische Eichung**
- **Hohe Eigenklirrdämpfung**
- **Abstimmfrequenz in einem Bereich durchstimmbar**
- **Flackerfreie digitale Frequenzanzeige, Auflösung 10 Hz**
- **Sonderausführung mit Frequenzrasteinrichtung auf Wunsch**
- **Dekadische Frequenzeinstellung in 1-Hz-Schritten mit Steueroszillator OD-12**
- **Batteriebetrieb an externer Batterie ohne Zusatzeinrichtung**
- **Auf Wunsch netzunabhängige Stromversorgung aus wiederaufladbarer Batterie**

Anwendung und Eigenschaften

Der Pegelmesser SPM-12 ist ein Überlagerungsempfänger mit hoher Eingangsempfindlichkeit und großer Pegelmeßgenauigkeit. Sein Frequenzbereich erstreckt sich von 200 Hz bis 6 MHz, so daß Messungen im Niederfrequenz-Kanal und an Trägerfrequenz-Systemen einschließlich V 1260 möglich sind. Das Gerät eignet sich für breitbandige und selektive Pegelmessungen, sowie aufgrund seiner hohen Eigenklirrdämpfung auch für Klirrmessungen oder zur Analyse von Frequenzspektren.

Als weiterer Vorzug ist die einfache Frequenzeinstellung hervorzuheben. Zur Frequenzanzeige dient ein eingebauter Frequenzzähler mit flackerfreier Anzeige. Die Frequenzauflösung beträgt 100 Hz bzw. 10 Hz.

Mit dem SPM-12 können Spannungspegel- und Leistungspegelmessungen durchgeführt werden. Der Meßbereich des Geräts ist in 10-dB-Stufen umschaltbar. Im selektiven Betrieb lassen sich Pegel zwischen −130 und +20 dB, im breitbandigen Betrieb zwischen −80 und +20 dB messen. Die Pegelanzeige erfolgt an einem Instrument mit 20-dB-Skalenumfang. Zum genauen Ablesen der Meßwerte und für die Messung kleinster Pegelunterschiede ist ein Anzeigedehner mit einem Skalenbereich von 2,4 dB eingebaut.

Die Ausführung BN 608/0 des SPM-12 ist mit einem koaxialen Eingang ausgestattet, dessen Eingangswiderstand sich von 75 Ω auf ca. 100 kΩ umschalten läßt. Die Ausführung BN 608/1 besitzt zusätzlich zwei symmetrische Eingänge mit umschaltbaren Eingangswiderständen (124 Ω, 150 Ω, 600 Ω und hochohmig). Für symmetrische Messungen erstreckt sich der Frequenzbereich von 200 Hz bis 20 kHz (600 Ω) bzw. von 6 kHz bis 5 MHz (124 Ω, 150 Ω). Für

bis Serie F beträgt die obere Frequenzgrenze 4,5 MHz

hochohmige und kapazitätsarme Messungen steht auf Wunsch der Tastkopf TK-12 mit Netzteil TKN-12 zur Verfügung.
Der Pegelmesser SPM-12 hat serienmäßig die Rauschbandbreiten 1,74 kHz und 500 Hz. Für Messungen von Frequenzspektren und Pilotpegeln ist als Option ein Filter mit 25 Hz Bandbreite erhältlich (BN 608/50).
Wird bei Messungen in der Entwicklung, in Prüffeldern oder im Betriebsdienst eine sehr hohe Stabilität der eingestellten Abstimmfrequenz verlangt, so ist der SPM-12 auf Wunsch mit einer Frequenzrasteinrichtung lieferbar. Da das Frequenzraster kontinuierlich verstellbar ist, kann jede beliebige Abstimmfrequenz im gesamten Frequenzbereich quarzstabil gerastet werden. Ist der Pegelmesser mit der 25-Hz-Bandbreite und mit der Frequenzrasteinrichtung ausgerüstet, so lassen sich z. B. Gruppen- und Übergruppenpilote an TF-Systemen während des Betriebs messen bzw. überwachen.
Der ebenfalls als Option erhältliche Demodulatorzusatz (BN 608/63) erlaubt die Demodulation von Einseitenbandsignalen in Regel- oder Kehrlage. Die Ausgangsfrequenz für die Bandmitte des demodulierten Signals kann von 1 kHz auf 2 kHz umgeschaltet werden. In Stellung 1 kHz sind zusammen mit der bereits erwähnten Frequenzrasteinrichtung Phasenjittermessungen in der TF-Lage möglich. Als Jittermeßgerät entsprechend der CCITT-Empfehlung O.91 eignet sich das Datenleitungsmeßgerät DLM-1 von Wandel & Goltermann. Für Unterbrechungsmessungen nach CCITT steht das auf 2 kHz umgesetzte Meßsignal zur weiteren Auswertung zur Verfügung.
Der Pegelmesser SPM-12 läßt sich mit dem Pegelsender PS-12 zu einem vollständigen Pegelmeßplatz ergänzen. Werden Sender und Empfänger am gleichen Ort benutzt, so kann die Frequenz durch eine Hilfsverbindung zwischen den beiden Geräten synchron vom Empfänger aus abgestimmt werden. Auf diese Weise sind selektive Pegel- und Dämpfungsmessungen besonders einfach durchführbar. Sofern bei dieser Betriebsart der SPM-12 die Frequenzrasteinrichtung eingebaut hat, ist diese auch für den Sender PS-12 wirksam.
Der Steueroszillator OD-12 erlaubt die dekadische Frequenzabstimmung in kleinsten Schritten von 1 Hz. Für häufig wiederkehrende Messungen bei festen Frequenzen ist eine Bestückung des OD-12 mit dem Festfrequenzeinschub ODF-601 von Vorteil. Neben der manuellen Anwahl von max. 26 vorprogrammierten Festfrequenzen ist auch ein automatischer Ablauf möglich.
Durch Hinzufügen des Wobbelzusatzes WZ-6 zum SPM-12 entsteht ein wobbelbarer Empfänger, der als Teil eines Wobbelmeßplatzes oder als Panoramaempfänger eingesetzt werden kann. Zur Registrierung oder Weiterverarbeitung des Meßergebnisses besitzt der Pegelmesser einen Gleichspannungsausgang und einen 10-kHz-ZF-Ausgang.
Die Zusatzgeräte RFZ-12 und SDZ-12 ermöglichen die Messung der Reflexions- bzw. Unsymmetriedämpfung.

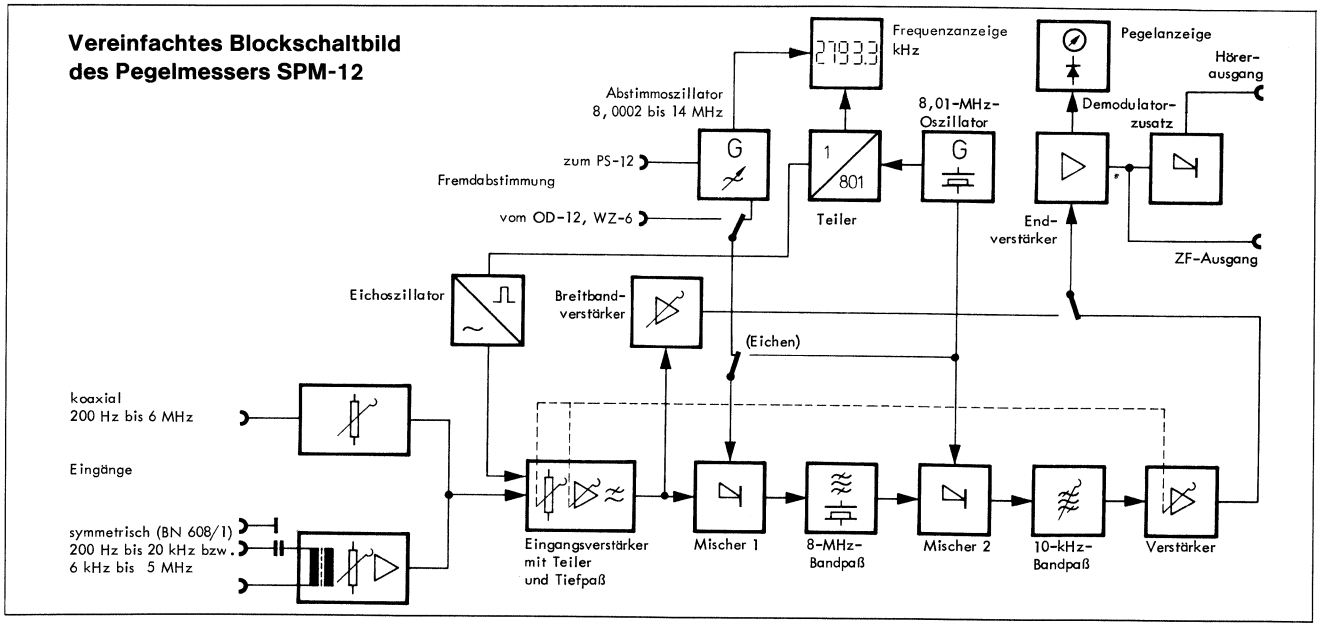
Das Gerät läßt sich bei Transport oder Lagerung durch Front- und Rückseitendeckel spritzwasserdicht verschließen. Die Deckel schützen außerdem die Bedienungselemente und das Anzeigeinstrument vor mechanischer Beschädigung.
Der Pegelmesser läßt sich am Netz oder an einer externen Batterie betreiben. Darüber hinaus steht auf Wunsch der Batteriezusatz BAZ-3 zur Verfügung, der auf der Geräterückseite befestigt werden kann. Er wird vom rückwärtigen Gerätedeckel mit abgedeckt. Eine Ladeeinrichtung für wiederaufladbare Batterien und eine einfache Ladekontrolle sind im Grundgerät eingebaut. Der Batteriezusatz läßt sich auch mit Monozellen bestücken.

Die koaxialen Anschlußbuchsen des Geräts sind auf alle gebräuchlichen Buchsensysteme umrüstbar.

Technische Einzelheiten

Der Pegelmesser SPM-12 arbeitet im selektiven Betrieb nach dem Prinzip der Mehrfachüberlagerung mit 2 Zwischenfrequenzen. Bei breitbandigen Messungen wird der Überlagerungsteil umgangen.

Vereinfachtes Blockschaltbild des Pegelmessers SPM-12



Der Eingang des Geräts ist koaxial und bei der Ausführung BN 608/1 zusätzlich symmetrisch ausgeführt. Auf die schaltbaren Abschlußwiderstände und den Eingangsteiler folgt ein sehr linearer Eingangsverstärker, der den hohen Eingangswiderstand des Pegelmessers ermöglicht. Ein Tiefpaß sperrt alle Frequenzen oberhalb des Empfangsbandes, insbesondere im Spiegelwellenbereich.
Die Empfangsfrequenzen werden im Mischer 1 mit Hilfe der Frequenz des Abstimmoszillators auf die 1. Zwischenfrequenz von 8 MHz umgesetzt. Im Mischer 2 erfolgt eine weitere Umsetzung auf die Zwischenfrequenz 10 kHz. Hier sorgt ein umschaltbarer Bandpaß für die Selektion.
Die 10-kHz-Spannung bzw. die breitbandige Meßspannung wird verstärkt, gleichgerichtet und am Instrument angezeigt. Überdies steht an Ausgängen die Gleichspannung sowie die ZF-Spannung bzw. im Breitbandbetrieb die verstärkte Empfangsspannung zur Verfügung.
Der Pegelmesser ist mit einer halbautomatischen Eichung ausgestattet. Damit kann zeitsparend ohne Veränderung der Einstellungen jederzeit eine Eichung des Geräts vorgenommen werden. Beim Betätigen der Eichtaste erhält der Eingangsverstärker anstelle des Meßsignals den Eichpegel zugeführt. Gleichzeitig wird die Gesamtverstärkung im selektiven oder breitbandigen Signalweg so eingestellt, daß das Instrument die Eichgröße anzeigt. Bei Bedarf ist die Verstärkung des Pegelmessers auf Sollwert nachzustellen.
Arbeitet der Pegelmesser mit dem Pegelsender PS-12 in synchroner Frequenzeinstellung zusammen, so kann der Abstimmoszillator des SPM-12 (ggf. mit Frequenzrasteinrichtung) den entsprechenden Oszillator des PS-12 ersetzen.

Technische Daten des Pegelmessers — SPM-12

Alle wesentlichen Geräteeigenschaften sind durch garantierte Toleranz- und Grenzwertangaben und nicht durch typische Werte gekennzeichnet. Sie gelten nicht nur bei Auslieferung, sondern mindestens für die gesamte Garantiezeit.
Sofern nicht anders vermerkt, gelten die Daten für die Nenngebrauchsbereiche der Umgebungstemperatur und der Stromversorgung sofort nach dem Einschalten.

Ausführung BN 608/0

Koaxialer Eingang . . . . . Universalbuchse Versacon® 9
auf alle gebräuchlichen Buchsensysteme umrüstbar
Eingangswiderstand, umschaltbar . . . . . 75 Ω und ca. 100 kΩ ‖ 75 pF
Frequenzbereich . . . . . 200 Hz bis 6 MHz[1)]

Zulässige Eingangsspannung (Überlastgrenze)
für 75 Ω . . . . . U_{eff} = 10 V
für hochohmig . . . . . U_s = 42 V

Ausführung BN 608/1

Koaxialer Eingang . . . . . Universalbuchse parallel 3polige TF-Buchse
Eingangswiderstand und Frequenzbereich wie bei Ausführung BN 608/0

Symmetrische Eingänge . . . . . 3polige TF-Buchse
Zulässige Eingangsspannung (Überlastgrenze) . . . . . U_{eff} = 10 V
Zulässige Eingangsgleichspannung bei hochohmigem Eingang . . . . . 42 V

Innenwiderstand, umschaltbar . . . . . 124 Ω, 150 Ω und ca. 8,5 kΩ ‖ 50 mH ‖ 40 pF
Frequenzbereich . . . . . 6 kHz bis 5 MHz[1)]
Betriebs-Unsymmetriedämpfung, 6 kHz bis 2 MHz . . . . . ≧ 46 dB
2 MHz bis 5 MHz[1)] . . . . . ≧ 40 dB

Innenwiderstand, umschaltbar . . . . . 600 Ω und ca. 60 kΩ ‖ 13 H ‖ 300 pF
Frequenzbereich . . . . . 200 Hz bis 20 kHz
Betriebs-Unsymmetriedämpfung . . . . . ≧ 50 dB

Frequenz

Frequenzbereich, selektiv oder breitbandig
Koaxialer Eingang (Z = 75 Ω) . . . . . 200 Hz bis 6 MHz[1)]
Symmetrischer Eingang (Z = 124 Ω, 150 Ω) . . . . . 6 kHz bis 5 MHz[1)]
Symmetrischer Eingang (Z = 600 Ω) . . . . . 200 Hz bis 20 kHz
Ohne 25-Hz-Filter (Option BN 608/50) ändert sich die untere Frequenzgrenze für die selektive Pegelmessung von 200 Hz auf 2 kHz.

Frequenzanzeige mit Zähler, Auflösung umschaltbar, fein . . . . . 10 Hz
grob . . . . . 100 Hz
Fehlergrenzen der Frequenzanzeige des Zählers . . . . . $\pm 5 \cdot 10^{-6} \pm 1$ Digit

Frequenzeinstellung . stetig über Grob-Fein-Getriebe und zusätzliche Feinverstimmung

Synchrone Abstimmung des Pegelsenders PS-12 möglich, ebenso Fremdabstimmung des SPM-12 durch den dekadischen Steueroszillator OD-12 oder den Wobbelzusatz WZ-6

Pegelanzeige

Eichung umstellbar von
Spannungspegel (0 dB ≙ 0,775 V) auf Leistungspegel (0 dBm ≙ 1 mW an Z)

1) bis Serie F: obere Frequenzgrenze 4,5 MHz.

Meßbereiche für Instrumentenanzeige 0 dB

selektiv	−120 bis +20 dB/dBm
breitband	−60 bis +20 dB/dBm
Max. meßbarer Pegel, Eingang 75 Ω	+22 dB (+22 dBm)
Eingang 124 Ω, 150 Ω	+15 dB (+22 dBm)
Eingang 600 Ω	+15 dB (+15 dBm)
Bereichsumschaltung in Stufen von	10 dB
Anzeigebereich am Instrument	−20 bis +2 dB
Eingebauter Anzeigedehner, Auflösung	0,02 dB
Anzeigebereich	−2 bis +0,4 dB
umschaltbar in Stufen von	2 dB

Durch die Gleichrichtercharakteristik ergeben Rausch- und Sinussignale mit gleichem Effektivwert auch gleiche Anzeige

Meßfehler

Fehlergrenzen der Pegelanzeige mit Anzeigedehner nach Eichung bei $R_i = Z = 75\,\Omega$ für Eingangspegel 20 dB über Eigenrauschpegel in der Betriebsart

	selektiv klirrarm	selektiv rauscharm	breitbandig
f = 200 Hz bis 5 MHz, für 0 bis +40 °C	±0,30 dB	±0,35 dB	–
für −10 bis +55 °C	±0,40 dB	±0,40 dB	±0,30 dB
f = 200 Hz bis 6 MHz	±0,45 dB	±0,45 dB	±0,50 dB

Zusätzlicher Fehler der symmetrischen Eingänge

bei $R_i = Z = 124\,\Omega$, 600 Ω	±0,1 dB
bei $R_i = Z = 150\,\Omega$, f = 6 kHz bis 2 MHz	±0,1 dB
f = 6 kHz bis 5 MHz	−0,1/+0,2 dB

Fehlergrenzen für Eingangspegel 0 dB (0 dBm) bei 0 dB Anzeige, selektiv oder breitbandig nach Eichung

bei $R_i = Z =$ 75 Ω, f = 200 Hz bis 5 MHz	±0,2 dB
f = 200 Hz bis 6 MHz	sel. ±0,3 dB, breitb. ±0,4 dB
bei $R_i = Z =$ 124 Ω, f = 6 kHz bis 5 MHz	±0,3 dB
bei $R_i = Z =$ 150 Ω, f = 6 kHz bis 2 MHz	±0,3 dB
f = 2 MHz bis 5 MHz	±0,4 dB
bei $R_i = Z =$ 600 Ω, f = 200 Hz bis 20 kHz	±0,3 dB
Fehlergrenzen der Pegelbereichsumschaltung bei 10 kHz	±0,1 dB

Frequenzabhängigkeit der Pegelanzeige bezogen auf 10 kHz bei +23 °C

	selektiv	breitbandig
bei $R_i = Z =$ 75 Ω, f = 300 Hz bis 5 MHz	±0,07 dB	±0,10 dB
f = 200 Hz bis 300 Hz	±0,07 dB	±0,15 dB
f = 50 Hz bis 200 Hz und Pegel ≧ −60 dB	±0,50 dB	–
f = 5 MHz bis 6 MHz	±0,15 dB	±0,25 dB
bei $R_i = Z =$ 124 Ω, 150 Ω f = 6 kHz bis 2 MHz	±0,10 dB	±0,10 dB
f = 2 MHz bis 5 MHz	±0,20 dB	±0,20 dB
bei $R_i = Z =$ 600 Ω, f = 300 Hz bis 20 kHz	±0,10 dB	±0,10 dB
f = 200 Hz bis 300 Hz	±0,15 dB	±0,15 dB
f = 50 Hz bis 200 Hz und Pegel ≧ −60 dB	±0,50 dB	–

Fehlergrenzen des Anzeigedehners (Skalenteilungsfehler und Fehler der 2-dB-Stufen) bei +23 °C ±0,07 dB

Ohne 25-Hz-Filter (Option BN 608/50) gilt für die Fehlergrenzen eine untere Frequenzgrenze von 2 kHz (statt 200 Hz bzw. 50 Hz).

Selektion

umschaltbar

Bandbreite 1,74 kHz	effektive Rauschbandbreite	1,74 kHz
	3-dB-Bandbreite	1,85 kHz
	Dämpfung im Abstand ≧ 2 kHz von der Abstimmfrequenz	≧ 60 dB
Bandbreite 500 Hz	effektive Rauschbandbreite	500 Hz
	3-dB-Bandbreite	410 Hz
	Dämpfung im Abstand ≧ 2 kHz von der Abstimmfrequenz	≧ 60 dB
Bandbreite 25 Hz	Technische Daten siehe unter Wahlzubehör	

Klirrdämpfung

für k_2 und k_3, Meßart klirrarm, bei einem Summenpegel von ≦ 0 dB (−10 dBm) und 50 dB Empfindlichkeitserhöhung gegenüber Summenpegel

Bandbreite 1,74 kHz,	f = 3 kHz bis 5 MHz [6 MHz]	≧ 80 [70] dB
500 Hz,	f = 2 kHz bis 5 MHz [6 MHz]	≧ 80 [70] dB
25 Hz,	f = 1 kHz bis 5 MHz [6 MHz]	≧ 80 [70] dB
	f = 300 Hz bis 6 MHz	≧ 65 dB

Spiegelwellen- und ZF-Dämpfung, f = 200 Hz bis 5 MHz [6 MHz] . . . ≧ 70 [65] dB

Eigenrauschen

breitbandig, Eingang mit Z abgeschlossen

Eingang 75 Ω	≦ −80 dB (−70 dBm)
Eingang 124 Ω, 150 Ω	≦ −72 dB (−66 dBm)
Eingang 600 Ω	≦ −75 dB (−75 dBm)

selektiv, Bandbreite 25 Hz, Meßart rauscharm, Eingang mit Z abgeschlossen

Eingang 75 Ω,	f ≧ 10 kHz	≦ −140 dB (−130 dBm)
	f ≧ 2 kHz	≦ −135 dB (−125 dBm)
	f ≧ 200 Hz	≦ −115 dB (−105 dBm)
Eingang 124 Ω, 150 Ω,	f ≧ 60 kHz	≦ −135 dB (−129 dBm)
	f ≧ 6 kHz	≦ −130 dB (−124 dBm)
Eingang 600 Ω,	f ≧ 2 kHz	≦ −126 dB (−126 dBm)
	f ≧ 200 Hz	≦ −115 dB (−115 dBm)

Die Pegelwerte erhöhen sich bei Bandbreite 500 Hz um 5 dB, bei Bandbreite 1,74 kHz um 10 dB.

Ausgänge

Wechselspannungsausgang, kurzschlußfest

Ausgangspegel (Leerlauf) für 0 dB Instrumentenanzeige	0 dB
Innenwiderstand	600 Ω
Ausgangsfrequenz, Betriebsart selektiv	10 kHz
breitbandig	wie Eingangssignal

Gleichspannungsausgang, kurzschlußfest

Ausgangs-Leerlaufspannung für Instrumentenvollausschlag	5 V
Innenwiderstand	5 kΩ

Zulässige Umgebungstemperatur

Nenngebrauchsbereich bei Bandbreite 500 Hz und 1,74 kHz	−10 bis +55 °C
bei Bandbreite 25 Hz	+5 bis +40 °C
Grenzbereich für Lagerung und Transport	−40 bis +70 °C

Stromversorgung

Netzbetrieb

Nenngebrauchsbereich der Netzspannung	93,5 bis 141 V/187 bis 262 V
Nenngebauchsbereich der Netzfrequenz	45 bis 66 Hz
Leistungsaufnahme	ca. 17 VA
Schutzklasse nach VDE 0411	I

Betrieb mit externer Batterie

Nenngebrauchsbereich der Gleichspannung	11,5 bis 68 V
Leistungsaufnahme	ca. 12 W

Betrieb mit Batteriezusatz BAZ-3

Abmessungen, Gewicht

Abmessungen (b x h x t) in mm

Pegelmesser SPM-12 ohne Deckel	443 x 199 x 420
mit 2 Deckeln	443 x 199 x 446

geeignet für den Einbau in 19-Zoll-Gestelle nach DIN 41494

Gewicht . . . . . ca. 17 kg

Wahlzubehör (Option)

Zusätzliche 25-Hz-Bandbreite BN 608/50

Frequenzbereich, selektiv	200 Hz bis 6 MHz
3-dB-Bandbreite	25 Hz
Dämpfung im Abstand ≧ 70 Hz von der Abstimmfrequenz	≧ 25 dB
Dämpfung im Abstand ≧ 250 Hz von der Abstimmfrequenz	≧ 60 dB
Nenngebrauchsbereich der Temperatur	+5 bis +40 °C

Betrieb im Temperaturbereich −10 bis +40 °C zulässig

Demodulatorzusatz BN 608/63

Ausgang für Einseitenband-Demodulation, umschaltbar für Regel- oder Kehrlage
Innenwiderstand . . . . . 600 Ω
Ausgangspegel an 600 Ω Last bei 0 dB Instrumentenanzeige . . . . . 0 dB
Ausgangsfrequenz für Bandmitte, umschaltbar . . . . . 1 kHz ± 1 Hz/2 kHz ± 1 Hz

Frequenzrasteinrichtung BN 608/70 und /71

Rastung jeder beliebigen Abstimmfrequenz und Feinabstimmung im gerasteten Zustand
Temperaturverhalten der gerasteten Abstimmfrequenz
typisches Verhalten . . . . . ±0,5 Hz/K ± 3 · 10^{-7}/K
Grenzwert . . . . . ±0,5 Hz/K ± 6 · 10^{-7}/K
Eigenphasenjitter, Meßart rauscharm, Eingangspegel ≧ −70 dB (−60 dBm)
und Anzeige ≧ 0 dB, gemessen am Demodulatorausgang . . . . . ≦0,7 °
FTZ-K-Nummer des SPM-12 mit Frequenzrasteinrichtung 272 181 812

Meßzubehör

Tastkopf TK-12

Frequenzbereich, unsymmetrisch . . . . . 200 Hz bis 18,6 MHz
symmetrisch . . . . . 200 Hz bis 2 MHz
Verstärkung, einstellbar . . . . . 0 dB
Eingangswiderstand, unsymmetrisch bei f = 10 kHz . . . . . ca. 1 MΩ ‖ 15 pF
symmetrisch bei f = 10 kHz . . . . . ca. 1 MΩ ‖ 25 pF
Stromversorgung . . . . . Tastkopf-Netzteil TKN-12

Batteriezusatz BAZ-3

Wiederaufladbare Zellen (5 VR 4 D) . . . . . 3 Stück
Betriebszeit des SPM-12 pro Ladung . . . . . ca. 7 h
Aufladezeit mit eingebautem Ladegerät . . . . . ca. 14 h
Bestückung mit Monozellen (IEC R20) . . . . . 15 Stück
Betriebszeit pro Batteriesatz mit Alkali-Mangan-Zellen . . . . . ca. 8 h
Abmessungen (b x h x t) in mm . . . . . 320 x 121 x 52
Gewicht mit wiederaufladbaren Zellen . . . . . 3 kg

Steueroszillator OD-12

zur dekadischen Frequenzabstimmung . . . . . Technische Daten siehe OD-12

Bestellangaben

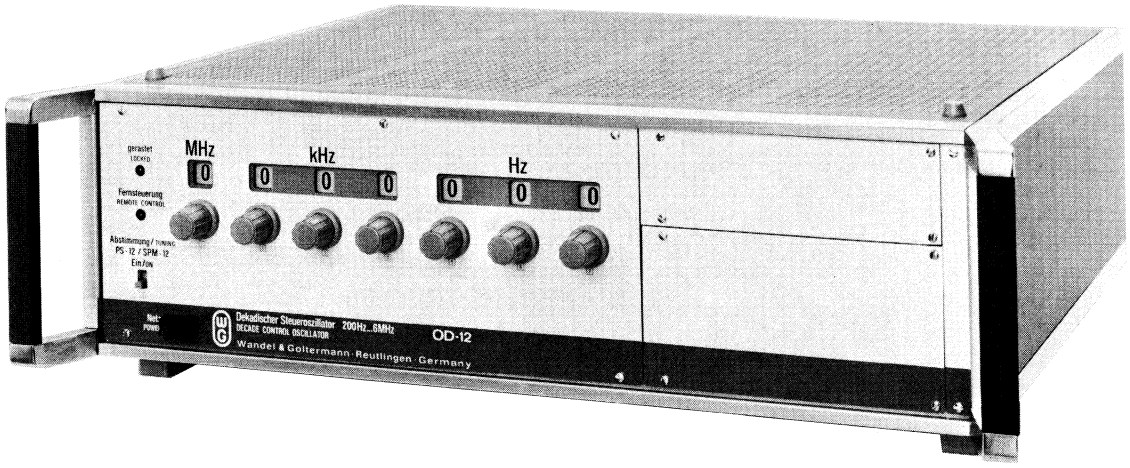
Pegelmesser SPM-12	
Standardausführung mit koaxialem Eingang	BN 608/0
Ausführung mit zusätzlichen symmetrischen Eingängen	BN 608/1
Wahlzubehör (gegen Aufpreis)	
zusätzliche 25-Hz-Bandbreite	BN 608/50
Demodulatorzusatz, Umsetzung auf 1 kHz oder 2 kHz	BN 608/63
Frequenzrasteinrichtung für BN 608/0[2)]	BN 608/70
Frequenzrasteinrichtung für BN 608/1[2)]	BN 608/71
Meßzubehör (gegen Aufpreis)	
Tastkopf TK-12[1)] mit Netzteil TKN-12[1)]	BN 574 und BN 623
Reflexionsdämpfungsmeßzusatz RFZ-12[1)]	BN 810
Unsymmetriedämpfungsmeßzusatz SDZ-12[1)]	BN 811
Batteriezusatz BAZ-3	BN 837
Dekadischer Steueroszillator OD-12	BN 821
Front- und Rückseitendeckel für SPM-12 (1 Satz)	SD 4

1) Technische Daten siehe Datenblatt „Meßzubehör"
2) Zusammen mit Pegelmesser SPM-12 bestellen.

Vorläufiges Datenblatt

OD-12
Dekadischer Steueroszillator

für den Pegelsender PS-12
und den Pegelmesser SPM-12
Frequenzbereich 200 Hz bis 5,999 999 MHz



- **Dekadische Frequenzeinstellung in kleinsten Schritten von 1 Hz**
- **Kontinuierliche Frequenzeinstellung als Option**
- **Fernsteuerung der Frequenz als Option**
- **Festfrequenzeinschub für max. 26 vorprogrammierte Festfrequenzen**
- **Manuelle oder automatische Fortschaltung der Festfrequenzen**
- **Einrichtung zum Sperren einzelner Festfrequenzen**
- **Messungen mit Frequenzversatz**
- **Automatisch ablaufende selektive Streckenmessung an TF-Systemen ohne zusätzliche Synchronisierung**

Anwendung und Eigenschaften

Zahlreiche Meßaufgaben an TF-Systemen und deren Baugruppen erfordern eine genaue und stabile Frequenzeinstellung der verwendeten Pegelmeßgeräte. Der Steueroszillator OD-12 erlaubt die dekadische Frequenzeinstellung des Pegelsenders PS-12 und des Pegelmessers SPM-12 in kleinsten Schritten von 1 Hz. Auf Wunsch kann der Steueroszillator mit einer kontinuierlichen Frequenzabstimmung (Option BN 614/23) ausgerüstet werden. Für den Einsatz des OD-12 in Meßautomaten ist die Fernsteuerkarte BN 614/22 vorgesehen.
Für häufig wiederkehrende Messungen bei festen Frequenzen ist eine Bestückung des Steueroszillators mit dem Festfrequenzeinschub ODF-601 von Vorteil. Über einen Drehschalter lassen sich bis zu 26 vorprogrammierte Festfrequenzen anwählen. Darüber hinaus ist der ODF-601 auf automatischen Durchlauf umschaltbar, wobei auch einzelne Festfrequenzen ausgeblendet werden können.

Messungen mit Frequenzversatz, z. B. bei der Prüfung von Umsetzern, sind durch Parallelbetrieb von 2 Einschüben ODF-601 möglich. Befindet sich an beiden Enden einer TF-Übertragungsstrecke jeweils ein Festfrequenzeinschub, so lassen sich automatisch ablaufende selektive Streckenmessungen ohne zusätzliche Synchronisierung durchführen.

In diesem Fall kann beim Frequenzwechsel der Sendepegel des angeschlossenen Senders (ab Serie K) weich aus- und eingetastet werden. Dadurch werden Störungen durch Frequenz- und Spannungssprünge bei Messungen an in Betrieb befindlichen Übertragungssystemen vermieden.

Vorläufige Technische Daten des Dekadischen Steueroszillators OD-12

Sofern nicht anders vermerkt, gelten die Daten für die Nenngebrauchsbereiche der Umgebungstemperatur, der Netzspannung und Netzfrequenz sowie für den Frequenzbereich 200 Hz bis 6 MHz nach 10 min Anwärmzeit.

Frequenzeinstellung

Dekadische Frequenzeinstellung,
an 7 Stufenschaltern . . . . . 0 bis 5,999 999 MHz
Kleinster Frequenzschritt . . . . . 1 Hz
Fehlergrenzen . . . . . ± 1 Hz $\pm 2 \cdot 10^{-6}$
zusätzlich durch Alterung . . . . . ca. $\pm 1 \cdot 10^{-6}$/Jahr

Kontinuierliche Frequenzeinstellung (Option) bei dekadisch eingestellter Bezugsfrequenz
Feinverstimmung über Trommelskala, 4 Bereiche . . . . . −30 bis +100 Hz/
−0,3 bis +1 kHz/−3 bis +10 kHz/−30 bis +100 kHz
Zusätzlicher Frequenzfehler . . . . . ± 4 % vom Skalenendwert
Feinverstimmung in den gleichen Bereichen durch eine
externe Spannung . . . . . −1,5 V bis +5 V

Fernsteuerung der Frequenz (Option) . . . . 1-2-4-8-BCD-Code, negative TTL-Logik

Einstellgeschwindigkeit, Frequenzfehler nach	20 ms	100 ms	350 ms	500 ms
bei einem Sprung von ≦ 1 MHz	≦ 30 Hz	≦ 15 Hz	≦ 2 Hz	≦ 1 Hz

Festfrequenzeinschub ODF-601

Zahl der vorprogrammierbaren und durch Schalter
wählbaren Festfrequenzen . . . . . max. 26
Frequenzbereich . . . . . 0 bis 5,999 999 MHz

Allgemeine Daten

Zulässige Umgebungstemperatur
Nenngebrauchsbereich . . . . . +5 bis +40 °C
Lagerung und Transport . . . . . −40 bis +70 °C

Netzspannung, Nenngebrauchsbereich . . . . . 110/117/128/220/227/238 V
jeweils −15 bis +10 %
Netzfrequenz, Nenngebrauchsbereich . . . . . 45 bis 66 Hz
Leistungsaufnahme mit Einschub . . . . . ca. 100 VA
Schutzklasse nach VDE 0411 I

Abmessungen (b x h x t) in mm . . . . . 478 x 155 x 407
für Einbau in 19"-Gestell geeignet
Gewicht . . . . . ca. 13 kg

Bestellangaben

Dekadischer Steueroszillator OD-12	BN 821
Auf Wunsch gegen Aufpreis lieferbar:	
Fernsteuerkarte	BN 614/22
Option „Kontinuierliche Frequenzabstimmung"[1]	BN 614/23
Festfrequenzeinschub ODF-601	BN 651
einschließlich Programmier- und Frequenzsperrkarten für 26 Festfrequenzen	
Transportschutzdeckel	DE 2

1) Nachrüstung nur im Werk bzw. ab Serie C durch Servicestellen möglich.

TFPS-42
Pegelsender

für den Frequenzbereich 10 kHz bis 14 MHz



- **Hohe Frequenz- und Pegelgenauigkeit**
- **Geringer Klirrfaktor**
- **Geeichte Frequenz-Feinverstimmung**
- **Ausgangspegel stetig und in Stufen einstellbar**
- **Eingang für Amplitudenmodulation**
- **Fremdsteueranschluß von und zum Pegelmesser TFPM-43**
- **Mit Wobbelzusatz WZ-6 zum Wobbelsender erweiterbar**

Eigenschaften und Anwendung

Der Trägerfrequenz-Pegelsender TFPS-42 ist ein Schwebungssender mit hoher Frequenz- und Pegelgenauigkeit. Sein Frequenzbereich 10 kHz bis 14 MHz umfaßt den Übertragungsbereich der Trägerfrequenz-Koaxial- und Richtfunksysteme. Der Ausgangspegel ist im Bereich −80 dB bis +10 dB (bzw. 0,1 mV bis 2,5 V) sowohl stetig als auch in Stufen einstellbar. Der Ausgangswiderstand des Pegelsenders läßt sich auf die Werte 150, 75, 70, 60, 50 und $\approx 0\ \Omega$ umschalten.

Zur Abgabe symmetrischer Spannungen mit umschaltbaren Innenwiderständen bzw. mit einem Innenwiderstand von 150 Ω sind auf Wunsch die Aufsteckübertrager SÜ-7031 und SÜ-7031/150 lieferbar. Diese Symmetrieübertrager arbeiten im Frequenzbereich 10 kHz bis 600 kHz.

Nicht nur auf dem Sektor der Trägerfrequenz- und Richtfunktechnik, sondern auch auf zahlreichen anderen Gebieten kann das Gerät für eine Vielzahl von Meßaufgaben eingesetzt werden, so z. B. für Messungen an selektiven Netzwerken oder an modulierbaren Systemen; hier erweisen sich die geeichte Frequenz- Feinverstimmung und der sehr lineare AM-Modulationseingang als besonders vorteilhaft. Ein elektronisch geregeltes Netzteil macht Sendefrequenz und Sendepegel von Schwankungen der Netzspannung nahezu unabhängig.

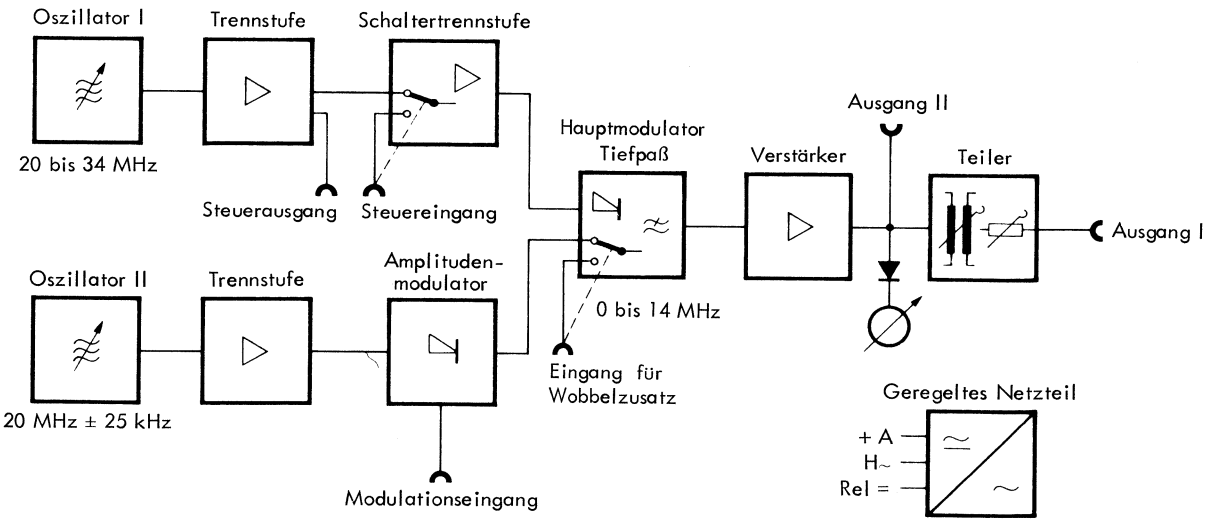
Für Messungen, bei denen zwei Sendespannungen kon-

stanter Frequenzdifferenz notwendig sind, können zwei Pegelsender so gekoppelt werden, daß eine gemeinsame Abstimmung der beiden Geräte bei konstanter, zwischen 0 und 50 kHz wählbarer Frequenzdifferenz erfolgt.
In Verbindung mit dem Pegelmesser TFPM-43 lassen sich Koaxial-Trägerfrequenzsysteme einmessen und überwachen. Die hohe Frequenzkonstanz sowie die geeichte Frequenz-Feinverstimmung der Geräte ermöglichen auch Messungen in den einzelnen Kanälen des Systems.
Da über Steuerleitungen sowohl der Pegelsender TFPS-42 auf die am Pegelmesser TFPM-43 eingestellte Empfangsfrequenz, als auch umgekehrt der Pegelmesser TFPM-43 auf die am Pegelsender eingestellte Sendefrequenz automatisch abgestimmt wird, können auch selektive Messungen rasch und genau durchgeführt werden. Besonders einfach lassen sich z. B. Dämpfungspole von Filtern auffinden und abgleichen. Damit bringt der Einsatz des Meßgerätesatzes TFPS-42/TFPM-43 in Laboratorien und Prüffeldern eine beträchtliche Verkürzung der Meßzeit.

Mit dem Wobbelzusatz WZ-6 läßt sich die Sendefrequenz wobbeln. Damit eignet sich der Pegelsender TFPS-42 für Wobbelmessungen, was besonders beim Abgleich von Trägerfrequenzsystemen von Vorteil ist. Zusammen mit dem Pegelmesser TFPM-43 und einem Sichtgerät entsteht dann ein kompletter Wobbelmeßplatz.

Technische Einzelheiten

Der nach dem Schwebungsprinzip arbeitende Sender enthält zwei LC-Oszillatoren. Die Frequenz des Oszillators I kann mit Hilfe des Bereichsschalters und der Hauptabstimmung um insgesamt 14 MHz, die Frequenz des Oszillators II mittels der Feinverstimmung um ± 25 kHz variiert werden. Die Schwingkreise der beiden Oszillatoren enthalten keramische Kondensatoren und Spulen mit keramischen Spulenträgern und aufgedampfter Silberwicklung. Durch diese und weitere Maßnahmen, wie identischen Aufbau der Oszillatoren und starke Entkopplung der Oszillatorröhren von den Schwingkreisen, wird eine von Alterung und Temperatur weitgehend unabhängige, hohe Frequenzkonstanz erreicht.
Im Hauptmodulator erfolgt die Mischung der beiden Oszillatorfrequenzen. Ein nachgeschalteter Tiefpaß trennt die Differenzfrequenz von der unerwünschten Summenfrequenz und den Kombinationsfrequenzen. Über Verstärker und Teiler gelangt die Sendespannung zum Ausgang I. Am Ausgang II steht die ungeteilte Verstärkerausgangsspannung zur Verfügung. Ein Anzeigegleichrichter mißt ihren arithmetischen Mittelwert. Die Skala des Anzeigeinstruments ist in Effektivwerten geeicht.
Über den Amplitudenmodulator läßt sich mit Hilfe einer externen Spannungsquelle die Sendespannungsamplitude mit Frequenzen von 0 bis 100 kHz modulieren.
Ferner ist eine Buchse für den Anschluß von Fremdoszillatoren, z. B. eines Wobbeloszillators, vorgesehen. Die Buchsen »Steuereingang« oder »Steuerausgang« am Eingang der Schaltertrennstufe dienen zur Zuführung oder Entnahme der Steuerspannung für die synchrone Abstimmung des TFPS-42 mit anderen Geräten. Über den Steuereingang kann die Sendespannung auch durch eine von außen zugeführte Steuerspannung in Teilbändern oder über ihren ganzen Frequenzbereich gewobbelt werden.



Vereinfachtes Blockschaltbild des Pegelsenders TFPS-42

Technische Daten des Pegelsenders — TFPS-42

Alle wesentlichen Geräteeigenschaften sind durch garantierte Toleranz- und Grenzwertangaben und nicht durch typische Werte gekennzeichnet. Sie gelten nicht nur bei Auslieferung, sondern mindestens für die gesamte Garantiezeit.

Sofern nicht anders vermerkt, gelten die Daten für Nennspannung, 20° C Umgebungstemperatur und 15 min Einbrennzeit.

Frequenz

Frequenzbereich	10 kHz bis 14 MHz
6 Teilbereiche	10 kHz bis 1,28 MHz; 1,28 bis 2,8 MHz; 2,8 bis 4,7 MHz; 4,7 bis 7 MHz; 7 bis 10 MHz; 10 bis 14 MHz
Feinverstimmung, geeicht	± 25 kHz
Frequenzfehler der Haupteinstellung nach 2 h Einbrennzeit	≦ 0,2% ± 3 kHz
Frequenzfehler der Feinverstimmung nach 2 h Einbrennzeit	≦ 200 Hz
Frequenzwanderung nach 2 h Einbrennzeit	$\leqq 1 \cdot 10^{-4}$ / h ± 500 Hz/h

Innenwiderstand

umschaltbar	150, 75, 70, 60, 50, ≈ 0 Ω

Ausgangspegel

für $R_i = 0$ und $R_i = R_a \geqq 50$ Ω bei Anzeige 0 dB	−60, −50, ..., +10 dB
Ausgangsspannung für $R_i = 0$ und $R_i = R_a \geqq 50$ Ω	0,8; 2,5; 8 mV; ...; 2,5 V
Kleinster einstellbarer Pegel	−80 dB
Fehler des Ausgangspegels bei 100 kHz und $R_i = R_a = 75$ Ω im Bereich +10 dB	≦ 2% v. E.
Teilerfehler bei 100 kHz und $R_i = R_a = 75$ Ω	≦ 0,1 dB
Frequenzgangfehler bezogen auf 100 kHz und bei $R_i = R_a = 75$ Ω	≦ 0,2 dB
Frequenzgang der Pegelanzeige bei unveränderter Pegel-Feineinstellung und $R_a = 50 ... 150$ Ω (Bezugsfrequenz 100 kHz)	
10 kHz bis 5 MHz	≦ 0,5 dB
bei 14 MHz	ca. 1 dB

Klirrdämpfung

(a_{k2} oder a_{k3}) bei +10 dB und $R_i = R_a = 75$ Ω	
10 kHz bis 2 MHz	≧ 43 dB
bei 14 MHz	ca. 35 dB

Amplitudenmodulation

Amplitudenmodulation	0 bis 100%
Frequenzbereich	0 bis 100 kHz
Frequenzgangfehler für Modulationsfrequenzen f_m von 0 bis 20 kHz	≦ 0,1 dB
Spannungsbedarf U_{eff} je Prozent AM an 300 Ω	ca. 26 mV
Klirrfaktor bei m ≦ 30%, $f_m \leqq 20$ kHz und Ausgangspegel ≦ +5 dB	≦ 1%
Netzspannungsabhängigkeit	
Frequenzänderung bei ± 10% Netzspannungsänderung	$1 \cdot 10^{-5}$ ± 50 Hz
Pegeländerung bei ± 10% Netzspannungsänderung	≦ 0,5 dB
Temperaturabhängigkeit im Bereich 0° C bis +40° C	
Frequenzänderung	$1 \cdot 10^{-4}$/°C ± 500 Hz/°C
Pegeländerung	≦ 0,01 dB/ °C

Allgemeine Daten

Netzanschluß	
Netzspannungen und Netzfrequenz 220 V −10%/+15%	50 Hz
115 V ± 10%	60 Hz
110 V ± 10%	50 Hz
Leistungsaufnahme	ca. 190 VA
Abmessungen, b x h x t in mm	
Gehäusegröße	540 x 365 x 220
Gerät über alles	565 x 381 x 278
Gerät ohne Gehäuse	520 x 338 x 210
Gewicht	33 kg

Meßzubehör

Symmetrieübertrager SÜ-7031

Frequenzbereich	10 bis 600 kHz
Unsymmetriedämpfung	≧ 43 dB
Innenwiderstände, umschaltbar symmetrisch	150, 75, 60, 50, ≈ 0 Ω
Abmessungen, b x h x t in mm	40 x 70 x 135

Symmetrieübertrager SÜ-7031/150

Frequenzbereich	10 kHz bis 600 kHz
Übersetzungsverhältnis	1 : 1
Max. Dämpfung bei 20 kHz	± 0,1 dB
Fehlergrenzen des Frequenzgangs bezogen auf 20 kHz	± 0,1 dB
Unsymmetriedämpfung	> 40 dB
Innenwiderstand der Ausgangsseite bei Anschluß an einen Sender mit R_i = 75 Ω	150 Ω
Anschlüsse Eingang, koaxial	4/13-Stecker
Ausgang, symmetrisch	3polige TF-Buchse
FTZ-K-Nummer	279 094 120

Bestellangaben

Pegelsender TFPS-42	BN 84/1
Meßzubehör (gegen Aufpreis)	
Symmetrieübertrager SÜ-7031	BN 84/6
Symmetrieübertrager SÜ-7031/150	BN 7031

TFPM-43
Selektiver Pegelmesser

für Spannungs- und Pegelmessungen
im Frequenzbereich 10 kHz bis 14 MHz



- **Hohe Frequenzgenauigkeit und -konstanz**
- **Geeichte Frequenzfeinverstimmung**
- **Hohe Eingangsempfindlichkeit**
- **Gute Eigenklirr- und Spiegelwellendämpfung**
- **Umschaltbare Empfangsbandbreite**
- **Fremdsteueranschluß von und zum Pegelsender TFPS-42**

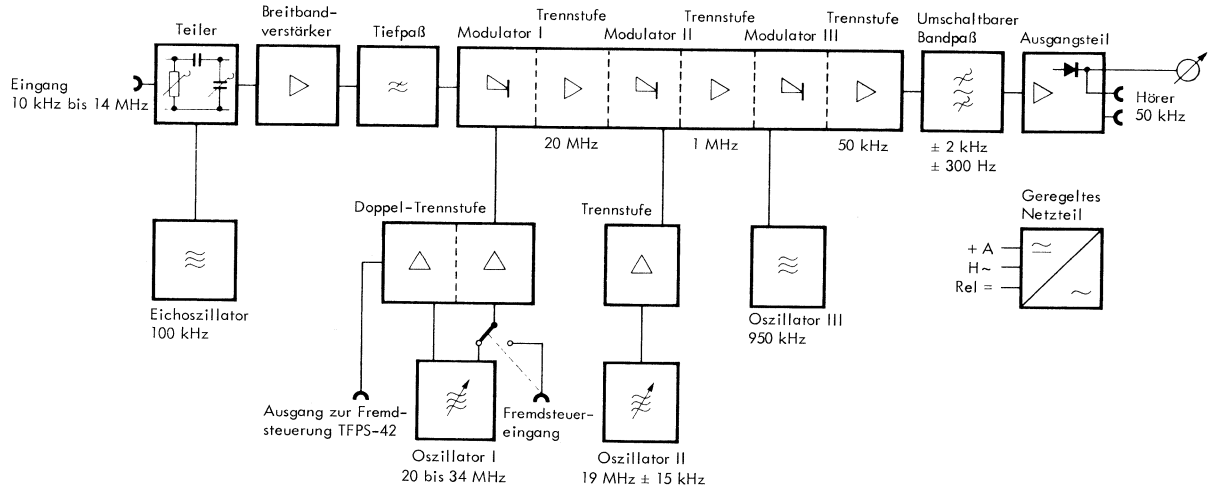
Anwendung und Eigenschaften

Der Pegelmesser TFPM-43 ist ein sehr empfindliches, selektives Röhrenvoltmeter, das im Frequenzbereich 10 kHz bis 14 MHz eingesetzt werden kann. Mit dem Gerät lassen sich Spannungspegel von −111 bis +20 dB (bzw. 2 µV bis 8 V) messen. Dabei beträgt die Mindestdämpfung in Abständen von mehr als 9 kHz (oder 3 kHz im schmalbandigen Betrieb) von der Bandmitte 60 dB. Der Eingangswiderstand des Pegelmessers ist auf die Werte 50, 60, 70, 75 und 150 Ω sowie $1/\omega C_e$ umschaltbar. Zur kapazitätsarmen und hochohmigen Abnahme des Meßsignals ist auf Wunsch der Tastkopf TK-9 lieferbar.
Wegen seiner hohen Klirr- und Spiegelwellendämpfung eignet sich das Gerät nicht nur als hochempfindlicher Spannungsmesser, sondern auch als Analysator von Frequenzspektren bzw. als Klirranalysator. Durch Ausmessen kleinster Teilspannungen, z. B. Oberschwingungen, Kombinationsschwingungen oder Modulations-Seitenbandschwingungen, lassen sich die Eigenschaften von Verstärkern, Sendern, Modulatoren und anderen Schaltungen ermitteln. Ein elektronisch geregeltes Netzteil macht die Meßgenauigkeit nahezu unabhängig von Schwankungen der Netzspannung. In Verbindung mit dem Pegelsender TFPS-42 können Koaxial-Trägerfrequenzsysteme eingemessen und überwacht werden. Die hohe Frequenzkonstanz sowie die geeichte Frequenzfeinverstimmung der Geräte ermöglichen auch Messungen in den einzelnen Kanälen des Systems.

Da über Steuerleitungen sowohl der Pegelsender TFPS-42 auf die am Pegelmesser TFPM-43 eingestellte Empfangsfrequenz, als auch umgekehrt der Pegelmesser auf die am Pegelsender eingestellte Sendefrequenz automatisch abgestimmt wird, können selektive Messungen rasch und genau durchgeführt werden. Besonders einfach lassen sich beispielsweise Dämpfungspole von Filtern auffinden und abgleichen. Damit bringt der Einsatz des Meßgerätesatzes TFPS-42/TFPM-43 in Laboratorien und Prüffeldern eine beträchtliche Verkürzung der Meßzeit.
Der Pegelmesser läßt sich auch zum wobbelbaren Panorama-Empfänger erweitern, indem am Fremdsteuereingang des TFPM-43 eine gewobbelte Oszillatorspannung (z. B. vom Wobbelzusatz WZ-6) zugeführt wird.

Technische Einzelheiten

Der nach dem Überlagerungsprinzip arbeitende Pegelmesser besitzt an seinem Eingang 2 kapazitive Spannungsteiler. Bei eingeschaltetem Grobteiler reduziert sich die Eingangskapazität von 40 pF auf 15 pF. Durch schaltbare Abschlußwiderstände kann das Gerät an die Wellenwiderstände aller gebräuchlichen TF-Systeme angepaßt werden. Das nachstehende Blockschaltbild zeigt vereinfacht den Aufbau des Pegelmessers TFPM-43.
Dem Eingangsteiler folgt ein sehr linearer Breitbandverstärker. Er ermöglicht den hohen Eingangswiderstand des Geräts und verhindert zusammen mit dem nachfolgenden Tiefpaß, daß Oszillatorspannungen über den Empfängereingang Störeinflüsse auf den Prüfling ausüben. Der Tiefpaß sperrt außerdem alle Frequenzen oberhalb des Empfangsbandes, insbesondere im Spiegelwellenbereich.
Die Empfangsfrequenzen werden im Modulator I mit Hilfe der Frequenz des Oszillators I auf die 1. Zwischenfrequenz von 20 MHz umgesetzt. Dieser Steueroszillator ist in 6 Teilbereichen stetig verstimmbar; die Oszillatorskala ist direkt in Empfangsfrequenzen geeicht. Im Modulator II erfolgt die Umsetzung auf die 2. ZF von 1 MHz mittels Oszillator II, dessen Frequenz um ± 15 kHz feinverstimmbar ist. Nach einer dritten Umsetzung auf 50 kHz wird die in den Daten angegebene Selektion mit einem Bandpaß erreicht, dessen Durchlaßbreite von ± 2 kHz auf ± 300 Hz umschaltbar ist. Die 50-kHz-Spannung wird nach entsprechender Verstärkung und Gleichrichtung zur Anzeige gebracht. Überdies steht die gleichgerichtete Spannung zum Anschluß z. B. eines Sichtgeräts bei Wobbelmessungen zur Verfügung. Die Oszillatoren enthalten temperaturkompensierte Schwingkreise, die eine von Alterung und Temperatur weitgehend unabhängige Frequenzkonstanz aufweisen. Ein eingebauter Eichoszillator mit Kaltleiter-Stabilisierung erlaubt eine sehr genaue Absolutpegeleichung des Geräts.
Zwei Fremdsteuerbuchsen dienen zur Zuführung oder Entnahme der Steuerspannung für die synchrone Abstimmung des TFPM-43 mit anderen Geräten. Über den Fremdsteuereingang kann die Empfangsfrequenz auch durch eine von außen zugeführte Steuerspannung in Teilbändern oder über ihren ganzen Frequenzbereich gewobbelt werden.



Vereinfachtes Blockschaltbild des selektiven Spannungs- und Pegelmessers TFPM-43

Technische Daten des Pegelmessers — TFPM-43

Alle wesentlichen Geräteeigenschaften sind durch garantierte Toleranz- und Grenzwertangaben und nicht durch typische Werte gekennzeichnet. Sie gelten nicht nur bei Auslieferung, sondern mindestens für die gesamte Garantiezeit.

Sofern nicht anders vermerkt, gelten die Daten für Nennspannung und 20° C Umgebungstemperatur.

Frequenz

Frequenzbereich . . . . . 10 kHz bis 14 MHz

6 Teilbereiche . . . . . 10 kHz bis 1,28 MHz; 1,28 bis 2,8 MHz; 2,8 bis 4,7 MHz; 4,7 bis 7 MHz; 7 bis 10 MHz; 10 bis 14 MHz

Feinverstimmung, geeicht . . . . . ± 15 kHz
Frequenzfehler nach 2 h Einbrennzeit . . . . . ≦ 0,2 % ± 3 kHz
Frequenzwanderung nach 2 h Einbrennzeit . . . . . ≦ $2 \cdot 10^{-4}$ ± 500 Hz/h

Meßbereiche

bei Anzeige 0 dB . . . . . −86, −80, −70, ..., +20 dB (40, 80, 250 µV, ..., 8 V)
Ablesebereich am Instrument . . . . . −25 bis 0 dB (0,2 bis 8 V/0,05 bis 2,5 V)

Meßfehler
bei 100 kHz nach erfolgter Eichung, für Anzeige 0 dB . . . . . ≦ 0,3 dB
Frequenzgang der Anzeige bezogen auf 100 kHz für $R_i = Z$ . . . . . ≦ 0,3 dB
Teilungsfehler der Instrumentenskala . . . . . ≦ 1,5% v.E.

Eingangswiderstand

umschaltbar . . . . . 50, 60, 70, 75, 150 Ω und $1/\omega C_e$

Eingangskapazität in Stellung $1/\omega C_e$
für Meßbereiche +20 bis −36 dB . . . . . 15 pF
für Meßbereiche −30 bis −86 dB . . . . . 40 pF

Selektion

Durchlaßbereich breitband $\Delta f = \pm 2$ kHz . . . . . $\Delta a \leqq 3$ dB
schmalband $\Delta f = \pm 300$ Hz . . . . . $\Delta a \leqq 3$ dB

Sperrbereich breitband $\Delta f \geqq \pm 9$ kHz . . . . . $\Delta a \geqq 60$ dB
schmalband $\Delta f \geqq \pm 3$ kHz . . . . . $\Delta a \geqq 60$ dB

Spiegelwellendämpfung
Empfangsfrequenz +2 MHz (oder +100 kHz) . . . . . ≧ 78 dB
Empfangsfrequenz +40 MHz . . . . . ≧ 60 dB
ZF-Dämpfung (20 MHz) . . . . . ≧ 78 dB

Eigenklirrdämpfung für k_2 und k_3
bei 50 dB Empfindlichkeitserhöhung gegenüber dem Grundschwingungspegel . . . . . ≧ 70 dB

Max. Störausschlag bei offenem Eingang und größter Empfindlichkeit für f ≧ 30 kHz, breitband (schmalband) . . . . −110 dB (−120 dB)

Ausgang, erdfrei Gleichspannung für Vollausschlag und $R_L \geqq 1$ MΩ . . . . . ca. 2,5 V

ZF-Spannung 50 kHz für Anzeige 0 dB und $R_L \geqq 150$ Ω . . . . . ca. −13,5 dB

Netzspannungsabhängigkeit
Anzeigeänderung bei ± 10% Netzspannungsänderung ohne Nacheichen . . . ≦ 0,1 dB
Frequenzänderung bei ± 10% Netzspannungsänderung . . . . ≦ $2 \cdot 10^{-5}$ ± 60 Hz

Temperaturabhängigkeit nach 30 min Einbrennzeit
Anzeigeänderung im Bereich 0 °C bis +40 °C ohne Nacheichen . . . . ≦ 0,1 dB/ °C
Frequenzänderung im Bereich 0 °C bis +40 °C . . . . . etwa 200 Hz/ °C

Allgemeine Daten

Netzanschluß
Netzspannungen und Netzfrequenz 220 V −10%/+15% . . . . . 50 Hz
115 V ± 10% . . . . . 60 Hz
110 V ± 10% . . . . . 50 Hz
Leistungsaufnahme . . . . . ca. 155 VA

Abmessungen, b x h x t in mm
Gehäusegröße . . . . . 540 x 365 x 220
Gerät über alles . . . . . 565 x 381 x 278
Gerät ohne Gehäuse . . . . . 520 x 338 x 215

Gewicht . . . . . 34 kg

FTZ-K-Nummer 272 181 803

Meßzubehör

Tastkopf TK-9

passiver Tastkopf
Sofern nicht anders vermerkt, gelten die Werte für 20 °C Umgebungstemperatur

Frequenzbereich . . . . . 50 kHz bis 18,6 MHz
Dämpfung im Frequenzbereich 50 kHz bis 13 MHz . . . . . 20 dB ± 0,1 dB
Eingangswiderstand . . . . . ca. 5 kΩ ‖ 17 pF
Zulässige Umgebungstemperatur . . . . . −10 bis +50 °C

Anschluß . . . . Universalbuchse Versacon® 9 für alle gebräuchlichen Steckereinsätze bzw. Tastspitze

Symmetrieübertrager SÜ-7032

zur Messung symmetrischer Spannungen

Frequenzbereich . . . . . 10 bis 600 kHz
Einfügungsdämpfung . . . . . 10 dB
Unsymmetriedämpfung . . . . . ≧ 60 dB

Eingangswiderstand, umschaltbar . . . . . 50, 60, 75, 150 Ω und ≧ 10 kΩ
Anschluß, symmetrisch . . . . . 3polige TF-Buchse

Abmessungen, b x h x t in mm . . . . . 67 x 55 x 90
Gewicht . . . . . 400 g

Bestellangaben

Selektiver Pegelmesser TFPM-43	BN 86/1
Meßzubehör (gegen Aufpreis)	
Tastkopf TK-9	BN 265
Symmetrieübertrager SÜ-7032	BN 86/6

PS-6
Pegelsender

Frequenzbereich: koaxial 6 kHz bis 18,6 MHz
symmetrisch 6 kHz bis 620 kHz (2 MHz)



- **Spannungs- und Leistungspegel**
- **Hohe Pegelgenauigkeit**
- **Hohe Frequenzgenauigkeit durch quarzgenaue 1-MHz-Schritte und Vergleich mit quarzgenauem 10-kHz-Raster**
- **Kleiner Klirrfaktor**
- **Fremdabstimmung vom selektiven Pegelmesser SPM-6 oder SPM-60 möglich**
- **Mit Wobbelzusatz WZ-6 oder WZ-61 zum Wobbelsender erweiterbar**
- **Eingang für Amplitudenmodulation**
- **Netz- und Batteriebetrieb**

Anwendung und Eigenschaften

Der Pegelsender PS-6 zeichnet sich durch seine hohe Pegelgenauigkeit und leichte Bedienbarkeit aus. Er entspricht den Anforderungen für Messungen an modernen breitbandigen Nachrichtensystemen. Darüber hinaus läßt seine Netzunabhängigkeit auch Messungen in ferngespeisten Verstärkerstationen zu. Der Frequenzbereich des PS-6 am koaxialen Ausgang erstreckt sich von 6 kHz bis 18,6 MHz, am symmetrischen Ausgang von 6 kHz bis 620 kHz, mit eingeschränkter Genauigkeit bis 2 MHz. Damit ist das Gerät insbesondere auch für die Meßtechnik der Kleinkoaxialsysteme geeignet und berücksichtigt zukunftssicher die geplanten Ausbaustufen dieser modernen Übertragungseinrichtungen.

Der Ausgangspegel des Geräts ist in 2-dB-Stufen umschaltbar, so daß sich eine gute Pegelauflösung ergibt. Die Umschaltung erfolgt mit nur einem Schalter. Dabei wird der eingestellte Pegelbereich in einem Fenster auf der Frontplatte eindeutig angezeigt. Außerdem ist mit Hilfe eines zehngängigen Potentiometers die stetige Veränderung des Ausgangspegels bis zu 2 dB bzw. 20 dB je nach Anzeigebereich möglich.
Die Anzeige des stetig verstellbaren Pegels erfolgt an einem Instrument mit umschaltbarem Skalenbereich von wahlweise 2 oder 20 dB. Durch die Dehnung des 2-dB-Bereichs über die ganze Instrumentenskala ist ein sehr genaues Ein-

stellen des Ausgangspegels gewährleistet. Beliebige Pegel zwischen −78 und 0 dB (−72 und +6 dBm) lassen sich mit einem Fehler von weniger als 0,3 dB einstellen.

Als weiterer Vorzug des Geräts ist die genau einstellbare Frequenz hervorzuheben. Die Grobeinstellung der Frequenz wird mit einem Schalter in quarzgenauen 1-MHz-Schritten vorgenommen; zur Feineinstellung dient ein durchstimmbarer Interpolationsoszillator, der mit einem quarzgenauen 10-kHz-Raster kontrolliert werden kann. Die Anzeige der an beiden Bedienungselementen eingestellten Frequenz erfolgt durch ein 5stelliges Zählwerk; mit dieser digitalen Anzeige ist eine einfache und eindeutige Ablesung gewährleistet. Die letzte kontinuierlich angetriebene Zählwerksrolle hat zwischen den kHz-Ziffern noch eine 200-Hz-Strichteilung, so daß die kleinste ablesbare Frequenzdifferenz etwa 100 Hz beträgt. Beliebige Frequenzen sind mit einem Absolutfehler von weniger als ± 500 Hz einstellbar.

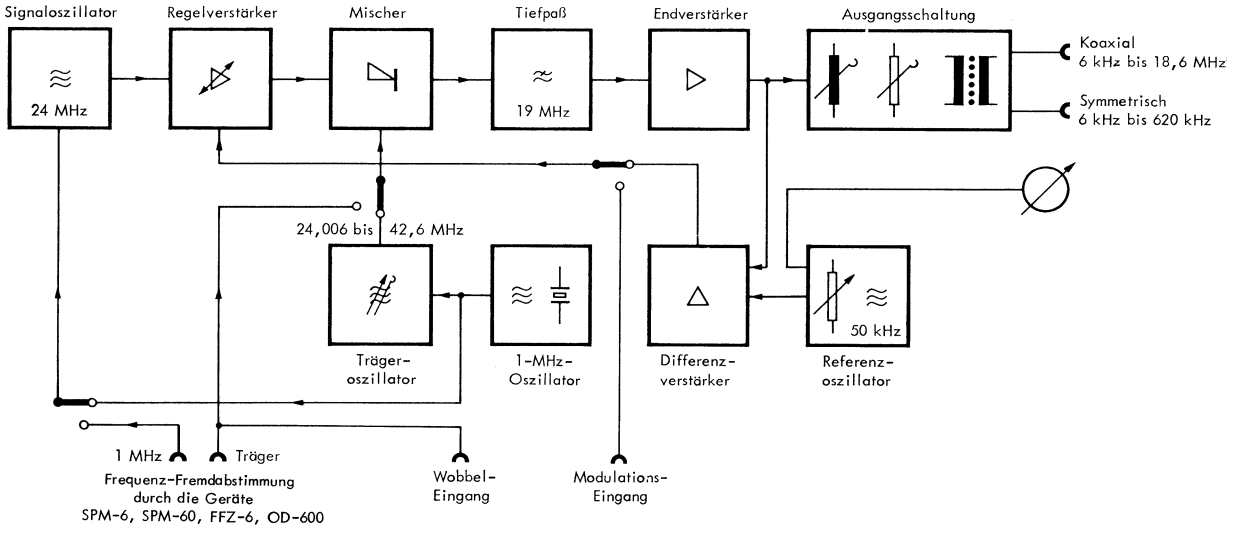
Auf Wunsch kann der Pegelsender zusätzlich so ausgerüstet werden, daß eine Einstellung auf bis zu 3 quarzgenaue Festfrequenzen möglich ist. Wird ein Festfrequenzzusatz FFZ-6 an den Pegelsender angeschlossen, so erhöht sich die Zahl der wählbaren Festfrequenzen um 18 bzw. um 36 bei Benützung von zwei Geräten FFZ-6. Die Gerätekombination PS-6/FFZ-6 ist daher für häufig wiederkehrende Messungen bei bestimmten Frequenzen besonders geeignet, so z. B. im Rahmen der Prüffeldarbeit. Aber auch beim Messen an Trägerfrequenzsystemen bietet der Festfrequenzzusatz Vorteile, wenn er beispielsweise mit den genormten Frequenzen der CCITT-Leitungspilote ausgestattet ist.

Der Steueroszillator OD-600 erlaubt die dekadische Einstellung der Sendefrequenz in kleinsten Schritten von 1 Hz. Für häufig wiederkehrende Messungen bei festen Frequenzen ist eine Bestückung des OD-600 mit dem Festfrequenzeinschub ODF-601 von Vorteil. Über einen Drehschalter lassen sich bis zu 26 vorprogrammierte Festfrequenzen anwählen. Darüber hinaus ist der ODF-601 auf automatischen Durchlauf umschaltbar, wobei einzelne Frequenzen ausgeblendet werden können. Mit der Fernsteuerkarte BN 614/22 ist eine Fernsteuerung der Frequenz, z. B. für den Einsatz des PS-6 in Meßautomaten, möglich.

Der Pegelsender PS-6 läßt sich mit dem Pegelmesser SPM-6 zu einem vollständigen Pegelmeßplatz ergänzen. Auf diese Weise sind selektive Pegel-, Dämpfungs- und Verstärkungsmessungen durchführbar. Werden Sender und Empfänger am gleichen Ort benutzt, so kann die Frequenz durch eine Hilfsverbindung zwischen den beiden Geräten synchron vom Empfänger aus abgestimmt werden, was die Bedienung besonders vereinfacht.

Durch Hinzufügen eines Wobbelzusatzes läßt sich die Ausgangsspannung des Pegelsenders PS-6 in ihrer Frequenz wobbeln. Damit ist der Pegelsender für Wobbelmessungen einsetzbar und erleichtert dadurch den Abgleich und die Streckenentzerrung von TF-Systemen. Mit dem Wobbelzusatz WZ-6 stehen 4 voreingestellte Wobbelbereiche zur Verfügung, die über Drucktasten anwählbar sind und die den Frequenzbereichen der einzumessenden Übertragungssysteme entsprechen können. Es besteht aber auch die Möglichkeit, am Gerät WZ-6 eine beliebige Mittenfrequenz und Wobbelhübe zwischen ± 400 Hz und ± 10 MHz einzustellen. Beim Wobbelzusatz WZ-61 sind die Wobbelgrenzen unabhängig voneinander dekadisch in kleinsten Schritten von 100 Hz einstellbar. Die Abkenkzeiten lassen sich der geforderten Meßaufgabe optimal anpassen.

Die Sendespannung kann über einen Modulationseingang mit Frequenzen zwischen 0 und 100 kHz amplitudenmoduliert werden.



Vereinfachtes Blockschaltbild des Pegelsenders PS-6

Technische Einzelheiten

Der Pegelsender PS-6 arbeitet nach dem Überlagerungsprinzip. Dabei ergibt sich die Sendefrequenz als Differenz aus der Signalfrequenz 24 MHz und der im Bereich 24,006 bis 42,6 MHz veränderbaren Trägerfrequenz. Das im Mischer entstehende Differenzsignal wird von einem Tiefpaß ausgefiltert und steht verstärkt an den Senderausgängen zur Verfügung.
Ein Regelverstärker sorgt dafür, daß der Ausgangspegel unabhängig von der eingestellten Sendefrequenz konstant bleibt. Die Regelspannung wird in einem Differenzverstärker durch Vergleichen der Sendespannung mit einer 50-kHz-Referenzspannung gewonnen. Eine Änderung dieser Referenzspannung ermöglicht die kontinuierliche Verstellung des Sendepegels. Die gleichgerichtete Referenzspannung dient darüber hinaus zur Pegelanzeige am Instrument.
Über den Modulationseingang, der direkt auf den Regelverstärker führt, läßt sich der Ausgangspegel durch eine externe Spannung regeln oder in seiner Amplitude modulieren.
Arbeitet der Pegelsender mit dem selektiven Pegelmesser SPM-6 in synchroner Frequenzeinstellung zusammen, so werden der durchstimmbare Trägeroszillator und der 1-MHz-Oszillator des PS-6 durch die gleichen Oszillatoren des SPM-6 ersetzt.
Mit Hilfe des Festfrequenzzusatzes FFZ-6 läßt sich die Zahl der vorhandenen quarzgenauen Festfrequenzen im Trägeroszillator des PS-6 um maximal 18 erhöhen. Beim Frequenzwechsel wird der Sendepegel ausgetastet, so daß bei Messungen an im Betrieb befindlichen Systemen keine Störungen auftreten. Die Stromversorgung des Zusatzgeräts FFZ-6 erfolgt vom Sender PS-6 aus.
Beim Betrieb als Wobbelsender ersetzt der angeschlossene Wobbelzusatz den Trägeroszillator des Pegelsenders. Durch Zurückführen der Sendefrequenz auf den Wobbelzusatz entsteht ein geschlossener Regelkreis. Auf diese Weise ergibt sich eine hohe Genauigkeit der eingestellten Wobbelbereiche.
Der Pegelsender PS-6 kann aus dem Wechselstromnetz oder aus der eingebauten Ni-Cd-Batterie betrieben werden. Bei Netzbetrieb ist die Batterie nicht erforderlich, kann jedoch im Gerät bleiben (Pufferbetrieb).
Bei Batteriebetrieb erfolgt die Kontrolle der Batteriespannung am Anzeigeinstrument. Die Betriebsdauer bei voll aufgeladener Batterie beträgt ca. 5 Stunden. Zur Vermeidung von Fehlmessungen und zum Schutz der Batterie schaltet ein Tiefentladungsschutz das Gerät bei zu niedriger Batteriespannung automatisch ab.
Die Ausrüstung mit der Universalbuchse Versacon® 9 an den koaxialen Ausgängen läßt – nach Auswechseln des Anschlußstückes – die Verwendung aller gängigen Stecker zu.
Das Gerät ist als Tischgerät oder als Einschub für 19-Zoll-Gestelle lieferbar.



**Pegelmeßplatz PS-6/SPM-6
mit Festfrequenzzusatz FFZ-6**

Technische Daten des Pegelsenders

PS-6

Alle wesentlichen Geräteeigenschaften sind durch garantierte Toleranz- und Grenzwertangaben und nicht durch typische Werte gekennzeichnet. Sie gelten nicht nur bei Auslieferung, sondern mindestens für die gesamte Garantiezeit.

Sofern nicht anders vermerkt, gelten die Daten für den zulässigen Bereich der Netzspannung bzw. für den zulässigen Ladezustand der Batterie und für den Gebrauchsnennbereich der Umgebungstemperatur sofort nach dem Einschalten.

Frequenzbereich

koaxiale Ausgänge . . . . . 6 kHz bis 18,6 MHz
symmetrischer Ausgang . . . . . 6 kHz bis 620 kHz

Frequenzeinstellung
grob . . . . . in Schritten von 1 MHz
fein . . . . . stetige Interpolation der 1-MHz-Schritte
fest . . . . . max. 3 Festfrequenzen

Frequenzanzeige . . . . . durch Zählwerk

Teilstrichabstand der letzten Ziffernrolle . . . . . 200 Hz

Fehlergrenzen bei + 20° C
für Frequenzen n · 10 kHz (n = 1, 2, . . .) und Festfrequenzen . . $\pm 3 \cdot 10^{-6} \pm 30$ Hz
für beliebige Frequenzen nach Eichung bei der nächstliegenden 10-kHz-Marke $\pm$ 500 Hz

Mittlerer Temperaturkoeffizient
im Betriebsgrenzbereich der Umgebungstemperatur bezogen auf + 20° C
für Frequenzen n · 10 kHz (n = 1, 2 . . .; 10-kHz-Raster) . . . . . $\pm 3 \cdot 10^{-7}$ / °C
für Festfrequenzen . . . . . $\pm 3 \cdot 10^{-7}$ / °C $\pm$ 3 Hz / °C
für beliebige Frequenzen
ohne Nacheichung bei einer benachbarten 10-kHz-Marke . . . . . $\pm$ 100 Hz / °C

Sendepegel

umschaltbar auf Spannungspegel (0 dB ≙ 0,775 V) oder
Leistungspegel für alle Innenwiderstandswerte (0 dBm ≙ 1 mW an Z)

Sendepegel bei 0-dB-Instrumentenanzeige . . . . . − 78, − 76, . . ., 0 dB
− 72, − 70, . . ., + 6 dBm

Instrumentenskala
Anzeige ungedehnt . . . . . − 20 bis + 1 dB
Anzeige gedehnt . . . . . − 2,2 bis + 0,3 dB

Fehlergrenzen des Sendepegels
im Bereich 0 dB (+6 dBm) bei 0 dB Anzeige und +20 °C Umgebungetemperatur

koaxialer Ausgang
$R_i = R_a = 50\ \Omega$ . . . 75 Ω und $R_i = 0$, $R_a = 75\ \Omega$ f = 20 kHz bis 6 MHz . . . . $\pm$ 0,15 dB
$R_i = R_a = 50\ \Omega$ . . . 75 Ω f = 6 kHz bis 18,6 MHz . . . $\pm$ 0,20 dB

symmetrischer Ausgang
$R_i = R_a = 124\ \Omega$ . . . 150 Ω f = 6 kHz bis 620 kHz . . . . $\pm$ 0,15 dB
$R_i = 0$, $R_a = 150\ \Omega$ f = 6 kHz bis 620 kHz . . . . $\pm$ 0,20 dB

Fehlergrenzen des Sendepegelschalters bezogen auf Stellung 0 dB (+ 6 dBm), Anzeige gedehnt
koaxialer Ausgang
$R_i = R_a = 75\ \Omega$ und $R_i = 0$, $R_a = 75\ \Omega$ f = 20 kHz bis 6 MHz . . . . $\pm$ 0,10 dB
$R_i = R_a = 50\ \Omega$ . . . 75 Ω f = 6 kHz bis 18,6 MHz . . . $\pm$ 0,20 dB

symmetrischer Ausgang
$R_i = R_a = 124\ \Omega$ . . . 150 Ω bzw. $R_i = 0$, $R_a = 150\ \Omega$ f = 6 kHz bis 620 kHz . . . . $\pm$ 0,10 dB

Fehlergrenzen der Instrumentenskala, bezogen auf die 0-dB-Skalenmarke
Anzeige undegehnt . . . . . $\pm$ 1% v. E.
Anzeige gedehnt . . . . . $\pm$ 0,03 dB

Mittlerer Temperaturkoeffizient des Sendepegels
im Betriebsgrenzbereich der Umgebungstemperatur, bezogen auf + 20° C . . $\pm$ 0,01 dB/°C

Innenwiderstand

umschaltbar

koaxial . . . . . 0, 50, 60, 65, 75, 124, 135, 150 Ω

symmetrisch . . . . . 0, 124, 135, 150 Ω

Reflexionsfaktor
koaxialer Ausgang,
R_i = 75 Ω . . . . . ≦ 0,02
R_i = 124 . . . 150 Ω, f = 6 kHz bis 620 kHz . . . . . ≦ 0,01

symmetrischer Ausgang, f = 6 kHz bis 620 kHz . . . . . ≦ 0,03
Unsymmetriedämpfung, f = 6 kHz bis 620 kHz . . . . . ≧ 40 dB

Störspannungen

bei einem Sendepegel von 0 dB (+ 6 dBm) und $R_i = R_a$ bzw. $R_i = 0$, R_a = 75 Ω

Klirrdämpfung für k_2 und k_3
bei Grundwelle f = 20 kHz bis 6 MHz . . . . . ≧ 50 dB
f = 6 kHz bis 18,6 MHz . . . . . ≧ 40 dB

Nichtharmonische Störspannungen, Abstand vom Nutzsignal . . . . . ≧ 60 dB

Kontrollausgang

Innenwiderstand, koaxial . . . . . 75 Ω

Ausgangspegel bei Instrumentenanzeige 0 dB und $R_i = R_a$ . . max. – 10 dB (245 mV)
min. – 23 dB (60 mV)

Eingänge

Modulationseingang
Frequenzbereich . . . . . 0 bis 100 kHz
Eingangswiderstand . . . . . 600 Ω
Erforderliche Modulationsspannung U_{ss} je Prozent AM . . . . . ca. 6 mV
Maximal zulässige Eingangsspannung U_{eff} . . . . . 10 V

Fremdsteuereingänge zur Frequenzabstimmung durch den Pegelmesser SPM-6
Normalfrequenzeingang 1 MHz
Eingangswiderstand . . . . . 75 Ω
Eingangsspannung U_{eff} . . . . . 200 mV

Trägerfrequenzeingang 24 bis 42,6 MHz
Eingangswiderstand . . . . . 75 Ω
Eingangsspannung U_{eff} . . . . . 40 mV

Steuereingang zur Einstellung von 18 Festfrequenzen mit dem Festfrequenzzusatz FFZ-6 bzw. zur Frequenzeinstellung mit dem dekadischen Steueroszillator OD-600

Wobbeleingang zur Wobbelung der Sendefrequenz mit dem Wobbelzusatz WZ-6, WZ-61

Eingangsbuchse zur Senderaustastung durch Kontakt gegen Masse

Allgemeine Daten

Zulässige Umgebungstemperatur
Lagerungs-Grenzbereich . . . . . – 40 bis + 60° C
Betriebs-Grenzbereich . . . . . – 10 bis + 50° C
Gebrauchs-Nennbereich . . . . . + 10 bis + 35° C

Stromversorgung
Netzbetrieb . . . . . 110 V bis 127 V / 220 V bis 240 V ± 10%
Netzfrequenz . . . . . 45 bis 65 Hz
Leistungsaufnahme ohne Zusatzgerät FFZ-6 . . . . . ca. 17 VA

Batteriebetrieb . . . . . 6 x DEAC-5/500 DKZ, 36 V
Betriebszeit . . . . . ca. 5 Stunden
Ladezeit . . . . . ca. 14 Stunden

Buchsenausführung, symmetrisch . . . . . 3polige TF-Buchse
koaxial . . . . . Universalbuchse Versacon® 9
auf alle gängigen Buchsensysteme umrüstbar

Abmessungen	Tischgerät	PS-6/FFZ-6	19"-Einschub	PS-6/FFZ-6
	Breite mit Griffen	478 mm	Einschubbreite	443 mm
	Höhe über alles	199/110 mm	Einschubhöhe	176/87 mm
	Tiefe mit Griffen	407 mm	Einbautiefe	353 mm

Gewicht, PS-6 mit Batterien . . . . . 18 kg
FFZ-6 . . . . . 6,5 kg

Meßzubehör

Festfrequenzzusatz FFZ-6

Frequenzbereich des Sendesignals am PS-6 . . . . . 6 kHz bis 18,6 MHz

Anzahl der Festfrequenzen 18

Fehlergrenzen der Frequenz
bei einer Umgebungstemperatur von +20 °C . . . . . $\pm 3 \cdot 10^{-6} \pm 30$ Hz

Mittlerer Temperaturkoeffizient im Betriebsgrenzbereich
der Umgebungstemperatur bezogen auf +20 °C . . . . . $\pm 3 \cdot 10^{-7}$ / °C ± 3 Hz / °C

Stromversorgung . . . . . vom Gerät PS-6

Wobbelzusatz WZ-6

Frequenzbereich des Sendesignals am PS-6 . . . . . 6 kHz bis 18,6 MHz

Wobbelbetrieb »$f_m \pm \Delta f$«
Mittenfrequenzeinstellung . . . . . dekadisch in 1-kHz-Schritten
Wobbelhub, umschaltbar . . . . . $\pm 1, \pm 2, \pm 5$ kHz, . . ., ± 10 MHz
Feineinstellung des Wobbelhubs . . . . . Faktor 0,4 bis 1

Wobbelbetrieb mit max. 4 voreingestellten Wobbelbereichen

Wobbelfrequenz, umschaltbar . . . . . man.; 0,1; 0,2; 0,5; . . .; 20 Hz

X-Ausgangsspannung . . . . . $\pm 2{,}5$ V aus 5 kΩ

Wobbelzusatz WZ-61

Frequenzbereich des Sendesignals am PS-6 . . . . . 6 kHz bis 18,6 MHz

Einstellung der oberen und unteren Wobbelgrenze . . dekadisch in 100-Hz-Schritten

Ablenkung
Periodisch, Ablenkzeit umschaltbar . . . . . 20, 50, 100 ms, ..., 5 s
Einmalig mit Start bei f_1 oder f_2, Ablenkzeit . . . . . 50 s
Manuell mit 10-Gang-Potentiometer zwischen . . . . . f_1 und f_2
Ohne Ablenkung fest einstellbar . . . . . f_1 oder f_2

X-Ausgangsspannung, abhängig von f_1 und f_2 . . . . . 0,5 bis 5 V

Dekadischer Steueroszillator OD-600

Dekadische Einstellung der Sendefrequenz im Bereich . . . . . 6 kHz bis 18,6 MHz
Kleinster Frequenzschritt . . . . . 1 Hz

Kontinuierliche Frequenzeinstellung (Option BN 614/23) über Trommelskala
Verstimmbereiche . . -30 bis +100 Hz/−0,3 bis +1 kHz/−3 bis +10 kHz/−30 bis +100 kHz
Feinverstimmung in den gleichen Bereichen durch eine
externe Spannung an R_e ca. 50 kΩ . . . . . −1,5 bis +5 V

Fernsteuerung der Frequenz (Option BN 614/22) . . . . . BCD-Code, negative Logik

Festfrequenzeinschub ODF-601

mit Programmier- und Frequenzsperrkarten für . . . . . max. 26 Festfrequenzen
Frequenzanwahl . . . . . durch Schalter oder automatischer Ablauf

Bestellangaben

Pegelsender PS-6 mit Batterien	BN 340
Meßzubehör (gegen Aufpreis)	
Transportschutzdeckel für PS-6	DE 3
Festfrequenzzusatz FFZ-6	BN 434
mit Angabe der gewünschten Frequenz	
Wobbelzusatz WZ-6	BN 408
Wobbelzusatz WZ-61	BN 689
Dekadischer Steueroszillator OD-600	BN 614
Festfrequenzeinschub ODF-601	BN 651

SPM-6
Selektiver Pegelmesser

für koaxiale und symmetrische Spannungspegel- und Leistungspegelmessungen im Frequenzbereich 6 kHz bis 18,6 MHz bzw. 6 kHz bis 620 kHz (2 MHz)

- **Eichautomatik**
- **Übersteuerungskontrolle**
- **Hohe Pegelmeßgenauigkeit**
- **Meßbereich in 2-dB-Stufen umschaltbar**
- **Hohe Frequenzgenauigkeit durch quarzgenaue 1-MHz-Schritte und Vergleich mit quarzgenauem 10-kHz-Raster**
- **Auf Wunsch 3 quarzgenaue Festfrequenzen**
- **Sonderausführung als Pilotpegelmesser mit einer zusätzlichen 3-dB-Bandbreite von 30 Hz**
- **Netz- und Batteriebetrieb**



Anwendung und Eigenschaften

Der selektive Pegelmesser SPM-6 zeichnet sich durch seine besonders hohe Meßgenauigkeit und leichte Bedienbarkeit aus. Er entspricht den Anforderungen für Messungen an modernen breitbandigen Nachrichtensystemen. Darüber hinaus läßt seine Netzunabhängigkeit auch Messungen in ferngespeisten Verstärkerstationen zu. Der Frequenzbereich des SPM-6 für Pegelmessungen an koaxialen Prüflingen erstreckt sich von 6 kHz bis 18,6 MHz, an symmetrischen Objekten von 6 kHz bis 620 kHz, mit eingeschränkter Genauigkeit bis 2 MHz. Damit ist das Gerät insbesondere auch für die Meßtechnik der Kleinkoaxialsysteme geeignet und berücksichtigt zukunftssicher die geplanten Ausbaustufen dieser modernen Übertragungseinrichtungen.

Eine neuartige Pegeleichautomatik, die eine manuelle Eichung überflüssig macht, gewährleistet hohe Meßgenauigkeit im gesamten Frequenzbereich ebenso wie eine merkliche Verringerung der Meßzeit. Der Pegelmesser ist außerdem mit einer Übersteuerungskontrolleinrichtung versehen, die Fehlmessungen als Folge einer Übersteuerung des Empfängers leicht zu erkennen und damit zu vermeiden gestattet.

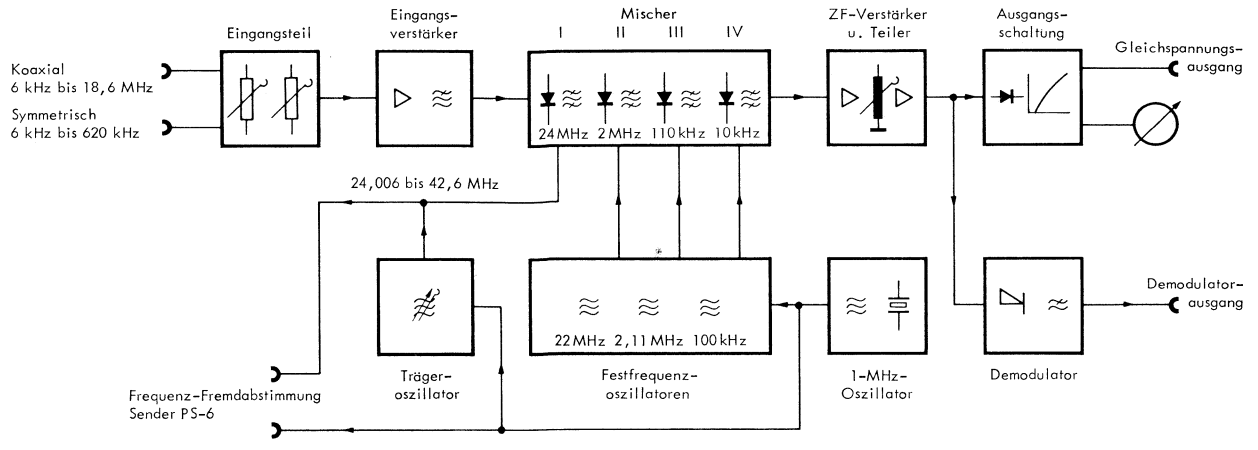
Mit dem SPM-6 können Spannungspegel- und Leistungspegelmessungen durchgeführt werden. Dabei läßt sich der Eingangswiderstand auf alle gebräuchlichen Werte umschalten. Die Anzeige bei Leistungspegelmessungen ist jeweils auf den gewählten Eingangswiderstand bezogen.

Der Meßbereich des Geräts ist in 2-dB-Stufen von +20 dB bis −90 dB (bzw. +26 dBm bis −80 dBm) umschaltbar, so daß sich eine gute Pegelauflösung ergibt. Für Messungen kleiner Pegel stehen die Meßbereiche −100 dB und −110 dB (bzw. −90 dBm und −100 dBm) zur Verfügung. Die Umschaltung erfolgt mit nur einem Schalter. Dabei wird der eingestellte Meßbereich in einem Fenster auf der Frontplatte angezeigt.
Die Anzeige des Meßergebnisses erfolgt an einem Instrument mit linear geteilter Dämpfungsskala und einem Meßbereich von wahlweise 2 dB oder 20 dB. Eine Dehnung des 2-dB-Bereichs über die ganze Instrumentenskala ermöglicht ein sehr genaues Ablesen der Meßwerte und das Erkennen sehr kleiner Pegeländerungen.
Als weiterer Vorzug des Geräts ist die genau einstellbare Frequenz hervorzuheben. Die Grobeinstellung der Frequenz erfolgt mit einem Schalter in quarzgenauen 1-MHz-Schritten; zur Feineinstellung dient ein durchstimmbarer Interpolationsoszillator, der mit einem quarzgenauen 10-kHz-Raster kontrolliert werden kann. Die Anzeige der an beiden Bedienungselementen eingestellten Frequenz erfolgt durch ein 5stelliges Zählwerk; mit dieser digitalen Anzeige ist eine einfache und eindeutige Ablesung gewährleistet. Die letzte kontinuierlich angetriebene Zählwerksrolle hat zwischen den kHz-Ziffern noch eine 200-Hz-Strichteilung, so daß die kleinste noch ablesbare Frequenzdifferenz etwa 100 Hz beträgt.
Auf Wunsch (gegen Mehrpreis) kann der Pegelmesser mit 3 quarzgenauen Festfrequenzen (z. B. Pilote) ausgerüstet werden.
Bei Verwendung des Festfrequenzzusatzes FFZ-6 stehen in Verbindung mit dem SPM-6 weitere 18 Festfrequenzen zur Verfügung. Wenn 2 Geräte FFZ-6 zusammengeschaltet werden, lassen sich 36 Festfrequenzen extern einstellen.
Der Steueroszillator OD-600 erlaubt die dekadische Einstellung der Empfangsfrequenz in kleinsten Schritten von 1 Hz. Für häufig wiederkehrende Messungen bei festen Frequenzen ist eine Bestückung des OD-600 mit dem Festfrequenzeinschub ODF-601 von Vorteil. Über einen Drehschalter lassen sich bis zu 26 vorprogrammierte Festfrequenzen anwählen. Darüber hinaus ist der ODF-601 auf automatischen Durchlauf umschaltbar, wobei einzelne Frequenzen ausgeblendet werden können. Mit der Fernsteuerkarte BN 614/22 ist eine Fernsteuerung der Steuerfrequenz, z. B. für den Einsatz des SPM-6 in Meßautomaten, möglich.
Zu erwähnen sind ferner die hohe Selektivität und Empfindlichkeit sowie der geringe Eigenklirrfaktor des SPM-6.
Die effektive Rauschbandbreite kann zwischen 1,74 kHz und 400 Hz umgeschaltet werden. Bei der Sonderausführung als Pilotpegelmesser ist zusätzlich die Einschaltung einer effektiven Rauschbandbreite von 24 Hz möglich.
Mit dem Pilotpegelmesser lassen sich daher Gruppenpilote und Übergruppenpilote von TF-Systemen während des Betriebs schmalbandig messen. Die Anwahl der Pilotfrequenz (max. 3 feste Pilotfrequenzen sind möglich) geschieht mit dem Frequenzbereichsschalter. Dabei wird das Gerät automatisch auf die Pilotfrequenz abgestimmt (AFC).
Durch die Pegeleichung und die automatische Frequenzabstimmung eignet sich der SPM-6 zur Langzeit-Pilotüberwachung. Über den Gleichspannungsausgang kann dabei ein Schreiber zur Registrierung angeschlossen werden.
Außer mit festen Pilotfrequenzen gestattet der Pilotpegelmesser schmalbandige Pegelmessungen bei beliebigen Frequenzen. Hierbei ist die AFC unwirksam. Zur leichteren Abstimmung kann bei diesen Messungen der Eichtakt mit einer Taste ausgeschaltet werden.
Der Pegelmesser zeichnet sich wegen der selbsttätigen Pegeleichung durch hohe Verstärkungskonstanz aus, so daß sich die an einem Ausgang abnehmbare Gleichspannung besonders für Dauerüberwachung eignet. Die Gleichspannung ist dem Zeigerausschlag des Instruments proportional.
Ein Hörerausgang mit einem Ein- oder Zweiseitenbanddemodulator gestattet die Überwachung der Modulation im gemessenen Kanal.
Der Pegelmesser SPM-6 läßt sich mit dem Pegelsender PS-6 zu einem vollständigen Pegelmeßplatz ergänzen. Werden Sender und Empfänger am gleichen Ort benutzt, so kann die Frequenz durch eine Hilfsverbindung zwischen den beiden Geräten synchron vom Empfänger aus abgestimmt werden, was die Bedienung besonders vereinfacht. Die Abstimmung beider Geräte kann aber auch durch einen Dekadischen Steueroszillator OD-600 erfolgen. Befindet sich am Sende- und am Empfangsort je ein OD-600 mit Festfrequenzeinschub ODF-601, so sind automatisch ablaufende selektive Streckenmessungen ohne zusätzliche Synchronisiermaßnahmen möglich. Dabei synchronisiert sich der empfangsseitige ODF-601 auf die ankommende Sendefrequenz (Kanallückenmeßeinrichtung zur Überwachung von TF-Systemen).
Das Gerät eignet sich dank der beschriebenen Eigenschaften für eine Vielzahl von Meßaufgaben. So ist z. B. die sehr genaue Analyse eines Empfangssignals nach Pegel und Frequenz möglich. Die hohe Treffsicherheit der Frequenzabstimmung gestattet auch Messungen an TF-Systemen während des Betriebs, wenn ein bestimmter Einzelkanal oder Pilot sicher eingestellt werden muß. Da die Rauschbandbreite des Geräts einem Fernsprechkanal angepaßt ist, können auch Rauschmessungen durchgeführt werden.
Das Zusatzgerät RFZ-5 ermöglicht die Messung des Reflexionsfaktors von Widerständen und Leitungen.
Für hochohmige und kapazitätsarme Messungen eignen sich die Tastköpfe TK-9 und TK-12.

Technische Einzelheiten

Der Pegelmesser SPM-6 ist ein Empfänger, der nach dem Prinzip der Mehrfachüberlagerung mit 4 Zwischenfrequenzen arbeitet. Die letzte Zwischenfrequenz ist 10 kHz. Bei dieser Frequenz erfolgt die Hauptverstärkung und -selektion. Das 10-kHz-Signal wird gleichgerichtet, in einer 2-dB- oder 20-dB-Logarithmierschaltung logarithmiert und am Instrument angezeigt.

Gleichzeitig kann auch die angezeigte Spannung an einem rückwirkungsfreien Gleichspannungsausgang abgenommen werden. Über einen Demodulatorausgang ist das Kontrollieren ein- oder zweiseitenbandmodulierter Signale möglich. An zwei weiteren Ausgängen stehen die für die Frequenz-Fremdabstimmung des Senders PS-6 notwendigen Signale zur Verfügung.



Vereinfachtes Blockschaltbild des selektiven Pegelmessers SPM-6

Die Trägerfrequenz 24,006 bis 42,6 MHz für die 1. Frequenzumsetzung setzt sich aus der in 1-MHz-Schritten umschaltbaren Rastfrequenz und einer kontinuierlich abstimmbaren Interpolationsfrequenz zusammen. Beim Betrieb des SPM-6 mit dem Festfrequenzzusatz FFZ-6 oder dem Steueroszillator OD-600 liefern diese Geräte die Interpolationsfrequenz und die Steuerspannung für den Rastoszillator im SPM-6.
Die hohe Pegelmeßgenauigkeit wird durch eine Pegel-Eichautomatik erreicht, die im 1-Hz-Takt kurzzeitig die Verstärkung bei der jeweiligen Abstimmfrequenz und in dem gerade benutzten Pegelmeßbereich nachprüft und selbsttätig auf den Sollwert nachregelt. Bleibt der Instrumentenzeiger bei der Messung unterhalb der Marke für den mechanischen Nullpunkt oder fehlt das Eingangssignal, so wird der Eichtakt automatisch abgeschaltet. Das Gerät befindet sich dann in Stellung »Messen«.

Der Pegelmesser SPM-6 kann aus dem Wechselstromnetz oder aus der eingebauten Ni-Cd-Batterie betrieben werden. Bei Netzbetrieb ist die Batterie nicht erforderlich, kann jedoch im Gerät bleiben (Pufferbetrieb).

Bei Batteriebetrieb erfolgt die Kontrolle der Spannung mit Hilfe des Anzeigeinstruments. Die Betriebsdauer bei voll aufgeladener Batterie beträgt ca. 5 Stunden. Zur Vermeidung von Fehlmessungen und zum Schutz der Batterie schaltet ein Tiefentladungsschutz das Gerät bei zu niedriger Batteriespannung automatisch ab.

Die Ausrüstung mit der Universalbuchse Versacon® 9 am koaxialen Eingang läßt – nach Auswechseln des Anschlußstücks – die Verwendung aller gängigen Stecker zu.

Technische Daten des selektiven Pegelmessers SPM-6

Alle wesentlichen Geräteeigenschaften sind durch garantierte Toleranz- und Grenzwertangaben und nicht durch typische Werte gekennzeichnet. Sie gelten nicht nur bei Auslieferung, sondern mindestens für die gesamte Garantiezeit.

Sofern nicht anders vermerkt, gelten die Daten für den zulässigen Bereich der Netzspannung bzw. für den zulässigen Ladezustand der Batterie und für den Gebrauchsnennbereich der Umgebungstemperatur sofort nach dem Einschalten.

Frequenz

Frequenzbereich
koaxial . . . . . 6 kHz bis 18,6 MHz
symmetrisch . . . . . 6 kHz bis 620 kHz

Frequenzeinstellung
grob . . . . . in Schritten zu 1 MHz
fein . . . . . stetige Interpolation der 1-MHz-Schritte
fest . . . . . max. 3 Pilotfrequenzen

Frequenzanzeige . . . . . durch Zählwerk
Teilstrichabstand der letzten Ziffernrolle . . . . . 200 Hz

Fehlergrenzen bei +20° C für Frequenzen n · 10 kHz und fest eingestellte Pilotfrequenzen (n = 1, 2, . . .; 10-kHz-Raster) . . . . . $\pm 3 \cdot 10^{-6} \pm 30$ Hz
für beliebige Frequenzen nach Eichung bei der nächstliegenden 10-kHz-Marke . . . . . ± 500 Hz

Mittlerer Temperaturkoeffizient
im Betriebs-Grenzbereich der Umgebungstemperatur bezogen auf +20° C
für Frequenzen n · 10 kHz (n = 1, 2, . . .; 10-kHz-Raster) . . . . . ± 3 · 10^{-7}/ °C
für fest eingestellte Pilotfrequenzen . . . . . ± 3 · 10^{-7}/° C ± 3 Hz/ °C
für beliebige Frequenzen ohne
Nacheichung bei einer benachbarten 10-kHz-Marke . . . . . ± 100 Hz/ °C

Pegelanzeige

mit selbständiger Amplitudeneichung,
umschaltbar auf Spannungspegel (0 dB ≙ 0,775 V) oder Leistungspegel
für alle Innenwiderstandswerte (0 dBm ≙ 1 mW an Z)

Meßbereiche für 0-dB-Instrumentenanzeige . . . −110, −100, −90, −88, . . ., + 20 dB
−100, −90, −80, −78, . . ., +26 dBm

Instrumentenskala mit linearer Pegelteilung
gedehnter Bereich, umschaltbar zwischen flink und träge . . . . −2,2 dB bis +0,3 dB
ungedehnter Bereich . . . . . −22 dB bis +3 dB
Kleinste ablesbare Pegeldifferenz im gedehnten Bereich . . . . . 0,02 dB

Fehlergrenzen der Anzeige des Eingangspegels
im Bereich 0 dB (+10 dBm) für 0 dB Anzeige und +20° C
koaxialer Eingang f = 20 kHz bis 6 MHz . . . . . ± 0,10 dB
f = 6 kHz bis 18,6 MHz . . . . . ± 0,15 dB
symmetrischer Eingang f = 6 kHz bis 620 kHz . . . . . ± 0,15 dB
Zusätzlicher Fehler bei Pilotpegelmesser, in Stellung Pilotfrequenz . . . . . ± 0,02 dB

Zusätzlicher Meßfehler bei Pilotpegelmesser durch einen diskreten Störpegel
mit derselben Amplitude wie der Meßpegel, im Abstand ≧ 70 Hz von der
Meßfrequenz, in Stellung Pilotfrequenz . . . . . 0,05 dB

Fehlergrenzen des Meßbereichsschalters für f = 20 kHz bis 18,6 MHz
bezogen auf Stellung 0 dB (+10 dBm) in den Bereichen
+8 dB bis −90 dB (+18 dBm bis −80 dBm) . . . . . ± 0,05 dB
+10 dB bis +20 dB (+20 dBm bis +26 dBm) . . . . . ± 0,08 dB
−100, dB, −110 dB (−90 dBm, −100 dBm) . . . . . ± 1 dB
Zusätzlicher Fehler bei Pilotpegelmesser, in Stellung Pilotfrequenz . . . . . ± 0,02 dB

Fehlergrenzen des Frequenzgangs in den Pegelbereichen +10 dB bis −90 dB,
koaxialer Eingang, im Frequenzbereich 6 kHz bis 18,6 MHz . . . . . 0,1 dB

Fehlergrenzen der Instrumentenskala
bezogen auf die 0-dB-Skalenmarke
im ungedehnten Bereich . . . . . ± 0,3 dB
im gedehnten Bereich . . . . . ± 0,03 dB

Mittlerer Temperaturkoeffizient im Betriebsgrenzbereich
der Umgebungstemperatur bezogen auf +20 °C für
Instrumentenausschlag 0 dB im gedehnten Bereich . . . . . ± 0,005 dB/°C

Unruhe der Instrumentenanzeige im gedehnten, trägen Anzeigebereich durch
überlagertes Rauschen bei 75 Ω Eingangswiderstand in den Bereichen
+8 dB bis −90 dB (+18 dBm bis −80 dBm) . . . . . ca. ± 0,005 dB
+10 dB bis +20 dB (+20 dBm bis +26 dBm) . . . . . ca. ± 0,015 dB
−100 dB, −110 dB . . . . . ca. ± 0,15 dB

Störausschlag bei offenem Eingang, R_e = 50 bis 150 Ω, Bandbreite 1,74 kHz
in den Bereichen +20 dB bis −90 dB . . . . . ≦ −112 dB
−100 dB . . . . . ≦ −122 dB
−110 dB, koaxialer Eingang . . . . . ≦ −126 dB
symmetrischer Eingang . . . . . ≦ −123 dB

Eingangswiderstand

umschaltbar
koaxial . . . . . 50, 60, 65, 75, 124, 135, 150 Ω und ca. 10 kΩ ‖ 45 pF
symmetrisch . . . . . 124, 135, 150 Ω und ca. 5 kΩ

Reflexionsfaktor
koaxialer Eingang, R_e = 50 bis 75 Ω, in den Bereichen
+20 dB bis −100 dB (+26 dBm bis −90 dBm) . . . . . ≦ 0,02
−110 dB (−100 dBm) . . . . . ≦ 0,05

R_e = 124 bis 150 Ω, f ≦ 1,5 MHz . . . . . ≦ 0,01
symmetrischer Eingang . . . . . ≦ 0,03
Unsymmetriedämpfung bei f = 6 kHz . . . . . ≧ 70 dB
bei f ≦ 620 kHz . . . . . ≧ 35 dB
Zulässige Eingangsspannung (Überlastungsgrenze)
R_e = 50 bis 150 Ω . . . . . U_{eff} ≦ 10 V
R_e = 10 kΩ bei Wechselspannung . . . . . U_s ≦ 25 V
bei Gleichspannung . . . . . U ≦ 42 V

Selektion

umschaltbar
»1,74 kHz« 3-dB-Bandbreite . . . . . 2,3 kHz
Effektive Rauschbandbreite . . . . . 1,74 kHz
Dämpfung bei ⊿ f ≧ ± 2 kHz . . . . . ≧ 30 dB
bei ⊿ f ≧ ± 4 kHz . . . . . ≧ 60 dB
»400 Hz« 3-dB-Bandbreite . . . . . 500 Hz
Effektive Rauschbandbreite . . . . . 400 Hz
Dämpfung bei ⊿ f ≧ ± 1 kHz . . . . . ≧ 30 dB
bei ⊿ f ≧ ± 2 kHz . . . . . ≧ 60 dB
Pilotpegelmesser zusätzlich
»24 Hz« 3-dB-Bandbreite . . . . . ca. 30 Hz
Effektive Rauschbandbreite . . . . . ca. 24 Hz
Dämpfung bei ⊿ f ≧ ± 70 Hz . . . . . ≧ 26 dB
bei ⊿ f ≧ ± 200 Hz . . . . . ≧ 40 dB
bei ⊿ f ≧ ± 1 kHz . . . . . ≧ 70 dB
ZF-Dämpfung . . . . . ≧ 80 dB
Spiegelwellendämpfung . . . . . ≧ 80 dB

Eigenklirrdämpfung

in den Stellungen »klirrarm« für Eingangspegel ≦ + 10 dB für k_2 und k_3
bei einer Erhöhung der Empfindlichkeit um 50 dB gegenüber dem Grundwellenmeßbereich
f ≧ 300 kHz . . . . . ≧ 75 dB
f < 300 kHz . . . . . ≧ 65 dB
Klirrarme Bereiche . . . . . −30, −50, −70, −90, −100 und −110 dB
−20, −40, −60, −80, −90 und −100 dBm

Ausgänge

unsymmetrisch
Leerlaufspannung für 0 dB Anzeige, belastbar bis zum Kurzschluß
Gleichspannungsausgang, R_i = 10 kΩ . . . . . +6,3 V
Hörerausgang, R_i = ca. 5 kΩ
Betriebsart Einseitenband-Demodulation, Regel- oder Kehrlage . . . . . ca. 500 mV
Betriebsart Zweiseitenband-Demodulation, 50% AM, f = 1 kHz . . . . . ca. 200 mV
Steuerausgänge zur Frequenzabstimmung des Pegelsenders PS-6, R_i = 75 Ω
Trägersignal . . . . . 24 bis 42,6 MHz
Normalfrequenz . . . . . 1 MHz

Allgemeine Daten

Zulässige Umgebungstemperatur
Lagerungs-Grenzbereich . . . . . −40° C bis +60° C
Betriebs-Grenzbereich . . . . . −10° C bis +50° C
Gebrauchs-Nennbereich . . . . . +10° C bis +35° C

Stromversorgung
Netzbetrieb . . . . . 110 V bis 127 V/220 V bis 240 V ± 10%
Netzfrequenz . . . . . 45 bis 65 Hz
Leistungsaufnahme ohne Zusatzgerät FFZ-6 . . . . . ca. 17 VA

Batteriebetrieb . . . . . 6 x DEAC-5/500 DKZ, 36 V
Betriebszeit . . . . . ca. 5 Stunden
Ladezeit . . . . . ca. 14 Stunden

Buchsenausführung symmetrisch . . . . . 3polige TF-Buchse
koaxial . . . . . Universalbuchse Versacon® 9
auf alle gängigen Buchsensysteme umrüstbar

Abmessungen

Tischgerät	SPM-6/FFZ-6	19"-Einschub	SPM-6/FFZ-6
Breite mit Griffen	478 mm	Einschubbreite	443 mm
Höhe über alles	199 mm/110 mm	Einschubhöhe	176 mm/87 mm
Tiefe mit Griffen	407 mm	Einbautiefe	353 mm

Gewicht
SPM-6 mit Batterien . . . . . 18 kg
FFZ-6 . . . . . 6,5 kg

Meßzubehör

Tastkopf TK-9

passiver Tastkopf
Sofern nicht anders vermerkt, gelten die Werte für 20° C Umgebungstemperatur

Frequenzbereich . . . . . 50 kHz bis 18,6 MHz
Dämpfung im Frequenzbereich 50 kHz bis 13 MHz . . . . . 20 dB ± 0,1 dB
Eingangswiderstand . . . . . ca. 5 kΩ ‖ 17 pF
Zulässige Umgebungstemperatur . . . . . −10 bis +50° C
Anschluß: Universalbuchse Versacon® 9 für alle gebräuchlichen Steckereinsätze bzw. Tastspitze

Tastkopf TK-12

aktiver Tastkopf
Frequenzbereich unsymmetrisch . . . . . 200 Hz bis 18,6 MHz
symmetrisch . . . . . 200 Hz bis 2 MHz
Verstärkung, einstellbar . . . . . 0 dB
Fehlergrenzen des Frequenzgangs bezogen auf 1 MHz
im Bereich 300 Hz bis 2 MHz . . . . . ±0,05 dB
im Bereich 200 Hz bis 18,6 MHz . . . . . ±0,45 dB
Maximalpegel . . . . . 0 dB
Eingangswiderstand unsymmetrisch bei f = 10 kHz . . . . . ca. 1 MΩ ‖ 15 pF
symmetrisch bei f = 10 kHz . . . . . ca. 1 MΩ ‖ 25 pF
Gleichtaktspannung U_s im Bereich 200 Hz bis 2 MHz . . . . . ≦ 2 V
Unsymmetriedämpfung im Bereich 200 Hz bis 2 MHz . . . . . ≧ 40 dB
Eigenklirrdämpfung bei 0 dB und f = 20 kHz . . . . . ≧ 50 dB
bei 0 dB und f = 6 MHz . . . . . ≧ 40 dB
Anschluß unsymmetrisch . . . . . Universalbuchse Versacon® 9 für alle gebräuchlichen Steckereinsätze bzw. Tastspitze
Standardzubehör . . . . . 1 koaxialer Stecker und Tastspitze mit Masseschelle
Auf Wunsch gegen Aufpreis lieferbar . . . . symmetrischer TF-Stecker (Best.-Nr. S 804)
Stromversorgung, Netzteil für TK-12 . . . . . TKN-12

Festfrequenzzusatz FFZ-6

Frequenzbereich . . . . . 6 kHz bis 18,6 MHz
Anzahl der Festfrequenzen . . . . . max. 18
Fehlergrenzen der Frequenz bei einer Umgebungstemperatur von +20 °C . . . . . $\pm 3 \cdot 10^{-6} \pm 30$ Hz
Mittlerer Temperaturkoeffizient (Maximalwert) im Betriebsgrenzbereich der Umgebungstemperatur bezogen auf +20 °C . . . . . $\pm 3 \cdot 10^{-7}$ / °C ± 3 Hz / °C
Stromversorgung . . . . . vom Gerät SPM-6

Steueroszillator OD-600

Technische Daten und Bestellangaben . . . siehe Dekadischer Steueroszillator OD-600

Reflexions-Meßzusatz RFZ-5

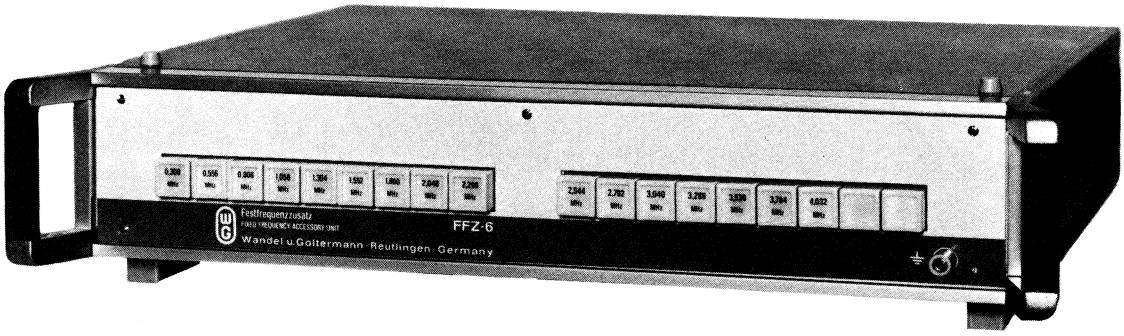
Z-Werte . . . . . 50, 60, 65, 75, 135 und 150 Ω
Frequenzbereich bei Z = 50, 60, 65, 75 Ω . . . . . 10 kHz bis 36 MHz
Z = 135 und 150 Ω . . . . . 10 kHz bis 5 MHz
Eingangs- und Ausgangswiderstand der Meßbrücke . . . . . 75 Ω
Max. Meßfehler bei Z = 75 von 10 kHz bis 5 MHz . . . . . ± 0,01 r ± 0,0015
über 5 MHz bis 15 MHz . . . . . ± 0,03 r ± 0,003
über 15 MHz bis 36 MHz . . . . . ± 0,05 r ± 0,005

Bestellangaben

Selektiver Pegelmesser SPM-6, Normalausführung	BN 341/4
Pilotpegelmesser, Sonderausführung	BN 341/5
Meßzubehör (gegen Aufpreis)	
Festfrequenzzusatz FFZ-6 – BN 434 mit Angabe der gewünschten Festfrequenzen	
Reflexions-Meßzusatz RFZ-5	BN 394
Passiver Tastkopf TK-9	BN 265
Aktiver Tastkopf TK-12 mit Netzteil TKN-12	BN 574 und BN 623
Transportschutzdeckel für SPM-6	DE 3
für FFZ-6	DE 1

FFZ-6
Festfrequenzzusatz

für den Pegelsender PS-6 und den Pegelmesser SPM-6
Frequenzbereich 6 kHz bis 18,6 MHz



- **18 quarzgenaue Festfrequenzen im Bereich von 6 kHz bis 18,6 MHz**
- **Zusammenschaltung von 2 Geräten FFZ-6 möglich**
- **Einfache Bedienung; Festfrequenzen durch Tastendruck wählbar**
- **Sender und Empfänger gemeinsam von einem FFZ-6 steuerbar**

Anwendung und Eigenschaften

Der Festfrequenzzusatz FFZ-6 erweitert die Anwendungsmöglichkeiten des Pegelsenders PS-6 und des selektiven Pegelmessers sowie der Gerätekombination PS-6/SPM-6. Reichen die drei quarzkontrollierten Festfrequenzen, mit denen die Geräte PS-6, SPM-6 ausgestattet werden können, für bestimmte Meßaufgaben nicht aus, so ist mit Hilfe des Festfrequenzzusatzes FFZ-6 eine Erweiterung auf zusätzlich 18 bzw. 36 Festfrequenzen bei Benutzung von zwei Geräten FFZ-6 möglich.
In Verbindung mit dem Festfrequenzzusatz können die Grundgeräte PS-6 und SPM-6 besonders für häufig wiederkehrende Messungen bei bestimmten Frequenzen eingesetzt werden, wie sie z. B. im Rahmen der Prüffeldarbeit vorkommen. Darüber hinaus läßt sich die Überwachung der Leitungsdämpfung von in Betrieb befindlichen Trägerfrequenzsystemen durchführen, wenn der Festfrequenzzusatz beispielsweise mit den genormten Frequenzen der CCITT-Leitungspilote ausgestattet ist.
Der Festfrequenzzusatz kann nur in Verbindung mit den Grundgeräten PS-6, SPM-6 verwendet werden. Die erforderliche Betriebsspannung erhält er aus diesen Geräten, wobei Batterie- und Netzbetrieb möglich ist.
Die Gehäuseabmessungen entsprechen der neuen DIN-Norm 41494 sowie der amerikanischen Norm ASA C 83.9. Das Gerät kann daher in 19-Zoll-Gestelle eingebaut werden.

Technische Einzelheiten

Der Festfrequenzzusatz FFZ-6 enthält Quarzoszillatoren in der Frequenzlage des Interpolationsoszillators der Grundgeräte und kann diesen wie beim Betrieb mit den in die Grundgeräte eingebauten Festfrequenzen ersetzen. Zusätzlich ist eine Auswahl der gewünschten Position des Rastoszillators im Grundgerät erforderlich. Dies geschieht über ein 24poliges Verbindungskabel.
Das Einstellen der gewünschten Meßfrequenz erfolgt durch Tastendruck am FFZ-6.
Beim irrtümlichen Betätigen zweier Drucktasten verhindert eine entsprechende Verriegelung, daß mehr als eine Frequenz erzeugt wird. Innerhalb eines Neunertastenstreifens erfolgt diese Verriegelung mechanisch, während die Verriegelung zwischen den beiden Tastenstreifen eines FFZ-6 elektrisch erfolgt. In diesem Fall ist die Festfrequenz eingestellt, deren Drucktaste beim Blick auf die Frontplatte am weitesten rechts liegt. Dies gilt sinngemäß auch bei der Verwendung von zwei Geräten FFZ-6.
Beim Frequenzwechsel erfolgt eine automatische Pegelaustastung am PS-6. Dabei wird das Ausgangssignal des Senders nicht sofort, sondern langsam ab- und wieder eingeschaltet. Der Frequenzwechsel erfolgt während der Austastzeit. Hierdurch werden Störungen durch Frequenz- und Spannungssprünge vermieden, was besonders bei der Messung an in Betrieb befindlichen Trägerfrequenzsystemen wichtig ist.
Wird irrtümlich am FFZ-6 eine Drucktaste betätigt, für die im Gerät keine zugehörige Oszillatorkarte vorhanden ist, so bleibt der Sendepegel dauernd ausgetastet.

Technische Daten des Festfrequenzzusatzes FFZ-6

Alle wesentlichen Geräteeigenschaften sind durch garantierte Toleranz- und Grenzwertangaben und nicht durch typische Werte gekennzeichnet. Sie gelten nicht nur bei Auslieferung, sondern mindestens für die gesamte Garantiezeit.
Die folgenden Werte gelten bei Betrieb mit dem Pegelsender PS-6 oder dem Pegelmesser SPM-6 und für den Gebrauchs-Nennbereich der Umgebungstemperatur

Frequenz

Frequenzbereich	6 kHz bis 18,6 MHz
Maximale Anzahl der Festfrequenzen	18
Fehlergrenzen bei + 20 ° C Umgebungstemperatur	$\pm 3 \cdot 10^{-6} \pm 30$ Hz
Mittlerer Temperaturkoeffizient (Maximalwert) im Betriebs-Grenzbereich der Umgebungstemperatur bezogen auf + 20° C	$\pm 3 \cdot 10^{-7}$/°C ± 3 Hz/°C

Allgemeine Daten

Stromversorgung Netz- oder Batteriebetrieb	aus PS-6 oder SPM-6
Zulässige Umgebungstemperatur Lagerungs-Grenzbereich	- 40 bis + 60° C
Betriebs-Grenzbereich	- 10 bis + 50° C
Gebrauchs-Nennbereich	+ 10 bis + 35° C

Abmessungen

Tischgerät		19"-Einschub (DIN 41494)	
Breite mit Griffen	478 mm	Einschubbreite	443 mm
Höhe über alles	110 mm	Einschubhöhe	87 mm
Tiefe mit Griffen	407 mm	Einbautiefe	353 mm

Gewicht . . . . . 6,5 kg

Bestellangaben

Festfrequenzzusatz FFZ-6 mit Angabe der gewünschten Festfrequenzen	BN 434
Transportschutzdeckel (gegen Aufpreis)	DE 1

PS-60
Pegelsender

für den Frequenzbereich 6 kHz bis 18,6 MHz



- **Hohe Pegel- und Frequenzgenauigkeit**
- **6stellige digitale Anzeige der Sendefrequenz**
- **Frequenz in einem Bereich durchstimmbar**
- **max. Frequenzauflösung 10 Hz**
- **Kleiner Klirrfaktor**
- **Pegelbereich in 2-dB-Stufen umschaltbar**
- **Fremdabstimmung vom Pegelmesser SPM-60 oder SPM-6 möglich**
- **Mit Wobbelzusatz WZ-6 oder WZ-61 zum Wobbelsender erweiterbar**
- **Dekadische Frequenzeinstellung in 1-Hz-Schritten mit Steueroszillator OD-600**

Anwendung und Eigenschaften

Der Pegelsender PS-60 zeichnet sich durch seine hohe Pegelgenauigkeit und leichte Bedienbarkeit aus. Sein Frequenzbereich erstreckt sich bei der Standardausführung mit koaxialem 75-Ω-Ausgang von 6 kHz bis 18,6 MHz. Damit ist das Gerät insbesondere für Messungen an breitbandigen Trägerfrequenzsystemen geeignet. Die Geräte mit symmetrischem Ausgang erlauben zusätzlich symmetrische Messungen im Bereich 6 kHz bis 620 kHz, mit eingeschränkten Daten bis 1,6 MHz. Hierbei sind die Innenwiderstände des koaxialen und des symmetrischen Ausgangs auf die gebräuchlichen Werte umschaltbar.

Der Pegelsender ist handlich und leicht transportabel. Für netzunabhängigen Betrieb kann das Gerät zusammen mit dem Wechselrichter WR-420 aus externen Batterien betrieben werden.

Der Ausgangspegel des Geräts läßt sich in 2-dB-Stufen umschalten, so daß sich eine gute Pegelauflösung ergibt. Die Umschaltung erfolgt mit nur einem Schalter. Dabei wird der eingestellte Pegelbereich in einem Fenster auf der Frontplatte eindeutig angezeigt. Außerdem ist mit Hilfe eines zehngängigen Potentiometers die stetige Veränderung des Ausgangspegels bis zu 2 dB bzw. 20 dB je nach Anzeigebereich möglich.

Die Anzeige des stetig verstellbaren Pegels erfolgt an einem Instrument mit umschaltbarem Skalenbereich von wahlweise 2 oder 20 dB. Durch die Dehnung des 2-dB-Bereichs über die ganze Instrumentenskala ist ein sehr genaues Einstellen des Ausgangspegels gewährleistet.

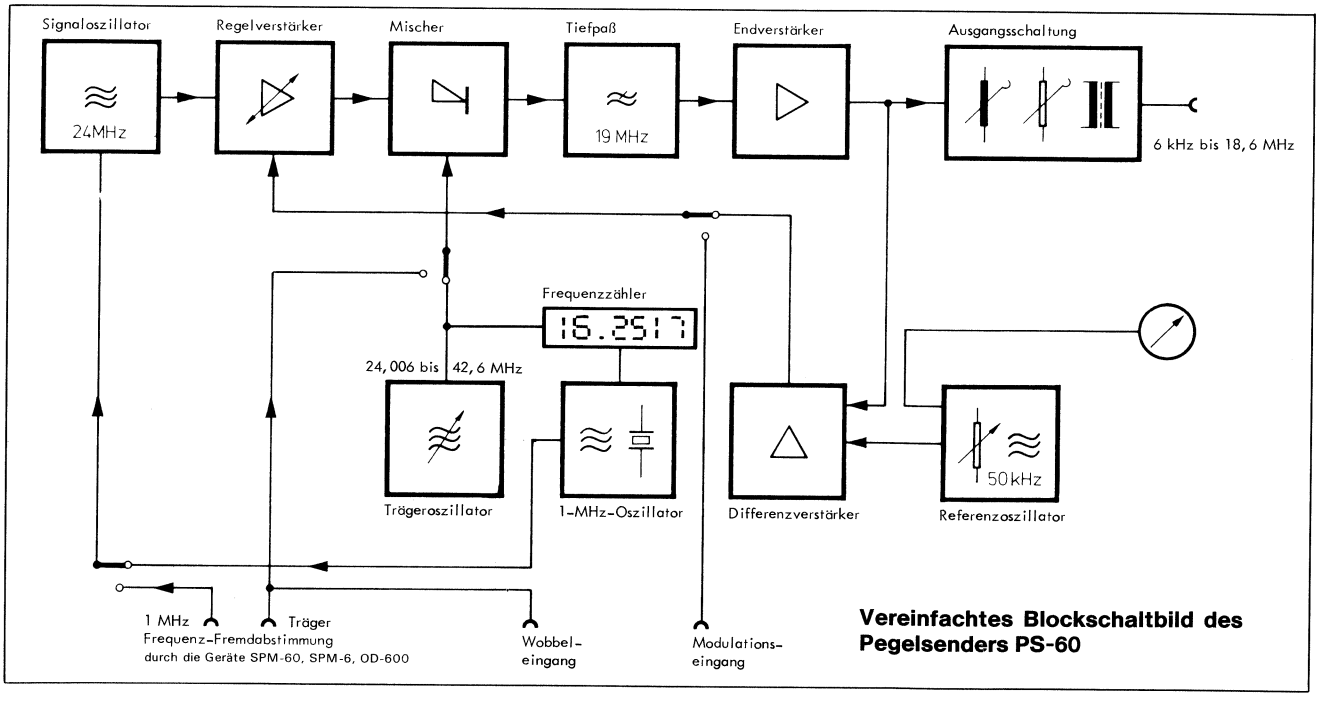
Als weiterer Vorzug des Geräts ist die in einem Bereich durchstimmbare Frequenz hervorzuheben. Auf diese Weise

läßt sich ein Frequenzwechsel schnell und einfach vornehmen. Durch Einschalten einer mechanischen Untersetzung des Antriebs im Verhältnis 20 : 1 ist die genaue Frequenzeinstellung besonders einfach. Zur Anzeige der Sendefrequenz dient ein eingebauter Zähler mit einer max. Auflösung von 10 Hz. Die helle und flackerfreie Leuchtziffern-Anzeige erlaubt auch bei ungünstigen Lichtverhältnissen eine gute Ablesbarkeit der Frequenz.
Der Pegelsender PS-60 läßt sich mit dem Pegelmesser SPM-60 bzw. mit dem im gleichen Frequenzbereich arbeitenden Pegelmesser SPM-6 zu einem vollständigen Pegelmeßplatz ergänzen. Auf diese Weise sind selektive Pegel-, Dämpfungs- und Verstärkungsmessungen durchführbar. Werden Sender und Empfänger am gleichen Ort benutzt, so kann die Frequenz durch eine Hilfsverbindung zwischen den beiden Geräten synchron vom Empfänger aus abgestimmt werden, was die Bedienung besonders vereinfacht. Für diesen Fall ist auch der spezielle Sendeteil PSS-60 ohne eingebauten Abstimmoszillator verwendbar. Zusammen mit dem Pegelmesser SPM-60 bzw. SPM-6 entsteht dann der selektive Pegelmeßplatz PSM-60.
In Verbindung mit dem Steueroszillator OD-600 (mit eingebauter Trägerfrequenzkarte BN 614/21) läßt sich die Sendefrequenz dekadisch in kleinsten Schritten von 1 Hz einstellen. Für häufig wiederkehrende Messungen bei festen Frequenzen ist eine Bestückung des OD-600 mit dem Festfrequenzeinschub ODF-601 von Vorteil. Über einen Drehschalter lassen sich bis zu 26 vorprogrammierte Festfrequenzen anwählen. Darüber hinaus ist der ODF-601 auf automatischen Durchlauf umschaltbar, wobei einzelne Frequenzen ausgeblendet werden können. Mit der Fernsteuerkarte BN 614/22 ist eine Fernsteuerung der Steuerfrequenz, z. B. für den Einsatz des Pegelsenders in Meßautomaten, möglich.
Durch Hinzufügen eines Wobbelzusatzes läßt sich die Ausgangsspannung des Pegelsenders PS-60 bzw. PSS-60 in ihrer Frequenz wobbeln. Damit ist der Pegelsender für Wobbelmessungen einsetzbar und erleichtert dadurch den Abgleich und die Streckenentzerrung von TF-Systemen. Mit dem Wobbelzusatz WZ-6 stehen 4 voreingestellte Wobelbereiche zur Verfügung, die über Drucktasten anwählbar sind und die den Frequenzbereichen der einzumessenden Übertragungssysteme entsprechen können. Es besteht aber auch die Möglichkeit, am Gerät WZ-6 eine beliebige Mittenfrequenz und Wobbelhübe zwischen ± 400 Hz und ± 10 MHz einzustellen. Beim Wobbelzusatz WZ-61 sind die Wobbelgrenzen unabhängig voneinander dekadisch in kleinsten Schritten von 100 Hz einstellbar. Die Ablenkzeiten lassen sich der geforderten Meßaufgabe optimal anpassen.
Zu erwähnen ist ferner der große Störspannungsabstand sowie der geringe Eigenklirrfaktor des Pegelsenders.
Die Sendespannung kann über einen Modulationseingang mit Frequenzen zwischen 0 und 100 kHz amplitudenmoduliert werden.

Technische Einzelheiten

Der Pegelsender PS-60 arbeitet nach dem Überlagerungsprinzip. Dabei ergibt sich die Sendefrequenz als Differenz aus der Signalfrequenz 24 MHz und der im Bereich 24,006 bis 42,6 MHz veränderbaren Trägerfrequenz. Das im Mischer entstehende Differenzsignal wird von einem Tiefpaß ausgefiltert und steht verstärkt an den Senderausgängen zur Verfügung.

Ein Regelverstärker sorgt dafür, daß der Ausgangspegel unabhängig von der eingestellten Sendefrequenz konstant bleibt. Die Regelspannung wird in einem Differenzverstärker durch Vergleichen der Sendespannung mit einer 50-kHz-Referenzspannung gewonnen. Eine Verstellung dieser Referenzspannung ermöglicht die kontinuierliche Änderung des Sendepegels. Die gleichgerichtete Referenzspan-



Vereinfachtes Blockschaltbild des Pegelsenders PS-60

nung dient darüber hinaus zur Pegelanzeige am Instrument. Über den Modulationseingang, der direkt auf den Regelverstärker führt, läßt sich der Ausgangspegel durch eine externe Spannung regeln oder in seiner Amplitude modulieren.
Arbeitet der Pegelsender mit dem selektiven Pegelmesser SPM-60 oder SPM-6 in synchroner Frequenzeinstellung zusammen, so werden der durchstimmbare Trägeroszillator und der 1-MHz-Oszillator des PS-60 durch die entsprechenden Oszillatoren des Pegelmessers ersetzt. Beim Sendeteil PSS-60 sind der Trägeroszillator und die Frequenzanzeige nicht enthalten.

Beim Betrieb als Wobbelsender ersetzt der angeschlossene Wobbelzusatz den Trägeroszillator des Pegelsenders. Durch Zurückführen der Sendefrequenz zum Wobbelzusatz entsteht ein geschlossener Regelkreis. Auf diese Weise ergibt sich eine hohe Genauigkeit der Wobbelgrenzen.

Technische Daten des Pegelsenders — PS-60

Alle wesentlichen Geräteeigenschaften sind durch garantierte Toleranz- und Grenzwertangaben und nicht durch typische Werte gekennzeichnet. Sie gelten nicht nur bei Auslieferung, sondern mindestens für die gesamte Garantiezeit.
Sofern nicht anders vermerkt, gelten die Daten für den zulässigen Bereich der Netzspannung und für den Gebrauchs-Nennbereich der Temperatur sofort nach dem Einschalten.

Ausführung BN 610/0

Standardausführung mit koaxialem Ausgang
Innenwiderstand, umschaltbar . . . . . 0 Ω und 75 Ω
Reflexionsfaktor, R_i = 75 Ω . . . . . ≦ 0,02

Ausführung BN 610/4

Ausführung mit koaxialem und symmetrischem Ausgang
Innenwiderstände, umschaltbar
koaxial . . . . . 0, 50, 60, 65, 75, 124, 135, 150 Ω
symmetrisch . . . . . 0, 124, 135, 150 Ω

Reflexionsfaktor
koaxialer Ausgang,
R_i = 75 Ω . . . . . ≦ 0,02
R_i = 124 bis 150 Ω, f = 6 kHz bis 620 kHz . . . . . ≦ 0,01

symmetrischer Ausgang, R_i = 124 bis 150 Ω f = 6 kHz bis 620 kHz . . . . ≧ 40 dB
Unsymmetriedämpfung bei f = 620 kHz . . . . . ≧ 40 dB

Frequenzbereich

koaxialer Ausgang . . . . . 6 kHz bis 18,6 MHz
symmetrischer Ausgang (nur bei BN 610/4) . . . . . 6 kHz bis 620 kHz (1,6 MHz)
Frequenzeinstellung . . stetig über Grob-Fein-Getriebe und zusätzliche Feinverstimmung

Frequenzanzeige . . . Frequenzzähler mit 6stelliger, flackerfreier Leuchtziffern-Anzeige
Frequenzauflösung, umschaltbar . . . . . 1 kHz, 100 Hz, 10 Hz
Fehlergrenze der Frequenzanzeige . . . . . $\pm 9 \cdot 10^{-6} \pm 1$ Einheit der letzten angezeigten Stelle

Sendepegel

umschaltbar auf Spannungspegel (0 dB ≙ 0,775 V) oder
Leistungspegel für alle Innenwiderstandswerte (0 dBm ≙ 1 mW an Z)
Sendepegel bei 0 dB Instrumentenanzeige . . . . . −78, −76, ..., 0 dB
−72, −70, ..., +6 dBm

Instrumentenskala
Anzeige ungedehnt . . . . . −20 bis +1 dB
Anzeige gedehnt . . . . . −2,2 bis +0,3 dB

Fehlergrenzen des Sendepegels
im Bereich 0 dB (+6 dBm) bei 0 dB Anzeige und +20 °C Umgebungstemperatur
bei BN 610/0
$R_i = R_a$ = 75 Ω bzw. R_i = 0, R_a = 75 Ω f = 20 kHz bis 6 MHz . . . . ± 0,15 dB
$R_i = R_a$ = 75 Ω f = 6 kHz bis 18,6 MHz . . . ± 0,20 dB
bei BN 610/4
koaxialer Ausgang
$R_i = R_a$ = 50 Ω bis 75 Ω bzw. R_i = 0, R_a = 75 Ω f = 20 kHz bis 6 MHz . . . . ± 0,15 dB
$R_i = R_a$ = 50 Ω bis 75 Ω f = 6 kHz bis 18,6 MHz . . . . ± 0,20 dB
$R_i = R_a$ = 124 Ω bis 150 Ω f = 6 kHz bis 1,5 MHz . . . . ± 0,15 dB
symmetrischer Ausgang
$R_i = R_a$ = 124 Ω bis 150 Ω f = 6 kHz bis 620 kHz . . . . ± 0,15 dB
R_i = 0, R_a = 150 Ω f = 6 kHz bis 620 kHz . . . . ± 0,20 dB

Fehlergrenzen des Sendepegelschalters bezogen auf Stellung 0 dB (+6 dBm), Anzeige gedehnt
bei BN 610/0
$R_i = R_a$ = 75 Ω bzw. R_i = 0, R_a = 75 Ω f = 20 kHz bis 6 MHz . . . . ± 0,10 dB
$R_i = R_a$ = 75 Ω f = 6 kHz bis 18,6 MHz . . . ± 0,20 dB

bei BN 610/4
koaxialer Ausgang

$R_i = R_a = 75\,\Omega$ bzw. $R_i = 0$, $R_a = 75\,\Omega$	f = 20 kHz bis 6 MHz	±0,10 dB
$R_i = R_a = 50\,\Omega$ bis $75\,\Omega$	f = 6 kHz bis 18,6 MHz	±0,20 dB
$R_i = R_a = 124\,\Omega$ bis $150\,\Omega$	f = 6 kHz bis 1,5 MHz	±0,10 dB

symmetrischer Ausgang

$R_i = R_a = 124\,\Omega$ bis $150\,\Omega$ bzw. $R_i = 0$, $R_a = 150\,\Omega$	f = 6 kHz bis 620 kHz	±0,10 dB

Fehlergrenzen der Instrumentenskala, bezogen auf die 0-dB-Skalenmarke

Anzeige ungedehnt	±1% v. E.
Anzeige gedehnt	±0,03 dB

Mittlerer Temperaturkoeffizient des Sendepegels
im Betriebsgrenzbereich der Umgebungstemperatur, bezogen auf +20 °C . ±0,01 dB/K

Störspannungen

Harmonische und nichtharmonische Störspannungen
bei einem Sendepegel von 0 dB (+6 dBm), $R_i = R_a = 75\,\Omega$ bzw. $R_i = 0$, $R_a = 75\,\Omega$

Klirrdämpfung für k_2 und k_3

bei Grundwelle f = 20 kHz bis 6 MHz	≧ 50 dB
f = 6 kHz bis 18,6 MHz	≧ 40 dB
Nichtharmonische Störspannungen, Abstand vom Nutzsignal	≧ 60 dB

Kontrollausgang

Innenwiderstand, koaxial	75 Ω

Ausgangspegel bei Instrumentenanzeige 0 dB

$R_i = R_a = 75\,\Omega$	max.	−10 dB (245 mV)
	min.	−23 dB (60 mV)

Modulationseingang[1]

Frequenzbereich	0 bis 100 kHz
Eingangswiderstand	600 Ω
Modulationsspannungsbedarf für Sinusmodulation	U_{ss} ca. 6 mV für m = 1%
Max. zulässige Eingangsspannung	U_{eff} = 10 V

Allgemeine Daten

Zulässige Umgebungstemperatur

Lager-Bereich	−40 °C bis +60 °C
Betriebsgrenzbereich	−10 °C bis +50 °C
Gebrauchs-Nennbereich	+10 °C bis +35 °C

Stromversorgung

Netzspannung	110/117/127/220/227/235 V, −15% bis +10%
Netzfrequenz	45 bis 440 Hz
Leistungsaufnahme	ca. 20 VA
Schutzklasse nach VDE 0411	I

Abmessungen	Tischgerät PS-60 bzw. PSS-60		19-Zoll-Einschub (DIN 41 494)	
	Breite mit Griffen	478 mm	Einschubbreite	443 mm
	Höhe über alles	199 mm	Einschubhöhe	176 mm
	Tiefe mit Griffen	407 mm	Einbautiefe	353 mm

Gewicht	Pegelsender PS-60	16 kg
	Sendeteil PSS-60	14,2 kg

Bestellangaben

Pegelsender PS-60	
Standardausführung mit koaxialem Ausgang	BN 610/0
Ausführung mit zusätzlichem symmtrischem Ausgang	BN 610/4
Sendeteil PSS-60	
Standarausführung mit koaxialem Ausgang	BN 610/2
Ausführung mit zusätzlichem symmetrischem Ausgang	BN 610/5
Meßzubehör (gegen Aufpreis)	
Wechselrichter WR-420[2]	BN 678
Dekadischer Steueroszillator OD-600[2]	BN 614
und Trägerfrequenzkarte	BN 614/21
Wobbelzusatz WZ-6[2]	BN 408
Wobbelzusatz WZ-61[2]	BN 689
Transportschutzdeckel für PS-60 oder PSS-60	DE 3

1) Bei Benützung des Modulationseingangs wird die Sendepegelanzeige außer Betrieb gesetzt. Der Ausgangspegel läßt sich nur noch in 10-dB-Stufen verändern.
2) Technische Daten siehe entsprechende Datenblätter.

SPM-60
Selektiver Pegelmesser

für Spannungspegel- und Leistungspegelmessungen im Frequenzbereich (2) 6 kHz bis 18,6 MHz



- **Eichautomatik und Übersteuerungskontrolle**
- **Hohe Pegelmeßgenauigkeit, Pegellupe ± 0,5 dB**
- **Meßbereich in 2-dB-Stufen umschaltbar**
- **6stellige digitale Anzeige der Abstimmfrequenz, max. Auflösung 10 Hz**
- **Frequenz in einem Bereich durchstimmbar**
- **Geräteausführung mit Frequenzrasteinrichtung auf Wunsch**
- **Flinker Signaldetektor**
- **Dekadische Frequenzeinstellung in 1-Hz-Schritten mit Steueroszillator OD-600**

Anwendung und Eigenschaften

Der selektive Pegelmesser SPM-60 zeichnet sich durch seine besonders hohe Meßgenauigkeit und leichte Bedienbarkeit aus. Sein Frequenzbereich erstreckt sich bei den Geräteausführungen mit koaxialem 75-Ω-Eingang (BN 611/0, /4 und /5) von (2) 6 kHz bis 18,6 MHz. Damit ist das Gerät insbesondere für Messungen an breitbandigen Trägerfrequenzsystemen geeignet. Die Ausführungen BN 611/6, /7 und /8 gestatten zusätzlich symmetrische Messungen im Bereich 6 kHz bis 620 kHz, mit eingeschränkten Daten bis 1,6 MHz. Die Eingangswiderstände des symmetrischen und des koaxialen Eingangs sind hierbei auf die gebräuchlichen Werte umschaltbar.

Der SPM-60 ist handlich und leicht transportabel. Für netzunabhängigen Betrieb wie beispielsweise für Messungen in ferngespeisten Verstärkerstationen ist mit Hilfe des Wechselrichters WR-420 Batteriebetrieb möglich.

Eine Pegeleichautomatik, die eine manuelle Eichung überflüssig macht, gewährleistet hohe Meßgenauigkeit im gesamten Frequenzbereich ebenso wie eine merkliche Verringerung der Meßzeit. Der Pegelmesser ist außerdem mit einer Übersteuerungskontrolleinrichtung versehen, die Fehlmessungen als Folge einer Übersteuerung des Empfängers leicht zu erkennen und damit zu vermeiden gestattet.

Mit dem SPM-60 können Spannungspegel- und Leistungspegelmessungen bezogen auf den gewählten Eingangswiderstand durchgeführt werden. Für hochohmige und kapazitätsarme Messungen ist auf Wunsch der passive Tastkopf TK-9 oder der aktive Tastkopf TK-12 mit Netzteil TKN-12 erhältlich.

Der Meßbereich des Geräts ist in 2-dB-Stufen von + 20 dB bis – 90 dB (bzw. + 26 dBm bis – 80 dBm) umschaltbar, so daß sich eine gute Pegelauflösung ergibt. Für Messungen kleiner Pegel stehen die Meßbereiche – 100 dB und – 110 dB (bzw. – 90 dBm und – 100 dBm) zur Verfügung.

Die Anzeige des Meßergebnisses erfolgt an einem Instrument mit umschaltbaren Anzeigebereichen von 20 dB, 2 dB oder ± 0,5 dB. Mit der Pegellupe ± 0,5 dB sind kleinste Pegelabweichungen bis 0,01 dB ablesbar. Ein flinker Signaldetektor mit Anzeigelampe erleichtert beim schnellen Durchdrehen der Abstimmfrequenz das Auffinden unbekannter Empfangsfrequenzen.

Als weiterer Vorzug des Geräts ist die in einem Bereich durchstimmbare Frequenz hervorzuheben. Diese Art der Abstimmung ist besonders beim Aufsuchen von Störspannungen im Bereich der Trägerfrequenzübertragung über Richtfunkstrecken oder für die Analyse von Frequenzspektren von großem Vorteil. Zur Anzeige der Abstimmfrequenz dient ein eingebauter Zähler mit einer max. Auflösung von 10 Hz. Die helle und flackerfreie Leuchtziffern-Anzeige erlaubt auch bei ungünstigen Lichtverhältnissen eine gute Ablesbarkeit des Zählers.

Der Steueroszillator OD-600 mit eingebauter Trägerfrequenzkarte erlaubt die dekadische Einstellung der Abstimmfrequenz[1)] in kleinsten Schritten von 1 Hz. Für häufig wiederkehrende Messungen bei festen Frequenzen ist eine Bestückung des OD-600 mit dem Festfrequenzeinschub ODF-601 von Vorteil. Über einen Drehschalter lassen sich bis zu 26 vorprogrammierte Festfrequenzen anwählen. Darüber hinaus ist der ODF-601 auf automatischen Durchlauf umschaltbar, wobei einzelne Frequenzen ausgeblendet werden können. Mit der Fernsteuerkarte BN 614/22 ist eine Fernsteuerung der Steuerfrequenz möglich.

Zu erwähnen sind ferner die hohe Selektivität und Empfindlichkeit sowie der geringe Eigenklirrfaktor des SPM-60. Die effektive Rauschbandbreite kann zwischen 1,74 kHz und 400 Hz umgeschaltet werden. Auf Wunsch ist das Gerät zusätzlich mit einem 24-Hz-Bandfilter lieferbar. Damit ist z. B. die sehr genaue Analyse eines Empfangssignals nach Pegel und Frequenz möglich.

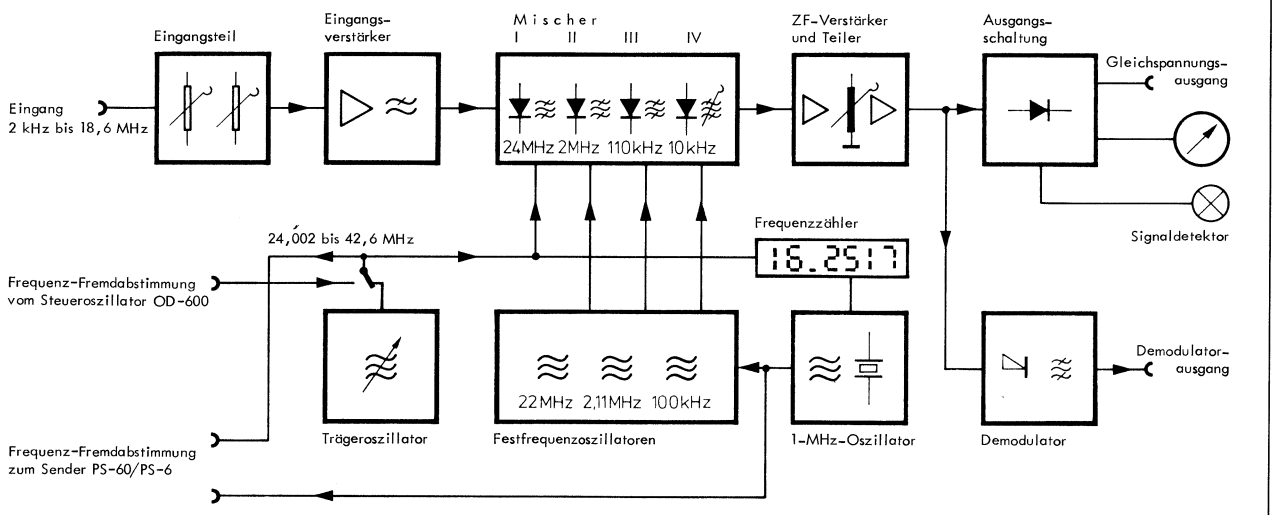
1) SPM-60 ab Serie H

Wird bei Messungen in der Entwicklung, in Prüffeldern oder im Betriebsdienst eine sehr hohe Stabilität der eingestellten Abstimmfrequenz verlangt, so ist der SPM-60 auf Wunsch mit einer Frequenzrasteinrichtung lieferbar. Da das Frequenzraster kontinuierlich verstellbar ist, kann jede beliebige Abstimmfrequenz im gesamten Frequenzbereich quarzstabil gerastet werden. Ist der Pegelmesser mit der 24-Hz-Bandbreite und der Frequenzrasteinrichtung ausgerüstet, so lassen sich Gruppen- und Übergruppenpilote an TF-Systemen während des Betriebs messen bzw. überwachen.

Der eingebaute Demodulatorzusatz erlaubt die Demodulation von Einseitenbandsignalen in Regel- oder Kehrlage. Die Ausgangsfrequenz des Demodulators kann bei Abstimmung auf Filtermitte von 1 kHz auf 2 kHz umgeschaltet werden. In Stellung 1 kHz sind zusammen mit der bereits erwähnten Frequenzrasteinrichtung Phasenjittermessungen in der TF-Lage möglich. Als Jittermeßgerät entsprechend der CCITT-Empfehlung O.91 eignet sich das Datenleitungsmeßgerät DLM-1 von Wandel & Goltermann. Für Unterbrechungsmessungen nach CCITT steht das auf 2 kHz umgesetzte Meßsignal zur weiteren Auswertung zur Verfügung.

Der Pegelmesser SPM-60 läßt sich mit dem Pegelsender PS-60 bzw. mit dem im gleichen Frequenzbereich arbeitenden Pegelsender PS-6 zu einem vollständigen Pegelmeßplatz ergänzen. Werden Sender und Empfänger am gleichen Ort benutzt, so kann die Frequenz durch eine Hilfsverbindung zwischen den beiden Geräten synchron vom Empfänger aus abgestimmt werden, was die Bedienung besonders vereinfacht. Für diesen Fall ist auch der spezielle Sendeteil PSS-60 ohne eingebauten Abstimmoszillator verwendbar. Zusammen mit dem Pegelmesser SPM-60 entsteht dann der selektive Pegelmeßplatz PSM-60. Sofern bei dieser Betriebsart der SPM-60 die Frequenzrasteinrichtung eingebaut hat, ist diese auch für den ferngesteuerten Sender wirksam.

Für Reflexions- oder Unsymmetriedämpfungsmessungen sind die Meßzusätze RFZ-5 (koaxial, oberhalb 10 kHz) und RFZ-12 (koaxial bis 4,5 MHz und symmetrisch) bzw. SDZ-12 erhältlich.



Vereinfachtes Blockschaltbild des selektiven Pegelmessers SPM-60

Technische Einzelheiten

Der Pegelmesser SPM-60 ist ein Empfänger, der nach dem Prinzip der Mehrfachüberlagerung mit 4 Zwischenfrequenzen arbeitet. Die letzte Zwischenfrequenz ist 10 kHz. Bei dieser Frequenz erfolgt die Hauptverstärkung und -selektion. Das 10-kHz-Signal wird gleichgerichtet und am Instrument angezeigt.
Gleichzeitig kann auch die angezeigte Spannung an einem rückwirkungsfreien Gleichspannungsausgang abgenommen werden. Über einen Demodulatorausgang ist das Kontrollieren einseitenbandmodulierter Signale möglich. An zwei weiteren Ausgängen stehen die für die Frequenz-Fremdabstimmung des Senders PS-60 oder PS-6 notwendigen Signale zur Verfügung.
Die hohe Pegelmeßgenauigkeit wird durch eine Pegel-Eichautomatik erreicht, die im 1-Hz-Takt kurzzeitig die Verstärkung bei der jeweiligen Abstimmfrequenz und in dem gerade benutzten Pegelmeßbereich nachprüft und selbsttätig auf den Sollwert nachregelt. Eine Kontrolltaste gestattet die rasche und bequeme Überprüfung des Pegelmessers auf Übersteuerung und damit eine Vermeidung von Meßfehlern, wenn am Eingang des Geräts stark unterschiedliche Pegel mit verschiedenen Frequenzen liegen.
Bei der Fremdabstimmung des Pegelmessers durch den dekadischen Steueroszillator OD-600 ersetzt dessen Steuersignal das Ausgangssignal des Trägeroszillators im SPM-60 (ab Serie H). Die jeweilige Abstimmfrequenz ist auch in diesem Fall am eingebauten Frequenzzähler ablesbar.
Die Ausrüstung mit der Universalbuchse Versacon® 9 am koaxialen Eingang läßt – nach Auswechseln des Anschlußstückes – die Verwendung aller gängigen Stecker zu.

Technische Daten des selektiven Pegelmessers SPM-60

Alle wesentlichen Geräteeigenschaften sind durch garantierte Toleranz- und Grenzwertangaben und nicht durch typische Werte gekennzeichnet. Sie gelten nicht nur bei Auslieferung, sondern mindestens für die gesamte Garantiezeit.
Sofern nicht anders vermerkt, gelten die Daten für den zulässigen Bereich der Netzspannung und für den Gebrauchs-Nennbereich der Temperatur sofort nach dem Einschalten.

Frequenzbereich

unsymmetrisch . . . . . 2 kHz[1] bis 18,6 MHz
symmetrisch (bei BN 611/6, /7 und /8) . . . . . 6 kHz bis 620 kHz (1,6 MHz)

Frequenzeinstellung . stetig über Grob-Fein-Getriebe und zusätzliche Feinverstimmung

Frequenzanzeige . . . . . durch Frequenzzähler mit 6stelliger, flackerfreier Leuchtziffern-Anzeige

Frequenzauflösung, umschaltbar . . . . . 1 kHz, 100 Hz, 10 Hz
Messungen/s 77, 8, 3,3

Fehlergrenze der Frequenzanzeige im Gebrauchs-Nennbereich der Umgebungstemperatur . . . . . $\leqq \pm 9 \cdot 10^{-6} \pm 1$ Einheit der letzten angezeigten Stelle

Frequenzrasteinrichtung (bei BN 611/4, /5, /7 und /8)

Temperaturkoeffizient der Abstimmfrequenz im gerasteten Zustand, im Betriebs-Grenzbereich der Umgebungstemperatur . . . . . $\leqq (\pm 5 \cdot 10^{-7} \pm 0{,}9$ Hz)/K

Pegelanzeige

mit automatischer Amplitudeneichung,
umschaltbar auf Spannungspegel (0 dB ≙ 0,775 V) oder
Leistungspegel (0 dBm ≙ 1 mW an Z)
Meßbereiche für 0 dB Instrumentenanzeige . – 110, – 100, – 90, – 88, – 86, . . .,+ 20 dB
– 100, – 90, – 80, – 78, – 76, . . ., + 26 dBm

Instrumentenskalen
Skalenbereich 20 dB . . . . . – 22 bis + 1 dB
Skalenbereich 2 dB . . . . . – 2,2 bis + 0,3 dB
Skalenbereich ± 0,5 dB (Pegellupe) . . . . . – 0,5 bis + 0,5 dB

Kleinste ablesbare Pegeldifferenz
Skalenbereich 2 dB . . . . . 0,02 dB
Skalenbereich ± 0,5 dB . . . . . 0,01 dB

Flinker Signaldetektor
Ansprechschwelle bezogen auf 0 dB Instrumentenausschlag
im Skalenbereich 20 dB . . . . . ca. 20 dB
im Skalenbereich 2 dB . . . . . ca. –2,1 dB

Fehlergrenzen der Anzeige des Eingangspegels
Fehlergrenze der Pegelanzeige im Bereich 0 dB (+10 dBm)[2]
bei 0 dB Anzeige im Skalenbereich 2 dB und bei +20 °C

koaxialer Eingang	f = 20 kHz bis 6 MHz	± 0,10 dB
	f = 6 kHz bis 18,6 MHz	± 0,15 dB
	f = 2 kHz bis 6 kHz[1]	± 0,20 dB
symmetrischer Eingang	f = 6 kHz bis 620 kHz	± 0,15 dB

1) Im Frequenzbereich f = 2 kHz bis 6 kHz mit Bandbreite „schmal" bzw. Pilotfilter
2) Bei Bandbreite 24 Hz erhöht sich der Fehler um ≦ ± 0,02 dB; bei Anwesenheit eines diskreten Störpegels in der Größe des Meßpegels im Abstand ≧ ± 70 Hz vom Meßsignal zusätzlich um ≦ ± 0,02 dB.

Fehlergrenze des Frequenzganges in den Pegelbereichen −90 dB (−80 dBm) bis +10 dB (+20 dBm) im Frequenzbereich 6 kHz bis 18,6 MHz . . . . . ± 0,1 dB

Fehlergrenze des Meßbereichsschalter für f = 6 kHz bis 18,6 MHz bezogen auf Stellung 0 dB (+10 dBm) in den Bereichen[3]
−90 bis +8 dB (−80 bis +18 dBm) . . . . . ± 0,05 dB[4]
+10 bis +20 dB (+20 bis +26 dBm) . . . . . ± 0,08 dB
−100 dB, −110 dB (−90 dBm, −100 dBm) . . . . . ± 1 dB

Fehlergrenzen der Instrumentenskalen bezogen auf 0-dB-Skalenmarke
Skalenbereich 20 dB . . . . . ± 1% v. E.
Skalenbereich 2 dB . . . . . ± 0,03 dB
Skalenbereich ± 0,5 dB . . . . . ± 0,015 dB

Mittlerer Temperaturkoeffizient im Betriebsgrenzbereich der Umgebungstemperatur bezogen auf +20 °C bei Instrumentenausschlag 0 dB
im Skalenbereich 2 dB . . . . . ≦ ± 0,005 dB/K
im Skalenbereich ± 0,5 dB . . . . . ≦ ± 0,007 dB/K

Unruhe der Instrumentenanzeige in den Skalenbereichen 2 dB, ± 0,5 dB und Einstellung „träge" durch überlagertes Rauschen bei 75 Ω Eingangswiderstand in den Bereichen
−90 bis +8 dB (−80 bis +18 dBm) . . . . . ca. ± 0,005 dB
+10 bis +20 dB (+20 bis +26 dBm) . . . . . ca. ± 0,015 dB
−100, −110 dB (−90, −100 dBm) . . . . . ca. ± 0,15 dB

Störausschlag bei offenem Eingang, 50 bis 150 Ω Eingangswiderstand, f ≧ 6 kHz und Bandbreite 1,74 kHz in Stellung
−90 dB (−80 dBm) . . . . . ≦ −112 dB (−102 dBm)
−100 dB (−90 dBm) . . . . . ≦ −122 dB (−112 dBm)
−110 dB (−100 dBm) unsymmetrisch . . . . . ≦ −126 dB (−116 dBm)
symmetrisch . . . . . ≦ −123 dB (−113 dBm)

Meßeingänge

Eingang bei BN 611/0, /4, /5 unsymmetrisch . . . . . Buchse Versacon® 9

Eingangswiderstand, umschaltbar . . . . . 75 Ω und 10 kΩ ‖ ca. 45 pF

Reflexionsfaktor bei R_e = 75 Ω im Bereich
−100 bis +20 dB (−90 bis +26 dBm) . . . . . ≦ 0,02
−110 dB (−100 dBm) . . . . . ≦ 0,05

Eingänge bei BN 611/6 bis /8 unsymmetrisch . . . . . Buchse Versacon® 9
und symmetrisch . . . . . 3polige TF-Buchse

Eingangswiderstand
umschaltbar, unsymmetrisch . . . . . 50, 60, 65, 75, 124, 135, 150 Ω und 10 kΩ ‖ ca. 45 pF
symmetrisch . . . . . 124, 135, 150 Ω und ca. 5 kΩ

Reflexionsfaktor bei R_e = 50 bis 75 Ω, unsymmetrisch, in Stellung
−100 bis +20 dB (−90 bis +26 dBm) . . . . . ≦ 0,02
−110 dB (−100 dBm) . . . . . ≦ 0,06

bei R_e = 124 bis 150 Ω, unsymmetrisch, f ≦ 1,5 MHz . . . . . ≦ 0,01
bei R_e = 124 bis 150 Ω, symmetrisch . . . . . ≦ 0,03

Symmetriedämpfung bei f ≦ 620 kHz . . . . . ≧ 35 dB
bei f = 6 kHz . . . . . ≧ 70 dB

Zulässige Eingangsspannung (Überlastungsgrenze) für alle Eingänge
Eingangswiderstände 50 bis 150 Ω . . . . . U_{eff} ≦ 10 V
Eingangswiderstand 10 kΩ, Wechselspannung . . . . . U_s ≦ 25 V
Gleichspannung . . . . . U ≦ 42 V

Selektion

umschaltbar
»breit«
3-dB-Bandbreite . . . . . 2,3 kHz
effektive Rauschbandbreite . . . . . 1,74 kHz
Dämpfung bei Δf ≧ ± 2 kHz (bis Serie G: Δf ≧ ± 4 kHz) . . . . . ≧ 60 dB

3) Bei Fremdsteuerung des Senders durch den Pegelmesser und Anzeige des Sendepegels vergrößert sich der angegebene Fehler um ≦ 0,03 dB.
4) Im Frequenzbereich f = 2 kHz bis 6 kHz erhöht sich der Fehler um 0,04 dB.

»schmal«
3-dB-Bandbreite . . . . . 500 Hz
effektive Rauschbandbreite . . . . . 400 Hz
Dämpfung bei $\Delta f \geqq \pm 1$ kHz . . . . . $\geqq$ 30 dB
bei $\Delta f \geqq \pm 2$ kHz . . . . . $\geqq$ 60 dB

Pilotfilter (bei BN 611/5 und /8)
3-dB-Bandbreite . . . . . ca. 30 Hz
effektive Rauschbandbreite . . . . . ca. 24 Hz
Dämpfung bei $\Delta f \geqq \pm 70$ Hz . . . . . $\geqq$ 26 dB
bei $\Delta f \geqq \pm 80$ Hz . . . . . $\geqq$ 28 dB
bei $\Delta f \geqq \pm 200$ Hz . . . . . $\geqq$ 40 dB
bei $\Delta f \geqq \pm 1$ kHz . . . . . $\geqq$ 70 dB

ZF-Dämpfung . . . . . $\geqq$ 80 dB
Spiegelwellendämpfung . . . . . $\geqq$ 80 dB

Eigenklirrdämpfung in den Stellungen »klirrarm« für Eingangspegel $\leqq$+10 dB (+20 dBm) für k_2 und k_3 bei einer Erhöhung der Empfindlichkeit um 50 dB gegenüber dem Grundwellenmeßbereich, f $\geqq$ 300 kHz . . . . . $\geqq$ 75 dB
f = 6 bis 300 kHz . . . . . $\geqq$ 65 dB

Klirrarme Bereiche . . . . . −110, −100, −90, −70, −50, −30 dB
−100, −90, −80, −60, −40, −20 dBm

Ausgänge

unsymmetrisch, kurzschlußfest

Gleichspannungsausgang, 3polige TF-Buchse . . . . . R_i = 5 kΩ
Ausgangsleerlaufspannung bei 0-dB-Instrumentenanzeige . . . . . U = 4,3 V

Demodulatorausgang, 3polige TF-Buchse . . . . . R_i = 600 Ω
Ausgangsspannung bei 0-dB-Instrumentenanzeige . . . . . ca. 0 dB an 600 Ω Last
Ausgangsfrequenz bei Abstimmung auf Filtermitte, umschaltbar . . . . 1 kHz, 2 kHz
Einseitenbanddemodulation, umschaltbar . . . . . Regellage/Kehrlage

Eichtakt abschaltbar, Signallampe für den abgeschalteten Zustand

Eigen-Phasenjitter der Demodulator-Ausgangsspannung (nur bei BN 611/4, /5, /7 und /8) nach CCITT-Empfehlung O.91 im gerasteten Zustand der Frequenzabstimmung, bei Bandbreite 1,74 kHz, Ausgangsfrequenz 1 kHz, Meßbereichsschalter in den Stellungen −72, −52, −32 bis +20 dB (−62, −42, −22 bis +26 dBm)
für f = 6 kHz bis 1 MHz . . . . . $\leqq$ 1°
für f = 6 kHz bis 18,6 MHz . . . . . $\leqq$ 1,5°

Steuerausgänge zur Fremdabstimmung der Pegelsender PS-6, PS-60 oder PSS-60

Eingang für Fremdabstimmung des SPM-60 (ab Serie H) durch den dekadischen Steueroszillator OD-600 mit Trägerfrequenzkarte 24 bis 42,6 MHz (Option BN 614/21)

Allgemeine Daten

Zulässige Umgebungstemperatur
Lagerungs-Grenzbereich . . . . . −40 °C bis +60 °C
Betriebs-Grenzbereich . . . . . −10 °C bis +50 °C
Gebrauchs-Nennbereich . . . . . +10 °C bis +35 °C

Stromversorgung
Netzspannung . . . . . 110 V/117 V/127 V/ 220 V/ 227 V/ 235 V, −15% bis +10%
Netzfrequenz . . . . . 45 bis 440 Hz
Leistungsaufnahme . . . . . ca. 20 VA
Schutzklasse nach VDE 0411 I
Batteriebetrieb . . . . . über Wechselrichter WR-420

Abmessungen	Tischgerät		19"-Einschub (DIN 41494)	
	Breite mit Griffen	478 mm	Einschubbreite	443 mm
	Höhe über alles	199 mm	Einschubhöhe	176 mm
	Tiefe mit Griffen	407 mm	Einbautiefe	353 mm

Gewicht . . . . . 19,5 kg

Meßzubehör

Tastkopf TK-9

passiver Tastkopf

Frequenzbereich	50 kHz bis 18,6 MHz
Dämpfung im Frequenzbereich 50 kHz bis 13 MHz bei 20 °C	20 dB ± 0,1 dB
Eingangswiderstand	ca. 5 kΩ ‖ 17 pF
Zulässige Umgebungstemperatur	−10 bis +50 °C
Anschluß, koaxial	Universalbuchse Versacon® 9 für alle gebräuchlichen Steckereinsätze bzw. Tastspitze

Tastkopf TK-12

aktiver Tastkopf

Frequenzbereich unsymmetrisch	200 Hz bis 18,6 MHz
symmetrisch	200 Hz bis 2 MHz
Verstärkung, einstellbar	0 dB
Fehlergrenzen des Frequenzgangs bezogen auf 1 MHz	
im Bereich 300 Hz bis 2 MHz	± 0,05 dB
im Bereich 200 Hz bis 18,6 MHz	± 0,45 dB
Maximalpegel	0 dB
Eingangswiderstand unsymmetrisch bei f = 10 kHz	ca. 1 MΩ ‖ 15 pF
symmetrisch bei f = 10 kHz	ca. 1 MΩ ‖ 25 pF
Gleichtaktspannung U_s im Bereich 200 Hz bis 2 MHz	≦ 2 V
Unsymmetriedämpfung im Bereich 200 Hz bis 2 MHz	≧ 40 dB
Eigenklirrdämpfung bei 0 dB und f = 20 kHz	≧ 50 dB
bei 0 dB und f = 6 MHz	≧ 40 dB
Anschluß, unsymmetrisch	Universalbuchse Versacon® 9 für alle gebräuchlichen Steckereinsätze bzw. Tastspitze

Standardzubehör	1 koaxialer Stecker und Tastspitze mit Masseschelle
Auf Wunsch gegen Aufpreis lieferbar	symmetrischer TF-Stecker (Best.-Nr. S 804)
Stromversorgung, Netzteil für TK-12	TKN-12

Dekadischer Steueroszillator OD-600

mit Trägerfrequenzkarte (Option BN 614/21) zur dekad. Abstimmung des SPM-60 (ab Serie H)

Dekadische Frequenzeinstellung	2 kHz bis 18,6 MHz
Kleinster Frequenzschritt	1 Hz

Kontinuierliche Frequenzeinstellung (Option BN 614/23) über Trommelskala

Verstimmbereiche	−30 bis +100 Hz/−0,3 bis +1 kHz/−3 bis +10 kHz/−30 bis +100 kHz
Feinverstimmung in den gleichen Bereichen durch eine externe Spannung an R_e ca. 50 kΩ	−1,5 bis +5 V
Fernsteuerung der Frequenz (Option BN 614/22)	BCD-Code, negative Logik

Festfrequenzeinschub ODF-601

mit Programmier- und Frequenzsperrkarten für	max. 26 Festfrequenzen
Frequenzanwahl	durch Schalter oder automatischer Ablauf

Bestellangaben

Selektiver Pegelmesser SPM-60	BN 611/0
mit Frequenzrasteinrichtung	BN 611/4
mit Frequenzrasteinrichtung und 24-Hz-Bandbreite	BN 611/5
mit symmetrischem Eingang	BN 611/6
mit symm. Eingang und Frequenzrasteinrichtung	BN 611/7
mit symm. Eingang, Frequenzrasteinrichtung und 24-Hz-Bandbreite	BN 611/8
Meßzubehör gegen Aufpreis	
Passiver Tastkopf TK-9	BN 265
Aktiver Tastkopf TK-12 mit Netzteil TKN-12	BN 574 und BN 623
Reflexionsdämpfungsmeßzusatz RFZ-5[5]	BN 394
Reflexionsdämpfungsmeßzusatz RFZ-12[5]	BN 810
Unsymmetriedämpfungsmeßzusatz SDZ-12[5]	BN 811
Wechselrichter WR-420[6]	BN 678
Transportschutzdeckel für SPM-60	DE 3

5) Technische Daten siehe Datenblatt Meßzubehör
6) Technische Daten siehe Datenblatt WR-420

OD-600
Dekadischer Steueroszillator

für die Pegelsender PS-6, PS-60, PSS-60, PSE-61
und die Pegelmesser SPM-6, SPM-60
Frequenzbereich 6 kHz bis 18,6 MHz



- **Dekadische Frequenzeinstellung in kleinsten Schritten von 1 Hz**
- **Kontinuierliche Frequenzeinstellung als Option**
- **Fernsteuerung der Frequenz als Option**
- **Festfrequenzeinschub für max. 26 vorprogrammierte Festfrequenzen**
- **Manuelle oder automatische Fortschaltung der Festfrequenzen**
- **Einrichtung zum Sperren einzelner Festfrequenzen**
- **Messungen mit Frequenzversatz**
- **Automatisch ablaufende selektive Streckenmessung an TF-Systemen ohne zusätzliche Synchronisierung, auch während des Betriebs**

Anwendung und Eigenschaften

Zahlreiche Meßaufgaben an TF-Systemen und deren Baugruppen erfordern eine genaue und stabile Frequenzeinstellung der verwendeten Pegelmeßgeräte. Der Steueroszillator OD-600 erlaubt die dekadische Frequenzeinstellung des Pegelmeßplatzes PS-6/SPM-6 in kleinsten Schritten von 1 Hz. Mit einer zusätzlichen Trägerkarte (Option BN 614/21) lassen sich die Pegelsender PS-60 und PSS-60 sowie der selektive Pegelmesser SPM-60 (ab Serie H) dekadisch abstimmen. Die schon sehr gute Frequenzstabilität des OD-600 kann durch eine externe 1-MHz-Normalfrequenz noch erhöht werden.

Auf Wunsch kann der Steueroszillator mit einer kontinuierlichen Frequenzabstimmung (Option BN 614/23) ausgerüstet werden. Damit ist eine Verstimmung um max. 100 kHz bezogen auf den dekadisch eingestellten Wert möglich. Für den Einsatz des OD-600 in Meßautomaten ist die Fernsteuerkarte BN 614/22 vorgesehen.

Zusammen mit dem Sendereinschub PSE-61 bildet der OD-600 einen genauen, in der Frequenz fernsteuerbaren dekadischen Pegelsender hoher spektraler Reinheit. Der Sendepegel kann in 5-dB-Schritten und kontinuierlich im Bereich von −51 bis +0,5 dB verändert werden. Neben dem koaxialen 75-Ω-Ausgang für den Frequenzbereich 6 kHz bis 18,6 MHz ist ein symmetrischer 150-Ω-Ausgang für den Bereich 6 kHz bis 620 kHz vorhanden. Das Gerät ist von Spannungspegel- auf Leistungspegeleichung umrüstbar.

Für häufig wiederkehrende Messungen bei festen Frequenzen ist eine Bestückung des Steueroszillators mit dem Festfrequenzeinschub ODF-601 von Vorteil. Über einen Drehschalter lassen sich bis zu 26 vorprogrammierte Festfrequenzen anwählen. Darüber hinaus ist der ODF-601 auf automatischen Durchlauf umschaltbar, wobei auch einzelne Festfrequenzen ausgeblendet werden können. Beim Frequenzwechsel kann der Sendepegel des angeschlossenen Senders weich aus- und eingetastet werden.
Messungen mit Frequenzversatz, z. B. bei der Prüfung von Umsetzern, sind durch Parallelbetrieb von 2 Einschüben ODF-601 möglich. Befindet sich an beiden Enden einer TF-Übertragungsstrecke jeweils ein Festfrequenzeinschub, so lassen sich automatisch ablaufende selektive Streckenmessungen ohne zusätzliche Synchronisierung durchführen. Durch die hohe Frequenzgenauigkeit sind Messungen in den Kanallücken von TF-Systemen auch während des Betriebs möglich (Kanallückenmeßeinrichtung).
Die eingestellte Festfrequenz bzw. die Betriebsart wird durch Leuchtdioden angezeigt. Über einen X-Y-Ausgang am ODF-601 lassen sich die Meßwerte mit einem Schreiber registrieren.

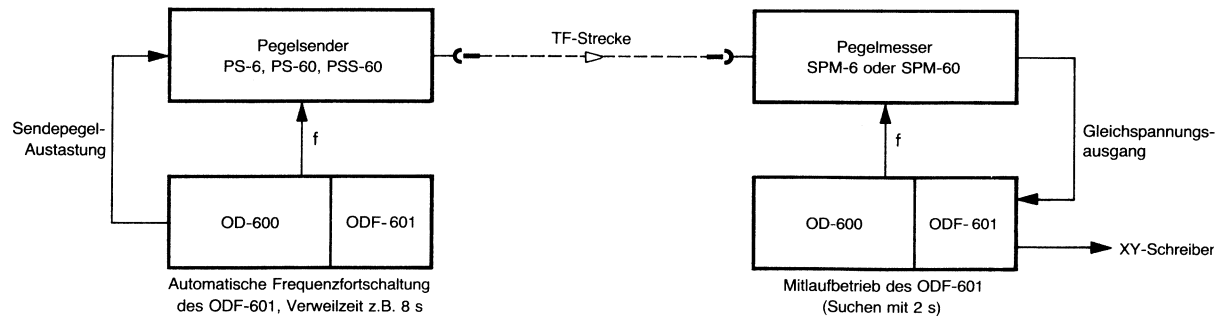
Der leicht transportable Steueroszillator ist als Tischgerät oder als Einschub für 19"-Gestelle lieferbar. Die Ausrüstung mit der Universalbuchse Versacon® 9 an den koaxialen Aus- und Eingängen ermöglicht die Verwendung aller gebräuchlichen Buchsensysteme.

Technische Einzelheiten

Zur dekadischen Frequenzeinstellung des Pegelsenders PS-6 und des Pegelmessers SPM-6 liefert der Steueroszillator OD-600 die Steuerspannung für den in 1-MHz-Schritten umschaltbaren Rastoszillator sowie die Interpolationsfrequenz im Bereich 3 bis 4 MHz. Diese Frequenz wird in einem spannungsgesteuerten Oszillator erzeugt und in einem Zähler ermittelt. Der Zählerstand wird in einer Vergleichsschaltung mit der dekadischen Einstellung an den Frequenzschaltern verglichen. Das Ausgangssignal der Vergleichsschaltung regelt die Oszillatorfrequenz auf ihren Sollwert. Die quarzgenaue Zeitbasis des Zählers gewährleistet eine hohe Frequenzgenauigkeit und -konstanz.
Um auch die Geräte PS-60, PSS-60 und SPM-60 (ab Serie H) dekadisch abstimmen zu können, ist die Trägerfrequenzkarte BN 614/21 erforderlich, die das Trägersignal im Frequenzbereich 24 bis 42,6 MHz erzeugt.

Der Festfrequenzeinschub ODF-601 ist mit 2 Programmierkarten für insgesamt 26 Festfrequenzen ausgestattet. Die Vorprogrammierung läßt sich durch Einlöten von Dioden vornehmen. Bei Umsetzermessungen mit Frequenzversatz wird der zweite ODF-601 um den Betrag der Umsetzfrequenz höher oder tiefer vorprogrammiert. Die Frequenzfortschaltung erfolgt von Hand oder automatisch. Im letzteren Fall sind die Verweilzeiten intern zwischen 2, 4 und 8 s umschaltbar. Bei der automatisch ablaufenden Streckenmessung dient das Ausbleiben der Signalspannung am Gleichspannungsausgang des Pegelmessers unmittelbar nach dem Frequenzwechsel zur synchronen Weiterschaltung des empfangsseitigen Festfrequenzeinschubs. Die einzelnen Festfrequenzen können auch durch eine schrittweise veränderbare Gleichspannung angewählt werden.

Der Sendereinschub PSE-61 erhält vom Steueroszillator OD-600 (mit Option BN 614/21) das Trägersignal im Bereich 24,006 bis 42,6 MHz. Dieses wird mit der in einem Quarzoszillator des PSE-61 erzeugten 24-MHz-Festfrequenz in den Sendefrequenzbereich 6 kHz bis 18,6 MHz umgesetzt. Vom Sendemischer gelangt das Signal über einen Tiefpaß, der unerwünschte Mischprodukte unterdrückt, auf einen Verstärker. Im nachfolgenden Ausgangsteiler kann der Sendepegel in 5-dB-Stufen abgeschwächt werden. Eine automatische Amplitudenregelung hält den eingestellten Pegel unabhängig von der Sendefrequenz konstant. Über diesen Regelkreis erfolgt auch die Pegelfeineinstellung. Der Ausgang ist zwischen 75 Ω koaxial und 150 Ω symmetrisch (6 kHz bis 620 kHz) umschaltbar.
Für die Frequenzabstimmung des PSE-61 durch den Pegelmesser SPM-6 oder SPM-60 ist im Steueroszillator OD-600 neben dem Trägerfrequenzeingang 24.006 bis 42,6 MHz ein 1-MHz-Eingang zur Synchronisierung des 24-MHz-Quarzoszillators vorgesehen.



Kanallückenmeßeinrichtung für die automatische selektive Streckenmessung

Technische Daten des Dekadischen Steueroszillators — OD-600

Sofern nicht anders vermerkt, gelten die Daten für die Nenngebrauchsbereiche der Umgebungstemperatur, der Netzspannung und Netzfrequenz sowie für den Frequenzbereich 6 kHz bis 18,6 MHz nach 10 min Anwärmzeit.

Frequenzeinstellung

Dekadische Frequenzeinstellung,
an 8 Stufenschaltern . . . . . 0 bis 19,999 999 MHz
Kleinster Frequenzschritt . . . . . 1 Hz
Fehlergrenzen der Frequenz
bei Betrieb mit Trägerfrequenzkarte Option BN 614/21
und Steuerung des PS-6, PS-60, PSS-60, PSE-61 . . . . . 1 Hz $\pm 2 \cdot 10^{-6}$ [1]
Alterung . . . . . ca. $\pm 1 \cdot 10^{-6}$/Jahr

bei Steuerung des SPM-60 oder eines Meßplatzes aus PS-60 (PSS-60)
und SPM-60 sowie bei Betrieb des Grundgeräts mit PS-6, SPM-6
oder einem Meßplatz aus PS-6 und SPM-6 bei 20 °C . . . . . 1 Hz $\pm 3 \cdot 10^{-6}$
mittlerer Temperaturkoeffizient . . . . . $\pm 4 \cdot 10^{-7}$/K
Alterung . . . . . ca. $\pm 1 \cdot 10^{-6}$/Jahr

Kontinuierliche Frequenzeinstellung (Option) bei dekadisch eingestellter Bezugsfrequenz
Feinverstimmung über Trommelskala, 4 Bereiche . . . . . −30 bis +100 Hz/
−0,3 bis +1 kHz/−3 bis +10 kHz/−30 bis +100 kHz
Zusätzlicher Frequenzfehler . . . . . ± 4 % vom Skalenendwert
Feinverstimmung in den gleichen Bereichen durch eine
externe Spannung an R_e ca. 50 kΩ . . . . . −1,5 V bis +5 V

Fernsteuerung der Frequenz (Option) . . . . 1-2-4-8-BCD-Code, negative TTL-Logik

Einstellgeschwindigkeit, Frequenzfehler nach	20 ms	100 ms	350 ms	500 ms
bei einem Sprung von ≦ 1 MHz	≦ 30 Hz	≦ 15 Hz	≦ 2 Hz	≦ 1 Hz

Spektrale Reinheit

bezogen auf das Sendesignal von PS-6, PS-60, PSS-60, PSE-61:
Es gelten die für diese Geräte angegebenen Werte.

Ausgänge

Interne Normalfrequenz . . . . . 1 MHz

Interpolationsfrequenz . . . . . 3 bis 4 MHz
für den Pegelsender PS-6 und den selektiven Pegelmesser SPM-6

Einstellspannung für die Rastoszillatoren in PS-6 und SPM-6

Trägerfrequenz mit Option BN 614/21 . . . . . 24 bis 42,6 MHz
zur Steuerung der Pegelsender PS-6, PS-60, PSS-60, PSE-61
und des selektiven Pegelmessers SPM-60 (ab Serie H)

Pegelaustastsignal für die Pegelsender PS-6, PS-60, PSS-60
nur in Verbindung mit dem Einschub ODF-601 wirksam

Eingänge

Externe Normalfrequenz . . . . . 1 MHz
Erforderliche Eingangsspannung U_{eff} . . . . . ca. 1 V
Eingangswiderstand . . . . . ca. 1 kΩ

Externe Trägerfrequenz . . . . . 24 bis 42,6 MHz
zur Abstimmung des Sendereinschubs PSE-61 vom Pegelmesser SPM-6
oder SPM-60

Festfrequenzeinschub ODF-601

Anzahl der vorprogrammierbaren Festfrequenzen . . . . . max. 26
Programmierung . . . . . über Dioden, Code BCD 1-2-4-8

Anzahl der sperrbaren Frequenzen . . . . . max. 26
Programmierung . . . . . durch Brücken auf spezieller Sperrkarte

Einstellung der Festfrequenzen
Manuelle Betriebsart . . . . . durch Drehschalter

Automatischer Ablauf, intern umschaltbar . . . . . Einzel- oder Dauerablauf
Verweilzeit pro Frequenz, intern umschaltbar . . . . . 2, 4 und 8 s

1) Serie A: $\pm 3 \cdot 10^{-6}$

ODF-601 (Fortsetzung)

Fernsteuerung durch Gleichspannung in Schritten von 0,2 V . . . . . 0 bis +5 V

LED-Anzeige der Betriebsart, der eingestellten Festfrequenz bzw. gesperrten Frequenz

Gleichspannungsausgang für die X-Ablenkung eines Schreibers
oder zur gleichlaufenden Steuerung eines weiteren ODF-601
Ausgangsspannung für 26 Schritte von 0,2 V . . . . . 0 bis +5 V
Innenwiderstand . . . . . 5 kΩ

Sendereinschub PSE-61

zum festen Einbau in den Steueroszillator OD-600 mit Trägerfrequenzkarte BN 614/21
Koaxialer Ausgang . . . . . Universalbuchse Versacon® 9
umrüstbar auf alle gebräuchlichen Buchsensysteme
Innenwiderstand . . . . . 75 Ω
Frequenzbereich . . . . . 6 kHz bis 18,6 MHz

Symmetrischer Ausgang . . . . . 3polige TF-Buchse
Innenwiderstand . . . . . 150 Ω
Frequenzbereich . . . . . 6 kHz bis 620 kHz
Betriebsunsymmetriedämpfung . . . . . ≧40 dB

Sendepegel von Spannungs- auf Leistungspegel umrüstbar
Pegelgrobeinstellung in 5-dB-Stufen . . . . . −45 . . . 0 dB (−35 . . . +10 dBm)
Zusätzlich kontinuierlich einstellbar im Bereich . . . . . −6 bis +0,5 dB

Fehlergrenzen des Sendepegels
bei beliebiger Pegeleinstellung und 20 kHz . . . . . ±0,25 dB

Zusätzlicher Fehler durch Frequenzgang bezogen auf 20 kHz
(symm. und koax. Ausgang) . . . . . ±0,1 dB

Klirrdämpfung a_{k2} und a_{k3} . . . . . ≧36 dB
im Teilbereich 6 kHz bis 6 MHz . . . . . ≧46 dB
Dämpfung nichtharmonischer Störfrequenzen . . . . . ≧60 dB
Rauschabstand bezogen auf 1 Hz Meßbandbreite
im Frequenzabstand ≧ 100 Hz . . . . . ≧85 dB
≧ 1 kHz . . . . . ca. 100 dB

Allgemeine Daten

Zulässige Umgebungstemperatur
Nenngebrauchsbereich . . . . . +5 bis +40 °C
Lagerung und Transport . . . . . −40 bis +70 °C

Netzspannung, Nenngebrauchsbereich . . . . . 110/117/128/220/227/238 V
jeweils −15 bis +10 %
Netzfrequenz, Nenngebrauchsbereich . . . . . 45 bis 66 Hz
Leistungsaufnahme mit Einschub . . . . . ca. 100 VA
Schutzklasse nach VDE 0411 I

Abmessungen (b x h x t) in mm
Steueroszillator OD-600 . . . . . 478 x 155 x 407
für Einbau in 19"-Gestell geeignet
Einschub ODF-601 bzw. PSE-61 . . . . . 125 x 66 x 330

Gewicht, OD-600 . . . . . ca. 13 kg
ODF-601 . . . . . ca. 1,7 kg
PSE-61 . . . . . ca. 2 kg

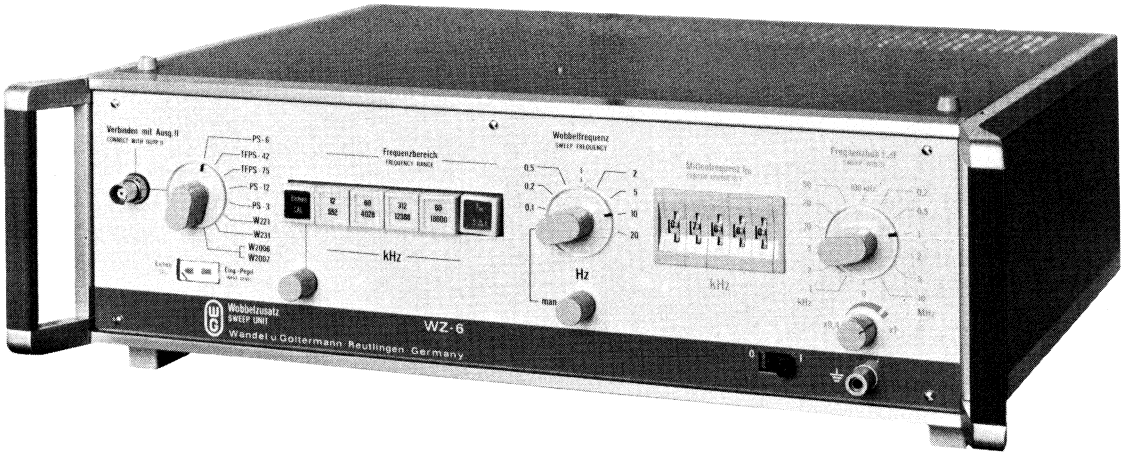
Bestellangaben

Dekadischer Steueroszillator OD-600	BN 614
Auf Wunsch gegen Aufpreis lieferbar:	
Trägerfrequenzkarte 24 bis 42,6 MHz[1]	BN 614/21
Fernsteuerkarte	BN 614/22
Option „Kontinuierliche Frequenzabstimmung"[2]	BN 614/23
Festfrequenzeinschub ODF-601	BN 651
einschließlich Programmier- und Frequenzsperrkarten für 26 Festfrequenzen	
Sendereinschub PSE-61	BN 690
Transportschutzdeckel	DE 2

1) erforderlich für PS-60, PSS-60, PSE-61, SPM-60, Nachrüstung ab Serie B durch Servicestellen möglich
2) Nachrüstung im Werk bzw. ab Serie C durch Servicestellen möglich.

WZ-6
Wobbelzusatz

für die Pegelsender PS-3, PS-6, PS-12, PS-60, TFPS-42, TFPS-75



- **Einfache Bedienung durch 4 voreingestellte Wobbelbereiche**
- **Hohe Genauigkeit der eingestellten Wobbelgrenzen**
- **Für Streckenentzerrung besonders geeignet**
- **Wobbelfrequenz 0,1 bis 20 Hz**
- **Dekadische Einstellung der Mittenfrequenz in 1-kHz-Schritten**
- **Wobbelhub ± 400 Hz bis ± 10 MHz**

Anwendung und Eigenschaften

Mit Hilfe des Wobbelzusatzes WZ-6 lassen sich die Ausgangsspannungen der Pegelsender PS-3, PS-6, PS-12, PS-60, TFPS-42, TFPS-75 der Fa. Wandel & Goltermann und W 221, W 231, W 2006, W 2007 der Fa. Siemens AG in ihrer Frequenz wobbeln. Damit eignen sich diese Pegelsender für Wobbelmessungen, was besonders beim Abgleich von Trägerfrequenzsystemen von Vorteil ist.
Eine wesentliche Vereinfachung der Bedienung bedeuten die fest voreingestellten Wobbelgrenzen. Durch Tastendruck sind 4 verschiedene Wobbelbereiche einschaltbar. Diese können so gewählt werden, daß sie den Frequenzbereichen der einzumessenden Übertragungssysteme entsprechen. Die für die feste Einstellung der Wobbelgrenzen benutzten steckbaren Filterkarten werden je nach Wunsch bestückt. Der jeweils eingeschaltete Wobbelbereich wird durch Leuchttasten angezeigt. Die durch elektronische Regelung mit hoher Genauigkeit eingehaltenen Wobbelgrenzen sind ein weiterer Vorteil dieser Betriebsart. Die Filterkarten lassen sich einfach austauschen, so daß durch zusätzliche Karten das Gerät leicht an die verschiedensten Meßaufgaben angepaßt werden kann.
Darüber hinaus sind in der Betriebsart »$f_m \pm \Delta f$« Mittenfrequenz und Wobbelhub frei wählbar. Die Einstellung der Mittenfrequenz erfolgt bei digitaler Anzeige 5stellig dekadisch in 1-kHz-Schritten. Der Wobbelhub ist zwischen ± 1 kHz und ± 10 MHz in Stufen umschaltbar. Ferner läßt

sich die Wobbelfrequenz im Bereich 0,1 bis 20 Hz verändern.

Weiterhin ist ein ferngesteuerter Betrieb möglich. Die Mittenfrequenz wird hierbei über einen Binär-Code (8-4-2-1) eingestellt und der Wobbelhub automatisch auf Null geschaltet. Vorteilhaft ist diese Betriebsart dort anzuwenden, wo bei Messungen häufig bestimmte Frequenzen eingestellt werden müssen. Über ein Steuergerät lassen sich beliebige Festfrequenzen im Frequenzbereich des angeschlossenen Pegelsenders programmieren und umschalten. Für den ferngesteuerten Betrieb ist eine Programmierkarte notwendig, die auf Wunsch gegen Mehrpreis lieferbar ist.

An einer Buchse des WZ-6 kann die dreieckförmige Wobbelspannung für die X-Ablenkung eines Sichtgeräts abgenommen werden.

Die Pegelmeßplätze TFPS-75/TFPM-76 und TFPS-42/TFPM-43 können bei Verwendung des Wobbelzusatzes WZ-6 und eines Sichtgeräts (z. B. SG-1, SG-2 oder SG-3) mit entsprechenden Einschüben zu vollständigen selektiven Wobbelmeßplätzen erweitert werden.
In Verbindung mit dem Pegelsender PS-6 und einem breitbandigen Empfänger ermöglicht der WZ-6 Wobbelmessungen bis 18,6 MHz. Zusammen mit den Sichtgeräten SG-2 oder SG-3 läßt sich ein vollständiger Wobbelmeßplatz aufbauen.
Der leicht transportable Wobbelzusatz wird als Tischgerät oder als Einschub für 19"-Gestelle geliefert.
Die Ausrüstung mit der Universalbuchse Versacon® 9 an den koaxialen Ein- und Ausgängen ermöglicht – nach Auswechseln des Anschlußstückes – die Verwendung aller gängigen Stecker.

Technische Einzelheiten

Trägererzeugung
Beim Betrieb mit dem WZ-6 werden die Trägeroszillatoren der fremdabgestimmten Sender und Empfänger abgeschaltet. Die Trägerfrequenz wird vom WZ-6 geliefert. Der Oszillator, dessen Frequenz vom Eingangsgleichstrom abhängig ist, erzeugt eine Wechselspannung, die über einen Frequenzteiler auf den Steuerausgang gelangt.
Die Trägerfrequenz wird durch den Frequenz-Strom-Wandler in einen frequenzproportionalen Gleichstrom umgewandelt und auf einen Summenpunkt geführt. Auf den Summenpunkt wirken auch die Wobbelspannungen und die Mittenfrequenzeinstellung, die die Trägerfrequenz beeinflussen.
Die daraus resultierende Spannung wird verstärkt und dem Oszillator zugeführt. Durch die große Verstärkung wird am Summenpunkt die resultierende Spannung zu Null. Die Oszillatorfrequenz ist proportional der auf den Summenpunkt einwirkenden Größen.
Beim Eichvorgang wird die Trägerfrequenz des WZ-6 gleich der Signalfrequenz des angeschlossenen Senders gemacht. Zum genauen Abgleich dient das Potentiometer im Frequenz-Strom-Wandler.

Betrieb »$f_m \pm \Delta f$«
Bei dieser Betriebsart ist die Mittenfrequenz f_m und der Wobbelhub $\pm \Delta f$ frei wählbar.

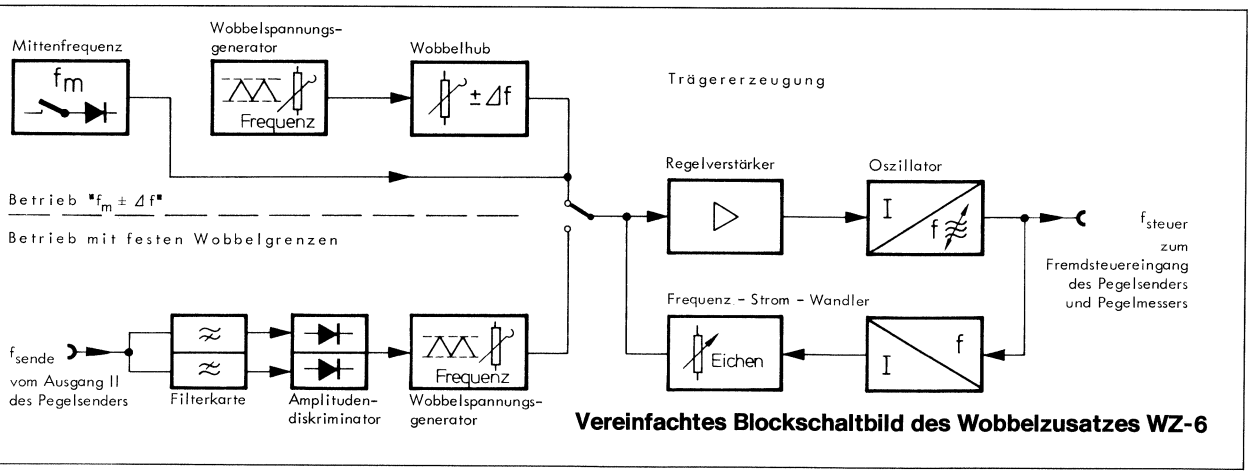
Die Mittenfrequenz f_m wird digital in 1-kHz-Schritten eingestellt und in einem Digital-Analog-Wandler in eine proportionale Gleichspannung umgesetzt. Diese wirkt auf den Summenpunkt der Trägererzeugung.

Der Wobbelspannungsgenerator erzeugt eine Dreieckspannung, mit der der Träger des WZ-6 frequenzmoduliert wird. Durch Teilung der Wobbelspannung wird der Wobbelhub $\pm \Delta f$ eingestellt. Die Wobbelfrequenz ist zwischen 0,1 und 20 Hz veränderbar. Auch die Wobbelspannung wirkt auf den Summenpunkt und addiert sich dort zu der vom Digital-Analog-Wandler gelieferten Gleichspannung.

Außerdem ist eine manuelle Einstellung der Wobbelspannung möglich.

Betrieb mit festen Wobbelgrenzen
Bei dieser Betriebsart sind Mittenfrequenz und Wobbelhub auf steckbaren Filterkarten fest programmiert.

Über je einen Hoch- und Tiefpaß, deren Frequenzgang die obere und untere Eckfrequenz bestimmt, wird der Amplitudendiskriminator angesteuert. Bei einem definierten Pegel am Ausgang der Filter schaltet der Amplitudendiskriminator den Wobbelspannungsgenerator um.



Vereinfachtes Blockschaltbild des Wobbelzusatzes WZ-6

Technische Daten des Wobbelzusatzes — WZ - 6

Alle wesentlichen Geräteeigenschaften sind durch garantierte Toleranz- und Grenzwertangaben und nicht durch typische Werte gekennzeichnet. Sie gelten nicht nur bei Auslieferung, sondern mindestens für die gesamte Garantiezeit.

Sofern nicht anders vermerkt, gelten die Daten für den Nenngebrauchsbereich der Netzspannung, der Netzfrequenz und der Umgebungstemperatur nach 1 Stunde Betriebszeit.

Frequenz

Frequenzbereich bei Anschluß an

PS-6[1]) bzw. PS-60	6 kHz bis 18,6 MHz[2])
TFPS-42/TFPM-43	10 kHz bis 14 MHz
TFPS-75/TFPM-76	2 kHz bis 1,4 MHz
PS-12	2 kHz bis 4,5 MHz
PS-3	2 kHz bis 612 kHz
W 221	2 kHz bis 1,62 MHz
W 231	2 kHz bis 1,62 MHz
W 2006	10 kHz bis 17 MHz
W 2007	6 kHz bis 18,6 MHz

Wobbeln

Betrieb »$f_m \pm \Delta f$«, Mittenfrequenz und Hub einstellbar

Mittenfrequenzeinstellung	dekadisch in 1-kHz-Schritten
Wobbelhub, umschaltbar	0; ±1; ± 2; ± 5; ±10 kHz; . . .; ± 10 MHz
Feineinstellung des Wobbelhubs	Faktor 0,4 bis 1

Fehlergrenzen der eingestellten Mittenfrequenz nach Eichung bei Anschluß an

PS-6, TFPS-42/TFPM-43, W 2006, W 2007	± (1% +2 kHz)
PS-3, PS-12, TFPS-75/TFPM-76, W 221, W 231	± (1% +0,3 kHz)
Drift der Nullträgerfrequenz pro Stunde	ca. 0,01%
Fehlergrenzen des eingestellten Wobbelhubs (Feineinstellung auf Faktor 1 eingerastet)	± 4%
Max. Linearitätsfehler, bezogen auf den Hub	± 0,2%

Betrieb mit festen Wobbelgrenzen, über Drucktasten max. 4 Bereiche wählbar

Fehlergrenzen der unteren Wobbelgrenze f_u[3])

im Wobbelbereich 60 kHz bis 13 MHz	$\pm 1{,}2 \cdot 10^{-2} \pm 0{,}5 \cdot 10^{-2}$ · Wobbelfrequenz/Hz
im Wobbelbereich 300 kHz bis 18,6 MHz	$\pm 1{,}2 \cdot 10^{-2} \pm 0{,}1 \cdot 10^{-2}$ · Wobbelfrequenz/Hz

Fehlergrenzen der oberen Wobbelgrenze f_o[3])

im Wobbelbereich 60 kHz bis 18,6 MHz	$\pm 1{,}3 \cdot 10^{-2}$

Zusätzliche Fehler durch den Frequenzgang Δa des Eingangssignals	$\leqq \Delta a$ [%] · 0,07
Mindestabstand der Eckfrequenzen f_o/f_u	≧ 1,8[4])
Max. Linearitätsfehler, bezogen auf den Hub	± 0,2%

Wobbelfrequenz

Frequenz, umschaltbar	man.; 0,1; 0,2; 0,5; 1; . . .; 20 Hz
Toleranz	± ca. 10%
Form der Wobbelspannung	dreieckförmig

Eingänge

Eingang für die Senderfrequenz

Pegelbereich bei Anschluß an (R_i = 75 Ω, außer PS-3)

PS-6, PS-60	−26 bis −9 dB
TFPS-42	−11 bis +2 dB
TFPS-75	−11 bis +2 dB
PS-12	−26 bis −9 dB
PS-3	−26 bis −9 dB[5])
W 221	−23 bis −9 dB
W 231	−21 bis −7 dB
W 2006, W 2007	−21 bis −7 dB
Anzeige des Eingangspegels	durch Indikator
Anzeige der Nullträgerfrequenz bei »Eichen«	durch Indikator

Modulationseingang zur Modulation der Trägerfrequenz

Modulationsfrequenz	0 bis 10 kHz
Modulationssteilheit	2 MHz/V
bei PS-3 bzw. PS-12	6 MHz/V
Eingangswiderstand	5 kΩ

1) PS-6 ab Serie D.
2) Bei Betrieb mit festen Wobbelgrenzen 6 kHz bis 2 MHz / 50 kHz bis 18,6 MHz.
3) Der Fehler der Wobbelgrenzen ergibt sich im ganzen Frequenzbereich aus folgender Beziehung:

$$\frac{\Delta f}{f} = \pm 1{,}2 \cdot 10^{-2} \pm \left(6 \cdot 10^{-6} + \frac{10^{-3}}{\text{Eckfrequenz/kHz}}\right) \frac{\text{Wobbelhub/kHz} \cdot \text{Wobbelfrequenz/Hz}}{\text{Eckfrequenz/kHz}}$$

4) Auf Wunsch ≧ 1,1; jedoch mit Einschränkung; Toleranz der Wobbelfrequenz > 10%.
5) Der PS-3 bis Serie S ist zusammen mit dem WZ-6 nur in dem angegebenen Pegelbereich einsetzbar. Eine Erweiterung des Pegelbereichs ist durch zusätzliche Teiler möglich.

Ausgänge

Trägerfrequenzausgänge für Sender und Empfänger (erdfrei)
Innenwiderstand . . . . . 75 Ω
Pegel bei Anschluß an (Abschluß mit 75 Ω, außer PS-3)
PS-6, PS-60 . . . . . ca. −26 dB
TFPS-42/TFPM-43 . . . . . ca. 0 dB
TFPS-75/TFPM-76 . . . . . ca. 0 dB
PS-12 . . . . . ca. −14 dB
PS-3 . . . . . ca. −8 dB
W 221 . . . . . ca. −9 dB
W 231 . . . . . ca. −9 dB
W 2006, W 2007 . . . . . ca. −9 dB
Abstand diskreter nichtharmonischer Störfrequenzen . . . . . > 70 dB
Rauschabstand bezogen auf 1 Hz Bandbreite
bei Trägerabstand 10kHz . . . . . > 90 dB
100 kHz . . . . . > 105 dB
> 300 kHz . . . . . > 115 dB

Ablenkspannungsausgang
Leerlaufspannung, dreieckförmig . . . . . ± 2,5 V
Innenwiderstand . . . . . 5 kΩ
Steuerausgang für den Anschluß des Relais-Umschalters RU-3

Allgemeine Daten

Zulässige Umgebungstemperatur
Nenngebrauchsbereich . . . . . +10 bis +35 °C
Grenzbetriebsbereich . . . . . 0 bis +45 °C
Lagerung und Transport . . . . . −25 bis +60 °C
Stromversorgung
Nenngebrauchsbereich der Netzspannungen . . . . . 110/117/128/220/227/238 V −15%/+10%
Netzfrequenz . . . . . 45 bis 66 Hz
Leistungsaufnahme . . . . . ca. 40 VA
Schutzklasse II

Abmessungen	Tischgerät		19"-Einschub (DIN 41 494)	
	Breite mit Griffen	478 mm	Einschubbreite	443 mm
	Höhe über alles	155 mm	Einschubhöhe	131 mm
	Tiefe mit Griffen	407 mm	Einbautiefe	353 mm

Gewicht . . . . . ca. 13 kg
Buchsenausführung
Koaxiale Ein- und Ausgänge . . . . . Universalbuchse Versacon® 9
(Bei Bestellung bitte die gewünschten Anschlußstücke angeben)

Meßzubehör

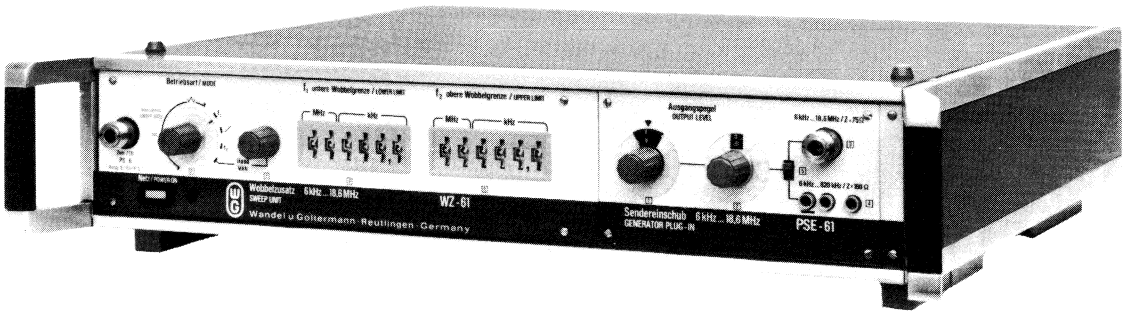
Filterkarten für den Betrieb mit festen Wobbelgrenzen, nach freier Wahl
Programmierkarte
Mittenfrequenz . . . . . programmierbar
Hub wird auf Null geschaltet
Programmierung . . . . . BCD 8-4-2-1
Pegel . . . . . TTL, negative Logik
Relaisumschalter RU-3 für Vergleichsmessungen
Frequenzbereich . . . . . 0 bis 36 MHz
Impedanz (Buchsen 2,5/6) . . . . . 75 Ω
Verbindungskabel bei Anschluß an den Pegelsender PS-6 (für andere Sender auf Anfrage)
Buchsenausführung 2,5/6 . . . 2 Kabel K 63 (500 mm), 1 Kabel K 38 (5polig, 500 mm)
BNC . . . 2 Kabel K 79 (500 mm), 1 Kabel K 38 (5polig, 500 mm)
bei Anschluß an den Relaisumschalter RU-3 . . . . . 1 Kabel K 59 (3polig, 1 m)

Bestellangaben

Grundgerät Wobbelzusatz WZ-6	BN 408
Meßzubehör (gegen Aufpreis)	
Transportschutzdeckel für WZ-6	DE 2
Programmierkarte	BN 408/11
Filterkarten	BN 452 mit Angabe der gewünschten Wobbelbereiche
Relaisumschalter RU-3	BN 323

WZ-61
Wobbelzusatz

für die Pegelsender PS-6, PS-60, PSS-60
und den Sendereinschub PSE-61
Frequenzbereich 6 kHz bis 18,6 MHz



- **Wobbelgrenzen dekadisch in kleinsten Schritten von 100 Hz einstellbar**
- **Hohe Genauigkeit der eingestellten Wobbelgrenzen**
- **Wobbelfrequenz 0,1 bis 25 Hz**
- **Wobbelablauf periodisch, einmalig oder manuell**
- **Mit Sendereinschub PSE-61 zum Wobbelsender erweiterbar**
- **Senderausgang zwischen symmetrisch und koaxial umschaltbar**
- **Empfangsseitiger Welligkeitsmeßeinschub SGW-21 zur einfachen und schnellen Entzerrung von TF-Übertragungsstrecken**

Anwendung und Eigenschaften

Mit Hilfe des Wobbelzusatzes WZ-61 lassen sich die Ausgangsspannungen der Pegelsender PS-6, PS-60, PSS-60 und des Sendereinschubs PSE-61 in ihrer Frequenz wobbeln. Der Frequenzbereich erstreckt sich von 6 kHz bis 18,6 MHz, so daß Messungen an breitbandigen TF-Systemen einschließlich V 2700 möglich sind.
Die Einstellung von unterer und oberer Wobbelgrenze erfolgt an jeweils einem 6stelligen Dekadenschalter in kleinsten Schritten von 100 Hz. Wegen der hohen Genauigkeit der Umkehrfrequenzen eignen sich die wobbelbaren Sender besonders zum Abgleich von TF-Systemen mit Echoentzerrern.
Im periodischen Wobbelbetrieb sind die Zeiten für den Hin- bzw. Rücklauf zwischen 20 ms und 5 s umschaltbar. Die dreieckförmige Wobbelspannung steht für die X-Ablenkung eines Sichtgeräts an einer Buchse des WZ-61 zur Verfügung. Für Schreiberbetrieb ist ein einmaliger Durchlauf mit einer Ablenkzeit von 50 s vorgesehen. Darüber hinaus kann die Sendefrequenz auch auf die untere oder obere Wobbelgrenze fest eingestellt werden. Diese Betriebsart dient zur Eichung des angeschlossenen Sichtgeräts oder XY-Schreibers oder zur Erzeugung fester, dekadisch einstellbarer Sendefrequenzen für die genannten Pegelsender. Beim manuellen Wobbeln läßt sich mit einem Potentiometer die Frequenz innerhalb der gewählten Wobbelgrenzen beliebig einstellen.

Zusammen mit dem Sendereinschub PSE-61 bildet der WZ-61 einen besonders preisgünstigen Wobbelsender. Sein Sendepegel kann in 5-dB-Schritten und kontinuierlich im Bereich von −51 bis +0,5 dB verändert werden. Neben dem koaxialen 75-Ω-Ausgang für den Frequenzbereich 6 kHz bis 18,6 MHz ist ein symmetrischer 150-Ω-Ausgang für den Bereich 6 kHz bis 620 kHz vorhanden. Das Gerät ist von Spannungspegel- auf Leistungspegeleichung umrüstbar.
Wird der Wobbelsender PSE-61/WZ-61 durch das Sichtgerät SG-2 oder SG-3 mit dem Breitbandpegelmeßeinschub SGP-21 ergänzt, so entsteht ein vollständiger Wobbelmeßplatz, der sich durch kompakten Aufbau und einfache Bedienung auszeichnet. Mit weiteren Sichtgerät-Einschüben läßt sich der Meßplatz der geforderten Meßaufgabe anpassen. So sind z. B. mit dem speziellen Welligkeitsmeßeinschub SGW-21 Streckenentzerrungen an TF-Systemen mit erheblicher Zeitersparnis durchführbar.
Für selektive punktweise Pegelmessungen kann der Sendereinschub im WZ-61 über Trägereingänge vom Pegelmesser SPM-6 oder SPM-60 synchron abgestimmt werden.
Der leicht transportable Wobbelzusatz ist als Tischgerät oder als Einschub für 19″-Gestelle lieferbar. Die Ausrüstung mit der Universalbuchse Versacon® 9 an den koaxialen Aus- und Eingängen ermöglicht die Verwendung aller gebräuchlichen Buchsensysteme.

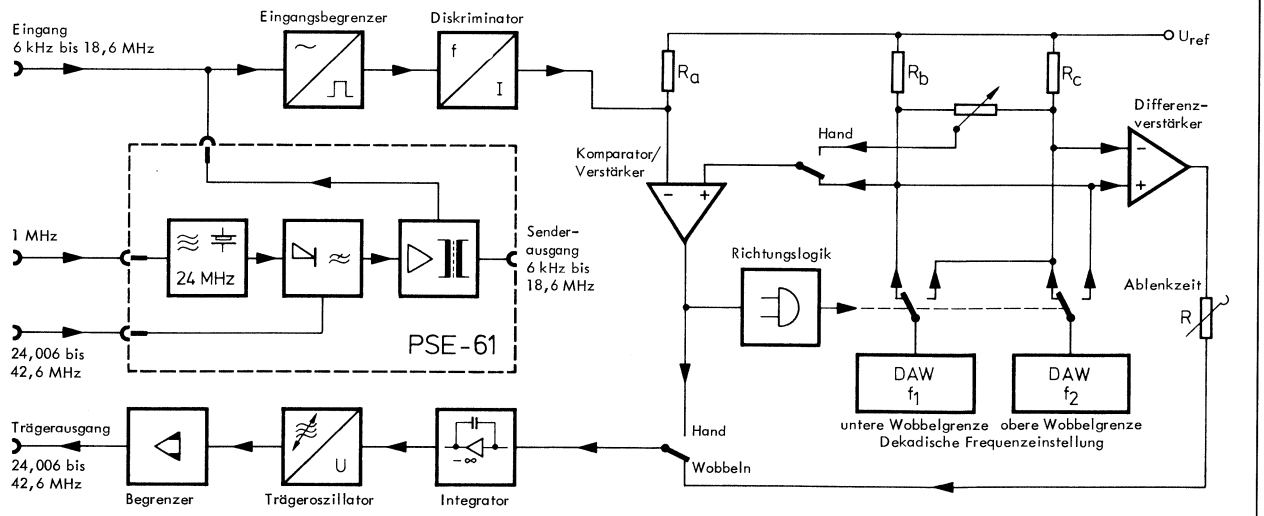
Technische Einzelheiten

Zur Wobbelung eines Pegelsenders oder des Sendereinschubs PSE-61 dient das Trägerausgangssignal des Wobbelzusatzes WZ-61, dessen Frequenz sich im Bereich 24,006 bis 42,6 MHz zeitlinear wobbeln läßt. Dieses Trägersignal wird dann im jeweiligen Sender mit einer Festfrequenz von 24 MHz in den Sendefrequenzbereich 6 kHz bis 18,6 MHz umgesetzt.

Im Wobbelbetrieb werden die Wobbelgrenzen f_1 und f_2 an zwei Dekadenschaltern des WZ-61 eingestellt. Über die Digital-Analog-Wandler DAW entstehen den Wobbelgrenzen proportionale Ströme, die an den Widerständen R_b und R_c proportionale Spannungen hervorrufen. Die Differenz der Spannungen an R_b und R_c ist ein Maß für den gewünschten Wobbelhub. Diese Differenzspannung gelangt über einen Differenzverstärker auf einen Integrator, dessen Ausgangsspannung sich zeitlinear ändert. Damit erfolgt die Frequenzverstellung des spannungsgesteuerten Trägeroszillators im WZ-61. Zwischen Differenzverstärker und Integrator befinden sich einstellbare Widerstände R zur Veränderung der Ablenkzeit.

Die Ausgangsfrequenz des gewobbelten Senders wird auf den Eingang des WZ-61 zurückgeführt. Der Diskriminator erzeugt einen der Sendefrequenz proportionalen Gleichstrom, der am Widerstand R_a eine proportionale Spannung hervorruft. Ein Komparator vergleicht die Spannung an R_a (entspricht der Momentanfrequenz) mit der Spannung an R_b (entspricht der eingestellten Wobbelgrenze). Sobald die Spannungen an R_a und R_b gleich sind (Momentanfrequenz = Wobbelgrenze), bewirkt der Komparator über die Richtungslogik eine Vertauschung der Wobbelgrenzen. Dadurch ändert sich die Polarität der Spannung am Eingang des Differenzverstärkers, so daß die Wobbelrichtung umgekehrt wird bis die Momentanfrequenz mit der anderen Wobbelgrenze übereinstimmt usf. Im Schreiberbetrieb ist der Wobbelvorgang nach einmaligem Durchlauf beendet.

Bei der festen Abstimmung der Sendefrequenz auf eine der Wobbelgrenzen f_1 oder f_2 arbeitet der Komparator als Regelverstärker, der über den Integrator die Trägerfrequenz so regelt, daß die Spannungen an den Widerständen R_a und R_b den gleichen Wert annehmen. Damit entspricht die Sendefrequenz z. B. des Sendereinschubs PSE-61 der dekadisch eingestellten Wobbelgrenze.

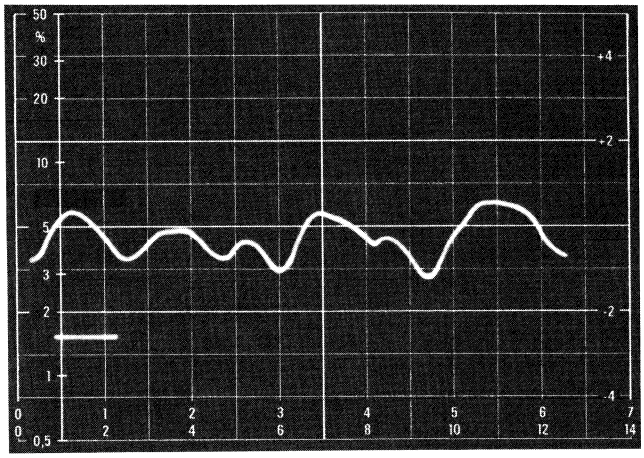


Vereinfachtes Blockschaltbild des WZ-61 mit Sendereinschub PSE-61

Der Sendereinschub PSE-61 erhält vom Wobbelzusatz WZ-61 das Trägersignal im Bereich 24,006 bis 42,6 MHz. Dieses wird mit der in einem Quarzoszillator des PSE-61 erzeugten 24-MHz-Festfrequenz in den Sendefrequenzbereich 6 kHz bis 18,6 MHz umgesetzt. Vom Sendemischer gelangt das Signal über einen Tiefpaß, der unerwünschte Mischprodukte unterdrückt, auf einen Verstärker. Im nachfolgenden Ausgangsteiler kann der Sendepegel in 5-dB-Stufen abgeschwächt werden. Eine automatische Amplitudenregelung hält den eingestellten Pegel unabhängig von der Sendefrequenz konstant. Über diesen Regelkreis erfolgt auch die Pegelfeineinstellung. Der Ausgang ist zwischen 75 Ω koaxial und 150 Ω symmetrisch (6 kHz bis 620 kHz) umschaltbar.
Für die Frequenzabstimmung des PSE-61 durch den Pegelmesser SPM-6 oder SPM-60 ist neben dem Trägerfrequenzeingang 24,006 bis 42,6 MHz ein 1-MHz-Eingang zur Synchronisierung des 24-MHz-Quarzoszillators vorgesehen.

Welligkeitsmeßeinschub SGW-21

Für Messungen bei der Inbetriebnahme und Wartung von TF-Übertragungsstrecken ist die Verwendung eines Wobbelmeßplatzes von großem Vorteil. Insbesondere zur Beseitigung der Restverzerrungen mittels Echoentzerrern sind mit dem speziellen Welligkeitsmeßeinschub SGW-21 erhebliche Zeiteinsparungen möglich. Dabei wird die TF-Strecke sendeseitig von einem Wobbelsender (z. B. WZ-61 mit PSE-61) gespeist, dessen Ablenkspannung dreieckförmig verläuft. Auf der Empfangsseite befindet sich das Sichtgerät SG-2 oder SG-3 mit dem breitbandigen Pegelmeßeinschub SGP-21 und dem Einschub SGW-21.
Das im Pegelmeßeinschub gleichgerichtete Empfangssignal gelangt als niederfrequente, im Takt der Wobbelfrequenz schwankende Meßspannung auf den Eingang des SGW-21. Dort wird die Meßspannung auf einen konstanten mittleren Wert geregelt, einem Effektivwertgleichrichter zugeführt und anschließend in eine logarithmische Größe umgewandelt.



Wie das obenstehende Bild zeigt, erscheint das Meßergebnis neben der Frequenzgangkurve als horizontale Meßlinie auf dem Bildschirm. Zur quantitativen Auswertung des Welligkeitsmaßes im Anzeigebereich 0,5% bis 50% lassen sich 2 Eichlinien in das Bild einblenden. Die gleichzeitige Darstellung von Welligkeitsmaß (Restdämpfung) und Frequenzgang erlaubt einen schnellen und optimalen Abgleich der Entzerrerglieder.
Die X-Ablenkspannung für das Sichtgerät wird im Frequenzdiskriminator-Einschub SGD-21 gewonnen. Weitere Sichtgerät-Einschübe dienen zur Darstellung von Frequenz- und Pegellinien und erleichtern damit die Auswertung der Wobbelkurve.

Technische Daten des Wobbelzusatzes WZ-61

Sofern nicht anders vermerkt, gelten die Daten für die Nenngebrauchsbereiche der Umgebungstemperatur, der Netzspannung und Netzfrequenz nach 30 min Anwärmzeit.

Wobbelzusatz WZ-61

Wobbelgrenzen

Einstellbereich . . . . . 6 kHz bis 18,6 MHz

Untere Grenze f_1 und obere Grenze f_2 über je einen Dekadenschalter getrennt einstellbar
kleinster Einstellschritt . . . . . 100 Hz

Fehlergrenzen von f_1 und f_2: f_1 . . . . . $1\% \pm 2{,}5 \cdot 10^{-4} \cdot f_2/f_1$
f_2 . . . . . 1 %
für Wobbelgrenzen-Einstellung zwischen 10 kHz und 18,6 MHz sowie
für 10 kHz $\leqq f_1 \leqq$ 99,9 kHz und f_2/f_1 = 2 bis 50 · 100 kHz/f_1 bzw.
für $f_1 \geqq$ 100 kHz und f_2/f_1 = 2 bis 50

Ablenkung

Periodisch, mit gleicher Ablenkzeit für Hin- und Rücklauf, Ablenkzeit umschaltbar . . . . . 20 ms, 50 ms, 100 ms, . . ., 5 s

Einmalig, mit Start bei f_1 oder f_2, Ablenkzeit . . . . . 50 s
Manuell, mit 10-Gang-Potentiometer zwischen . . . . . f_1 und f_2
Ohne Ablenkung fest einstellbar . . . . . f_1 oder f_2

X-Ausgang

Ausgangsspannung U_{ss} proportional der gewobbelten Frequenz, abhängig von f_1 und f_2 . . . . . 0,5 V bis 5 V
Innenwiderstand . . . . . 5 kΩ

Sendereinschub PSE-61

zum festen Einbau in den Wobbelzusatz WZ-61

Ausgänge

Koaxial, Innenwiderstand	75 Ω
Frequenzbereich	6 kHz bis 18,6 MHz
Symmetrisch, Innenwiderstand	150 Ω
Frequenzbereich	6 kHz bis 620 kHz
Betriebsunsymmetriedämpfung	≧ 40 dB

Sendepegel

von Spannungs- auf Leistungspegel umrüstbar	
Pegelgrobeinstellung in 5-dB-Stufen	−45 . . . 0 dB (−35 . . . +10 dBm)
Zusätzlich kontinuierlich einstellbar im Bereich	−6 bis +0,5 dB
Fehlergrenzen des Sendepegels bei beliebiger Pegeleinstellung und 20 kHz	± 0,25 dB
Zusätzlicher Fehler durch Frequenzgang bezogen auf 20 kHz (symm. und koax. Ausgang)	± 0,1 dB

Störspannungen

Klirrdämpfung a_{k2} und a_{k3}	≧ 36 dB
im Teilbereich 6 kHz bis 6 MHz	≧ 46 dB
Dämpfung nichtharmonischer Störfrequenzen	≧ 60 dB
Rauschband bezogen auf 1 Hz Meßbandbreite	
im Abstand ≧ 1 kHz	≧ 80 dB
im Abstand ≧ 10 kHz	ca. 100 dB

Allgemeine Daten

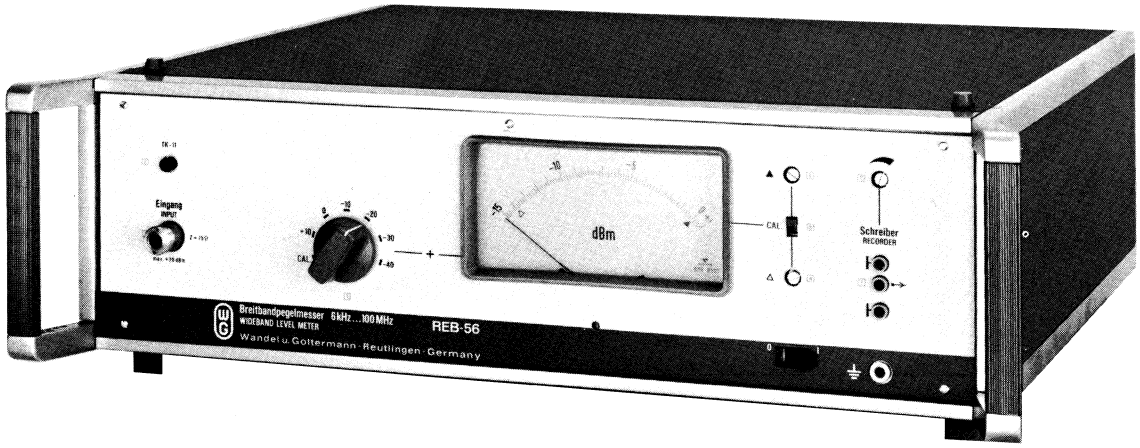
Zulässige Umgebungstemperatur	
Nenngebrauchsbereich	+5 bis +40 °C
Grenzbereich für Lagerung und Transport	−40 bis +70 °C
Stromversorgung	
Nenngebrauchsbereiche der Netzspannung	110/117/128/220/227/238 V −15 % bis +10 %
Nenngebrauchsbereich der Netzfrequenz	45 bis 66 Hz
Leistungsaufnahme	ca. 48 VA
Schutzklasse nach VDE 0411	I
Abmessungen des WZ-61 (b x h x t) in mm	478 x 110 x 407
geeignet für den Einbau in 19"-Gestelle nach DIN 41494	
Abmessungen des PSE-61 (b x h x t) in mm	125 x 66 x 330
Gewicht, WZ-61	ca. 10 kg
PSE-61	ca. 2 kg

Bestellangaben

Wobbelzusatz WZ-61	BN 689
Meßzubehör (gegen Aufpreis)	
Sendereinschub PSE-61	BN 690
Sichtgerät SG-2 (Bildschirmgröße 85 mm x 120 mm)	BN 429
Sichtgerät SG-3 (Bildschirmgröße 150 mm x 210 mm)	BN 593
Welligkeitsmeßeinschub SGW-21	BN 693
Breitbandpegelmeßeinschub SGP-21	BN 656
Diskriminatoreinschub SGD-21	BN 454
Weitere Sichtgerät-Einschübe	siehe SG-2/SG-3
Transportschutzdeckel für WZ-61	DE 1

REB-56
Breitbandpegelmesser

für den Frequenzbreich 6 kHz bis 100 MHz

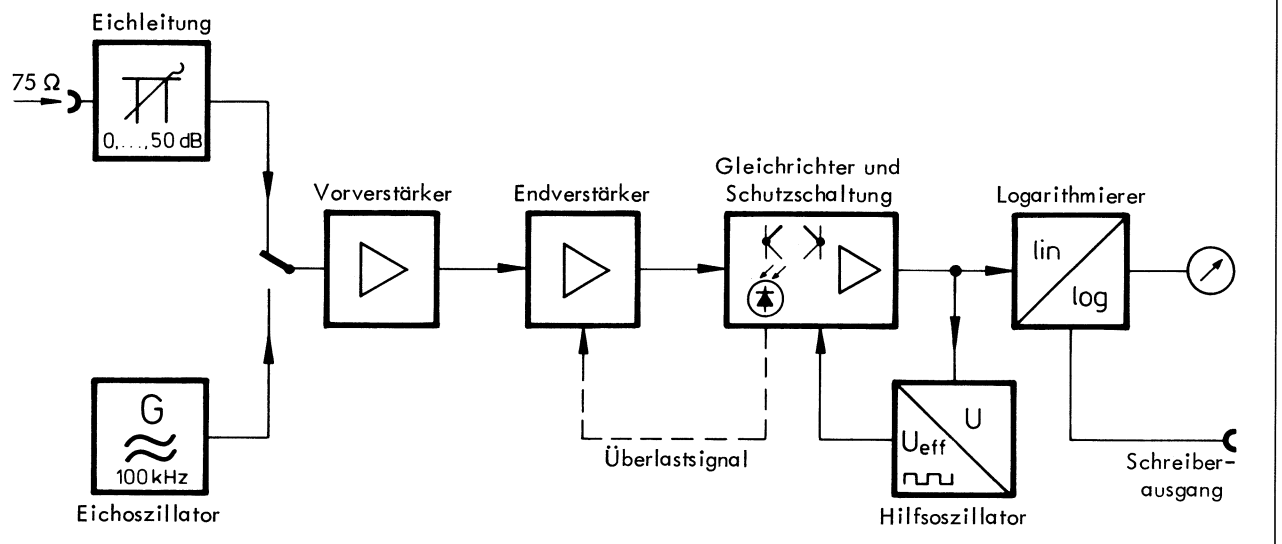


- **Echte Effektivwertmessung, keine Abhängigkeit von der Kurvenform des Eingangssignals**
- **Für Summenlastmessungen im Bereich – 55 bis +11 dBm an TF-Systemen mit 12 bis 10 800 Fernsprechkanälen**
- **Großes Anzeigeinstrument mit pegellinearer Skala**
- **Bereichsumschaltung mit Präzisionseichleitung**
- **Überlastungssicher durch Schutzschaltung**
- **Eingebaute Eichquelle**

Anwendung und Eigenschaften

Bei Messungen an Frequenzmultiplex-Übertragungssystemen interessiert neben den kanalbezogenen Werten für das Grund- und Intermodulationsgeräusch auch die Gesamtbelastung eines Systems, die entweder durch das Multiplexsignal selbst oder bei Messungen mit Ersatzlast durch ein Rauschsignal entsteht. Durch Breitbandpegelmessungen läßt sich leicht feststellen, ob ein System richtig ausgesteuert ist.
Der Breitbandpegelmesser REB-56 hat einen Frequenzbereich von 6 kHz bis 60 (100) MHz, so daß Summenlastmessungen an allen vorkommenden Übertragungssystemen, also Systemen bis max. 10 800 Fernsprechkanälen vorgenommen werden können. Der Einsatz mit einem Rauschklirrmeßplatz ist dann vorteilhaft, wenn Aussagen über den Zusammenhang von Gesamtlast des Systems und Klirrgeräuschen gemacht werden sollen.

Die Kurvenform des Eingangssignals hat beim Breitbandpegelmesser REB-56 keinen Einfluß auf das Meßergebnis, da durch Verwendung eines thermischen Prinzips bei der Gleichrichtung unmittelbar von der gemessenen Wärmeleistung auf den Effektivwert des Signals geschlossen wird. Den gleichzeitigen Anschluß eines Breitbandpegelmessers und eines selektiven Empfängers an einen Systemmeßpunkt ermöglichen die Entkopplungsübertrager REÜ-56 und REÜ-50 oder der 2-Wege-Verteiler REV-56. Die Ent-



Vereinfachtes Blockschaltbild des Breitbandpegelmessers REB-56

kopplungsübertrager sind transformatorische Teiler mit einem Durchschleif-Eingang und zwei voneinander und vom Eingang entkoppelten Ausgängen, deren Pegel um 20 dB unter dem Eingangspegel liegt. Durch seinen rein ohmschen Aufbau ist der 2-Wege-Verteiler breitbandig anwendbar. Zwischen seinen drei Anschlüssen liegt eine Dämpfung von jeweils 10 dB. Hochohmige Messungen sind mit dem Tastkopf TK-11 möglich.

Technische Einzelheiten

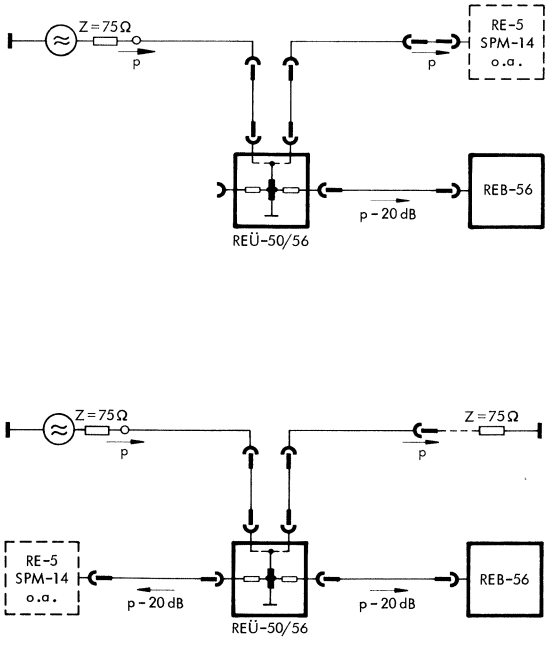
Von einem koaxialen 75-Ω-Eingang gelangt das Eingangssignal über eine in 10-dB-Stufen schaltbare Präzisionseichleitung und weiter über eine Verstärkerkette zu einem Effektivwertmesser. Dieser besitzt zwei Thermo-Umformer („Thermokreuze").

Einer davon wird von dem zu messenden Signal und zusätzlich von einem Gleichstrom geheizt, der sich so einregelt, daß bei Variation des Eingangssignals die Heizleistung konstant bleibt.

Der andere Umformer wird von demselben Gleichstrom und zusätzlich von einem Hilfswechselstrom geheizt. Dieser regelt sich so ein, daß die Heizleistung des zweiten Umformers gleich der des ersten wird. Der Hilfswechselstrom entsteht durch Umpolen aus einem Gleichstrom, der durch die beschriebene Funktion proportional zum Effektivwert des zu messenden Signals wird und das Ergebnis der Gleichrichtung darstellt. Daraus wird über eine Logarithmierschaltung ein pegellineares Meßergebnis gewonnen und zur Anzeige gebracht. Es steht außerdem an einem Schreiberausgang zur Verfügung.

Zum Schutz des Gleichrichters gegen Überlastung reduziert bei Überschreitung eines Schwellwertes eine Schutzschaltung mit Fotodiode den Versorgungsstrom des Endverstärkers und dadurch die an den Gleichrichter gelieferte Leistung.

Für die Eichung des Breitbandpegelmessers liefert ein 100-kHz-Eichoszillator das erforderliche Signal.



Anwendungsmöglichkeiten der Entkopplungsübertrager REÜ-56 und REÜ-50

Technische Daten des Breitbandpegelmessers — REB-56

Frequenzbereich

bei direktem Anschluß des Meßobjekts . . . . . 6 kHz bis 100 MHz

Pegelmessung

Bewertung des Eingangssignals . . . . . thermisch effektiv

bis Scheitelfaktor $\frac{\hat{u}}{U_{eff}}$ . . . . . 10 (≙ 20 dB)

Meßumfang . . . . . −55 bis +11 dBm

Skalenbereich des Instruments (lineare Pegelskala) . . . . . −15 bis +1 dB
0-dB-Marke einstellbar auf . . . . . −40, −30, ... +10 dBm

Gebrauchsfehler (nach DIN 43745 bzw. IEC 359)
nach Eichung und bei direkter Messung
eines Multiplexsignals oder weißem Rauschen
im Bereich 10 kHz bis 60 MHz . . . . . ± 0,5 dB

Einzelfehler (in Gesamtfehler enthalten)
Fehler bei 0 dBm und 100 kHz im Bereich 0 dBm, nach Eichung . . . . . ± 0,1 dB

Frequenzgang bezogen auf Anzeige 100 kHz
im Frequenzbereich 10 kHz bis 60 MHz . . . . . ± 0,2 dB
im Frequenzbereich 6 kHz bis 100 MHz . . . . . ± 0,4 dB

Dämpfungsmeßfehler durch Skalenteilung und Bereichsumschaltung
bezogen auf Pegel bei Skalenanzeige 0 dB
nach Eichung . . . . . ± 0,4 dB

Eingang

Eingangswiderstand . . . . . 75 Ω, koaxial
Buchsensystem, wahlweise . . . . . BNC; TNC; 1,6/5,6; 2,5/6; 1,6/10
Reflexionsdämpfungsmaß am Eingang mit Buchse 1,6/10
im Frequenzbereich 6 kHz bis 100 MHz . . . . . > 34 dB

Schreiberanschluß

Ausgangsspannung . . . . . pegellinear
Leerlaufspannung bei 1-dB-Anzeige, einstellbar . . . . . 0 . . . 250 mV
bei −15-dB-Anzeige . . . . . 0 mV

Innenwiderstand . . . . . 2,5 kΩ

Allgemeine Angaben

Umgebungstemperatur
Nenngebrauchsbereich (≙ Grenzbetriebsbereich) . . . . . +5 bis + 40 °C
Lagerung und Transport . . . . . −40 bis +70 °C

Stromversorgung
Nenngebrauchsbereiche der Netzspannung . . . . . 110/117/128/220/227/238 V
−15 %/+10 %
Nenngebrauchsbereich der Netzfrequenz . . . . . 45 bis 66 Hz
Leistungsaufnahme . . . . . 30 VA

Schutzklasse
Das Gerät entspricht Schutzklasse I nach VDE 0411

Abmessungen

Tischgerät		19"-Einschub (DIN 41 494)	
Breite mit Griffen	478 mm	Einschubbreite	443 mm
Höhe über alles	155 mm	Einschubhöhe	131 mm
Tiefe mit Griffen	407 mm	Einbautiefe	353 mm

Gewicht . . . . . 9 kg

Zubehör

Entkopplungsübertrager REÜ-50 und REÜ-56

Frequenzbereich (REÜ-50)	50 kHz bis 14 MHz
(REÜ-56)	300 kHz bis 60 MHz
Durchschleifen des Nutzsignals, Wellenwiderstand	75 Ω
Abzweigen des Meßsignals auf 2 Meßbuchsen	
Innenwierstand	75 Ω
Dämpfung bei 75 Ω Abschluß	20 dB

2-Wege-Verteiler REV-56

Eingangswiderstand	75 Ω
Signalverzweigung auf 2 Meßbuchsen	
Innenwiderstand	75 Ω
Dämpfung bei 75 Ω Abschluß	10 dB

Tastkopf TK-11

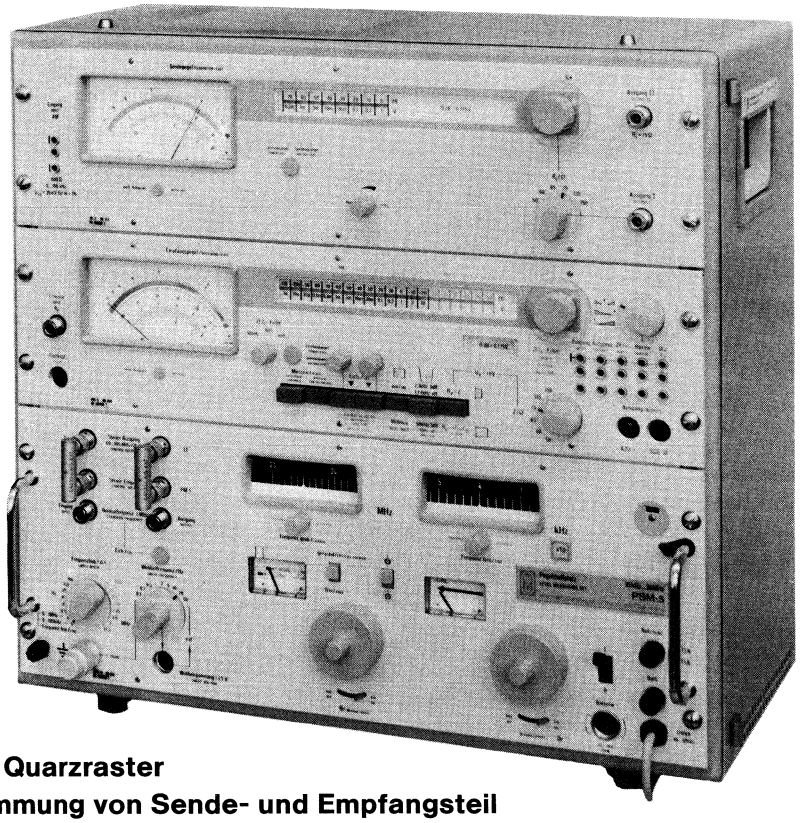
Eingangswiderstand	⩾ 75Ω
Dämpfung	10 dB

Bestellangaben

Breitbandpegelmesser REB-56	BN 839
Zubehör (gegen Aufpreis lieferbar)	
Entkopplungsübertrager REÜ-56	BN 839/00.01
Entkopplungsübertrager REÜ-50	BN 839/00.02
2-Wege-Verteiler REV-56	BN 839/00.03
Tastkopf TK-11	BN 573
Transportschutzdeckel für REB-56	DE 2

PSM-5
Pegelmeßplatz

für Verstärkungs- und Dämpfungsmessungen im Frequenzbereich 10 kHz bis 36 MHz



- **Große Frequenzgenauigkeit durch Quarzraster**
- **Gemeinsame Grob- und Feinabstimmung von Sende- und Empfangsteil**
- **Lineare oder logarithmische Empfangspegel-Anzeige**
- **Mit Sichtgerät zum Wobbelmeßplatz WM-50 erweiterbar**

Anwendung und Eigenschaften

Der Pegelmeßplatz PSM-5 erlaubt Verstärkungs- und Dämpfungsmessungen an aktiven und passiven Vierpolen im Frequenzbereich 10 kHz bis 36 MHz. Dabei können die Meßobjekte sowohl sehr breitbandig (bis maximal 36 MHz) als auch extrem schmalbandig sein. Sende- und Empfangsteil werden gemeinsam abgestimmt, so daß sich selektive Messungen bequem und schnell durchführen lassen. Die hohe Frequenzkonstanz und Genauigkeit wird durch Frequenzrastung und Vergleich mit einem Quarznormal erreicht.

Auch unterhalb 10 kHz (bis zu einem typischen Wert von 2 kHz) läßt sich der Meßplatz in schmalbandigem und rauscharmem Betrieb und bei Empfangspegeln von mindestens – 60 dB für eine Reihe von Meßaufgaben einsetzen. Der Ausgangspegel des Sendeteils kann mit NF-Signalen zwischen 0 und 100 kHz bis zu 100% amplitudenmoduliert werden. Der Demodulator des Empfangsteils erlaubt es, bei Messungen an einem TF-System jeden beliebigen Kanal in den Hörbarkeitsbereich umzusetzen. Dabei ist es gleichgültig, ob die Umsetzung aus der Regel- oder Kehrlage erfolgen soll.

Der Meßplatz läßt sich in einfacher Weise von Spannungspegel- auf Leistungspegeleichung umschalten; darüber hinaus besteht die Möglichkeit, Speise- und Anpassungswiderstände wunschgemäß vorzugeben, so daß das Gerät leicht jedem Meßproblem in TF-Systemen anpaßbar ist.

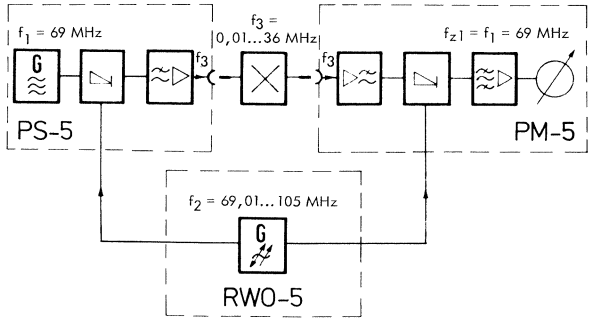
Die Ausrüstung mit der Universalbuchse Versacon® 9 an den koaxialen Ein- und Ausgängen ermöglicht – nach Auswechseln des Anschlußstückes – die Verwendung aller gängigen Stecker.

Der Pegelmeßplatz PSM-5 läßt sich unter Hinzufügen eines Sichtgeräts zum vollständigen Wobbelmeßplatz WM-50 erweitern. Dieser erlaubt die automatische Ausmessung und oszillografische Darstellung von Frequenzgangkurven eines Prüflings. Da auch beim Wobbeln selektiv gemessen wird, läßt sich der WM-50 als Panorama-Empfänger einsetzen.
Die Zusatzgeräte Anzeigedehner AZD-1, Symmetrieübertrager SÜ-7054, Anschlußfeld AF-5, Tastkopf TK-8, Reflexions-Meßzusatz RFZ-5 und Relaisumschalter RU-3 erweitern den Anwendungsbereich der Meßplätze PSM-5 und WM-50.
Anstelle des Sichtgeräts SG-1 eignen sich auch die Sichtgeräte SG-2 und SG-3 mit entsprechenden Einschüben zur Darstellung der Wobbelkurve.

Technische Einzelheiten

Der im Wobbelmeßplatz WM-50 enthaltene Pegelmeßplatz PSM-5 besteht aus dem Oszillatorteil RWO-5, dem Sendeteil PS-5 und dem Empfangsteil PM-5. Außerdem gibt es die Gerätekombinationen PS-5 und RWO-5 als Pegelsender PSO-5 sowie PM-5 und RWO-5 als selektiver Pegelmesser PMO-5.
Sende- und Empfangsteil werden synchron vom Oszillatorteil gesteuert. Die Frequenzeinstellung erfolgt grob am Grobabstimmoszillator und fein am Interpolationsoszillator des RWO-5. Die beiden Oszillatoren sind mit optischen Frequenzskalen von je 2,5 m projizierter effektiver Länge ausgestattet. Der Zustand der Rastung des Grobabstimmoszillators und der Abstimmung des Interpolationsoszillators wird auf je einem Instrument des RWO-5 angezeigt.
Die Grobskala trägt Skalenmarken im Abstand von 100 kHz und umfaßt den ganzen Frequenzbereich von 10 kHz bis 36 MHz ohne Umschaltung. Die Feinskala dient zum Interpolieren zwischen den einzelnen 100-kHz-Marken der Grobskala. Sie umfaßt den Frequenzbereich von – 10 kHz bis + 100 kHz. Eine Umschaltung erlaubt außerdem die Verzehnfachung des Interpolationsbereichs. Die Meßfrequenz ist jeweils die Summe der auf beiden Skalen angezeigten Frequenzen.
Ein Quarzoszillator erzeugt die Normalfrequenz. Von dieser werden die Synchronisiersignale für die Frequenzrastung der Hauptoszillatoren des Meßplatzes und das Vergleichssignal für die Interpolationsfrequenz abgeleitet.
Beim Wobbelbetrieb liefert ein Sägezahngenerator im RWO-5 die Ablenkspannung für den Wobbeloszillator und das Sichtgerät. Der Wobbelhub kann in 19 Stufen von ± 17,5 Hz bis ± 17,5 MHz verändert werden. Die Wobbelfrequenz läßt sich in 10 Stufen von 0,1 Hz bis 50 Hz einstellen. Außerdem ist eine Einstellung der Ablenkspannung von Hand möglich. Der Oszillatorteil RWO-5 enthält auch das Regelnetzteil für die Stromversorgung des PSM-5 sowie ggf. des Anzeigedehners AZD-1 und des Tastkopfs TK-8.
Der Ausgangspegel des nach dem Schwebungsprinzip arbeitenden Sendeteils PS-5 kann 2 Ausgängen entnommen werden. Am Ausgang I sind zur Anpassung an die gebräuchlichsten Lastwiderstände 6 Innenwiderstandswerte von 50 Ω bis 150 Ω einstellbar. Der Ausgang II mit einem Innenwiderstand von 75 Ω ist unabhängig vom Ausgang I belastbar.
Der PS-5 enthält eine Amplitudenregelung, die dafür sorgt, daß der Frequenzgangfehler des Ausgangspegels minimal bleibt. Bei Amplitudenmodulation wird die Regelung der Ausgangsspannung durch die Schaltbuchse im Modulationseingang abgeschaltet.

Der Empfangsteil arbeitet nach dem Überlagerungsprinzip. Die Empfangsfrequenz gelangt über einen linearen Breitbandteil sowie ein Tiefpaßfilter auf einen Mischer, in dem das Eingangssignal mit Hilfe der vom RWO-5 kommenden Steuerfrequenz auf eine erste Zwischenfrequenz von 69 MHz umgesetzt wird. Nach 3 weiteren Umsetzungen erhält man die letzte ZF von 30 kHz. Hier wird die in den Daten angegebene Selektion mit einem Bandpaß erreicht, dessen Durchlaßbreite von 2,3 kHz auf 500 Hz umgeschaltet werden kann.
Darüber hinaus ist eine Sonderausführung mit zusätzlichem Quarzfilter von 10 Hz Bandbreite und Fremdfilteranschluß lieferbar.
Das ZF-Signal von 30 kHz wird verstärkt und gelangt zum Nachteiler bzw. zu einer Logarithmierstufe mit 100 dB Dynamik. Nach entsprechender Endverstärkung und Gleichrichtung wird das Signal zur Anzeige gebracht. Überdies steht an verschiedenen Ausgängen die Gleichspannung sowie die 30-kHz-ZF zur Verfügung. Alle Ausgangsbuchsen sind erdfrei und unabhängig voneinander belastbar.
Bei der Pegelmessung kann zwischen den beiden Meßarten »klirrarm« und »rauscharm« gewählt werden. In Schalterstellung »klirrarm« bewirkt ein Vorteiler eine geringe Aussteuerung der Verstärkerstufen des PM-5, wogegen im rauscharmen Betrieb das Eigenrauschen des Geräts durch einen Nachteiler abgeschwächt wird.
Das für die Anzeige des Wobbelsignals geeignete Sichtgerät SG-1 ist ein Spezial-Oszillograf mit nachleuchtender Bildröhre und einer nutzbaren Bildschirmfläche von 10 cm x 10 cm. Ein besonders geringer Verzeichnungsfehler gewährleistet hohe Meßgenauigkeiten. Die der X- und



Vereinfachtes Blockschaltbild des PSM-5

Y-Aussteuerung proportionalen Ausgangsspannungen des PSM-5 werden im Sichtgerät-Einschub SGE-10 der Empfindlichkeit des Sichtgeräts SG-1 angepaßt.
Der Raster des Bildschirms kann in der Y-Richtung nach der Skala des Empfängerinstruments geeicht werden. Ein Verstärker im SGE-10 erlaubt die Dehnung des Meßergebnisses bis auf den 10fachen Wert; hierbei kann die Nullinie unterdrückt werden, so daß es möglich ist, sehr geringe Dämpfungsschwankungen noch deutlich sichtbar zu machen.
Auf dem Bildschirm des Sichtgeräts läßt sich eine verschiebbare Meßlinie durch jeden beliebigen Punkt der dargestellten Meßkurve legen. Der der Lage dieser Bezugslinie entsprechende Pegel kann am Instrument des Empfangsteils angezeigt werden.

Mit einem zusätzlichen Normalfrequenzgenerator lassen sich in das Wobbelbild Frequenzmarken bzw. ein Markenraster einblenden. Mit einem zweiten Generator entsprechend tieferer Frequenz können darüber hinaus Seitenbandmarken erzeugt werden. Die Höhe und Breite der Frequenzmarken ist in weiten Grenzen veränderbar.
Die nach dem Zeilenrasterverfahren arbeitenden Sichtgeräte SG-2 bzw. SG-3 haben eine Bildschirmfläche von 8,5 cm x 12 cm bzw. 15 cm x 21 cm. Mit verschiedenen Einsätzen lassen sich die Sichtgeräte optimal an die Meßaufgabe anpassen. So erhöhen z. B. einblendbare horizontale und vertikale Referenzlinien die Meßgenauigkeit durch parallaxenfreie Eichung des Abbildungsmaßstabs.

Meßzubehör

Der Anzeigedehner AZD-1 dient zur Messung kleinster Pegelunterschiede bis zu 0,01 dB und gestattet eine sehr genaue Ermittlung des Sichtgerät-Meßlinienpegels. Das handliche Gerät besitzt ein großes Anzeigeinstrument mit einem Skalenbereich von ± 1 dB.
Mit dem Symmetrieübertrager SÜ-7054 läßt sich der Meßplatz PSM-5 an symmetrische Meßobjekte mit 150 Ω Wellenwiderstand anpassen. Zur Abgabe symmetrischer Ausgangsspannungen bzw. zum Messen symmetrischer Eingangsspannungen ist für den Sendeteil PS-5 bzw. für den Empfangsteil PM-5 jeweils ein Symmetrieübertrager erforderlich.
Das Anschlußfeld AF-5 ermöglicht die Anpassung der koaxialen Meßanschlüsse des PSM-5 an symmetrische Objekte und TF-Systeme mit den Wellenwiderständen 124 Ω bzw. 135 Ω. Außerdem können in das AF-5-Gehäuse ein Anzeigedehner AZD-1 sowie ein Hörerverstärker mit Lautsprecher für demodulierte Signale eingebaut werden.

Zur kapazitätsarmen und hochohmigen Abnahme des Meßsignals ist der aktive Tastkopf TK-8 geeignet. Dieser reduziert einerseits die Eingangskapazität des Empfangsteils PM-5 auf 7 pF und verhindert durch den Wegfall des Meßkabels andrerseits Meßfehler aufgrund einer Spannungstransformation bei hohen Frequenzen.

Mit dem Reflexionsmeßzusatz RFZ-5 läßt sich im Frequenzbereich 10 kHz bis 36 MHz die Reflexionsdämpfung von koaxialen Prüflingen messen bzw. wobbeln. Als Bezugsnormal für die Meßbrücke stehen Normalwiderstände mit den gängigsten Z-Werten zur Verfügung.

Der Relaisumschalter RU-3 erlaubt Vergleichsmessungen zwischen dem Prüfling und einem Normal. Die Umschaltung zwischen den beiden Meßkanälen kann von Hand oder durch einen internen Taktgeber erfolgen. Beim Wobbelbetrieb ist die Möglichkeit der synchronisierten Umschaltung während des Sägezahnrücklaufs von Vorteil.

Technische Daten des Pegelmeßplatzes PSM-5

Alle wesentlichen Geräteeigenschaften sind durch garantierte Toleranz- und Grenzwertangaben und nicht durch typische Werte gekennzeichnet. Sie gelten nicht nur bei Auslieferung, sondern mindestens für die gesamte Garantiezeit.
Sofern nicht anders vermerkt, gelten die Daten für den zulässigen Bereich der Netzspannung, 20° C Umgebungstemperatur und 30 min Einbrennzeit.

Oszillatorteil RWO-5

zur gemeinsamen Abstimmung von Sende- und Empfangsteil

Frequenzbereich	(1 Bereich ohne Umschaltung)	10 kHz bis 36 MHz
	mit Einschränkungen (vgl. »Anwendung und Eigenschaften«)	2 kHz bis 36 MHz
Frequenzeinstellung	des Grobabstimmoszillators	10 kHz bis 36 MHz
	gerastet	Rastpunkte mit 100 kHz Abstand
	frei	stetig durchstimmbar
Frequenzeinstellung	des Interpolationsoszillators umschaltbar auf	
	grob	– 0,1 MHz bis + 1 MHz und 10-kHz-Abstand der Frequenzkontrolle
	fein	– 10 kHz bis + 100 kHz und 1-kHz-Abstand der Frequenzkontrolle
Frequenzfehler	für ganze 1-kHz-Werte	$\beta \pm 10$ Hz
	für beliebige Frequenzen	$\beta \pm 100$ Hz
	(β = Unsicherheit der verwendeten Normalfrequenz)	
Normalfrequenz	Interne Normalfrequenz	1 MHz
	Max. Fehler bei Auslieferung nach 1 h Einbrennzeit	$\pm 1 \cdot 10^{-6}$
	Leerlauf-Ausgangsspannung U_{ss}, rechteckförmig	ca. 2 V
	Innenwiderstand	75 Ω

Eingang für externe Normalfrequenz 1 MHz
Spannungsbedarf U_{ss} . . . . . ca. 2 V an 500 Ω

Wobbeleinrichtung

19 Frequenzhubbereiche . . . . . 35 Hz / 70 Hz / 140 Hz / . . . / 14 MHz / 35 MHz

Max. Fehler des eingestellten Frequenzhubs (bezüglich $f_{max} - f_{min}$) . . . . . ± 15%

Fehler der eingestellten Bildmittenfrequenz für Frequenzhübe im Bereich
35 Hz bis 35 kHz . . . . . max. 3% des eingestellten Hubbereichs
70 kHz bis 1,4 MHz . . . . . max. 3% des eingestellten Hubbereichs ± 70 kHz
3,5 MHz bis 35 MHz . . . . . max. 3% des eingestellten Hubbereichs ± 500 kHz
10 Wobbelfrequenzbereiche . . von Hand / 0,1 Hz / 0,2 Hz / 0,5 Hz / . . . / 20 Hz / 50 Hz
externe Wobbelspannungseinspeisung

Sendeteil PS-5

Ausgangspegel umschaltbar auf Spannungspegel (0 dB ≙ 0,775 V) oder Leistungspegel für alle Innenwiderstandswerte (0 dBm ≙ 1 mW an Z)

Ausgang I

Max. Ausgangspegel bei $R_a = R_i$ . . . . . + 2 dB / + 12 dBm
Min. Ausgangspegel bei $R_a = R_i$ . . . . . − 85 dB / − 75 dBm
einstellbar in Stufen zu 10 dB und stetig
Innenwiderstand R_i, umschaltbar . . . . . 50, 60, 65, 75, 135 und 150 Ω

Ausgang II

(unabhängig von Ausgang I belastbar)
Ausgangspegel bei R_a = 75 Ω . . . . . − 15 dB bis + 2 dB
Zusammen mit Ausgang I stetig einstellbar
Innenwiderstand . . . . . 75 Ω

Fehlergrenzen des Ausgangspegels

am Ausgang I bei $R_a = R_i$ für Vollausschlag des Anzeigeinstruments und f = 100 kHz
in Teilerstellung 0 dB / + 10 dBm . . . . . ± 0,2 dB

Max. Frequenzgangfehler

des Ausgangspegels bei konstanter Anzeige von 0 dB, bezogen auf 100 kHz bei $R_a = R_i = 75\,\Omega$
für die Teilerstellung 0 dB und von 10 kHz bis 15 MHz . . . . . ± 0,1 dB
über 15 MHz bis 36 MHz . . . . . ± 0,15 dB

für die Teilerstellungen − 10 dB . . . − 70 dB
von 10 kHz bis 15 MHz . . . . . ± 0,2 dB
über 15 MHz bis 36 MHz . . . . . ± 0,3 dB

Klirrdämpfung

bei Anzeige 0 dB für k_2 oder k_3 und $R_a = R_i = 75\,\Omega$
von 10 kHz bis 1 MHz . . . . . ≧ 40 dB
über 1 MHz bis 36 MHz . . . . . ≧ 30 dB

Externe Amplitudenmodulation . . . . . 0 bis 100%

Spannungsbedarf U_{ss} an 600 Ω je Prozent AM . . . . . ca. 35 mV

Frequenzbereich . . . . . 0 bis 100 kHz

Empfangsteil PM-5

Pegelanzeige umschaltbar auf Spannungspegel (0 dB ≙ 0,775 V) oder Leistungspegel für alle Innenwiderstandswerte (0 dBm ≙ 1 mW an Z)

Meßbereiche
umschaltbar in
10-dB-Stufen

für Instrumentenanzeige 0 dB
Spannungspegel lin . . . . . − 110 dB . . . + 20 dB
Spannungspegel log . . . . . − 30 dB . . . + 20 dB
Leistungspegel lin . . . . . − 100 dBm . . . + 30 dBm
Leistungspegel log . . . . . − 20 dBm . . . + 30 dBm
Spannungsanzeige für Instrumentenvollausschlag . . . . . 3, 10, 30 µV, . . ., 10 V

Ablesebereich am Instrument
Pegel linear . . . . . − 30 dB bis + 2 dB
Pegel logarithmisch . . . . . − 100 dB bis 0 dB
Spannung . . . . . 0,1 bis 3 V und 0,2 bis 10 V

Max. Meßfehler

bei f = 100 kHz nach erfolgter Eichung, Betriebsart »linear«
für Instrumentenanzeige 0 dB
Spannungspegel . . . . . ± 0,25 dB
Leistungspegel . . . . . ± 0,3 dB

Max. Frequenzgangfehler

der Anzeige, bezogen auf 100 kHz und bei $R_i = R_e = 75\ \Omega$
von 10 kHz bis 15 MHz . . . . . ± 0,2 dB
über 15 MHz bis 36 MHz . . . . . ± 0,6 dB

Eingang

Eingangswiderstand . . . umschaltbar auf R_e = 50, 60, 65, 75, 135, 150 Ω und $1/\omega\ C_e$
Eingangskapazität C_e in Stellung $1/\omega\ C_e$ für f ≦ 15 MHz . . . . . 30 pF
Eigenklirrdämpfung in Stellung »klirrarm« für k_2 oder k_3 . . . . . ≧ 70 dB
(bei 50 dB Empfindlichkeitserhöhung gegenüber Grundschwingungspegel)

Selektion

Durchlaßbereich	Breitband	Δ a = 0,5 dB	Δ f ≧ ± 0,65 kHz
		Δ a = 3 dB	Δ f = ± 1,15 kHz
	Effektive Rauschbandbreite		1,74 kHz
	Schmalband	Δ a = 0,5 dB	Δ f ≧ ± 0,1 kHz
		Δ a = 3 dB	Δ f = ± 0,25 kHz
Sperrbereich	Breitband	Δ a ≧ 60 dB bei	Δ f = ± 3,0 kHz
	Schmalband	Δ a ≧ 60 dB bei	Δ f = ± 2,0 kHz

10-Hz-Quarzfilter (auf Wunsch gegen Aufpreis lieferbar)

Durchlaßbereich	Δ a = 3 dB	Δ f ≧ ± 5 Hz
Sperrbereich	Δ a ≧ 30 dB bei	Δ f = ± 40 Hz
	Δ a ≧ 50 dB bei	Δ f = ± 150 Hz
	Δ a ≧ 70 dB bei	Δ f = ± 2 kHz

ZF-Dämpfung (69 MHz) . . . . . ≧ 70 dB

Spiegelwellendämpfung für f_E + 138 MHz . . . . . ≧ 70 dB
für f_E + 14,88 MHz / f_E + 1,2 MHz / f_E + 60 kHz . . ≧ 80 dB
(f_E = Empfangsfrequenz)

Ausgänge

erdfrei und kurzschlußfest
Spannung für 0 dB Instrumentenanzeige bei Leerlauf
Gleichspannung, R_i = 10 kΩ . . . . . 4,6 V

ZF-Ausgang 30 kHz, R_i = 600 Ω . . . . . 0 dB

Hörerausgang, R_i ca. 5 kΩ, Einseitenbandsignal (Regel- oder Kehrlage) . . ca. 400 mV
Demodulationssignal (m = 30%, f = 1 kHz) . . . . . ca. 120 mV

Anschlüsse für . . . . . Anzeigedehner AZD-1
Sichtgerät-Einschub SGE-10

Fremdfilteranschluß (auf Wunsch gegen Aufpreis lieferbar)
für externes ZF-Filter: Bandmitte 30,0 kHz, Wellenwiderstand Z = 1,2 kΩ

Allgemeine Daten

Stromversorgung
Netzbetrieb . . . . . 110 / 120 / 220 / 240 V ± 10%
Netzfrequenz . . . . . 45 bis 65 Hz
Leistungsaufnahme . . . . . ca. 170 VA

Batteriespeisung . . . . . 23 bis 30 V
Leistungsaufnahme . . . . . ca. 115 W

Zulässige Umgebungstemperatur im Betrieb . . . . . 0 bis + 40 °C

Meßzubehör

Sichtgerät SG-1 mit Einschub SGE-10

Betriebsarten

Wechselweises Darstellen von Objekt und Meßlinie, bzw. mit RU-3, von Objekt I, Meßlinie und Objekt II. Strahlrücklauf als Nullinie.

Abbildung

Zunehmende Meßfrequenz von links nach rechts oder umgekehrt. Umschaltbar zwischen Dämpfungs- und Verstärkungsmessung.

Frequenzmarken	Frequenzbereich	Eingangsspan. U_s Sinus o. Rechteck 1:1	Eingangs-widerstand
Meßfrequenz f_1	10 kHz bis 36 MHz	0,3 V bis 10 V	75 Ω
Markenfrequenz f_2	10 kHz bis 5 MHz	0,3 V bis 10 V	75 Ω
Seitenbandfrequenz f_3	1 kHz bis 500 kHz	2 V bis 5 V	150 Ω bis 300 Ω

Y-Ablenkung

Bildhöhe für Vollausschlag am PM-5-Instrument, eichbar . . . . . 10 cm

Y-Dehnung . . . . . x 1, x 2, x 5, x 10

Fehlergrenzen des Dehnungsfaktors . . . . . ± 3%

Y-Verschiebung zur Darstellung jedes Bildausschnitts bei Y-Dehnung

Markenhöhe, einstellbar . . . . . 0 bis 3 cm

Meßlinie, Einstellbereich . . . . . 0 bis 10 cm

Max. Meßfehler bei Einstellung mit PM-5-Instrument . . . . 1% vom angezeigten Wert

Ausgang

X- und Y-Ausgang zum Anschluß von Schreibern und Großbild-Sichtgeräten mit einem Eingangswiderstand von mindestens 50 kΩ

Bildschirm

Bildschirm . beleuchtbare Rasterscheibe mit gleicher Einteilung wie PM-5-Instrument

Nutzbare Schirmbildfläche . . . . . 10 cm x 10 cm

Nachleuchtdauer für Abfall auf 1% der Anfangshelligkeit . . . . . ca. 12 s

Kleinster Empfangspegel für 10 cm Y-Auslenkung ohne Berücksichtigung von Eigenstörspannungen
lin . . . . . − 110 dB
log . . . . . − 30 dB

Mindestpegeländerung für 1 cm Y-Auslenkung lin . . . . . 0,1 dB oder 1%

Max. darstellbare Pegeldifferenz für 10 cm Y-Auslenkung ohne Änderung der Empfindlichkeit . . . . . 100 dB

Netzanschluß (45 bis 60 Hz) . . . . . 110 / 115 / 220 / 240 V

Leistungsaufnahme des Sichtgeräts mit Einschub . . . . . ca. 75 VA

FTZ-K-Nummer des Sichtgeräts 274 093 006

Sichtgerät SG-2, SG-3

Technische Daten . . . . . siehe SG-2, SG-3

Anzeigedehner AZD-1

Skalenbereich . . . . . −1 dB bis + 1 dB
Skalenteilung . . . . . 0,02 dB
Dehnbarer Anzeigebereich am PM-5-Instrument . . . . . − 10 bis + 2 dB
Skalenteilungsfehler . . . . . ± 4% des angezeigten Werts ± 0,01 dB
Stromversorgung . . . . . vom Empfangsteil PM-5

Symmetrieübertrager SÜ-7054

Frequenzbereich . . . . . 30 kHz bis 30 MHz

Innenwiderstand auf der Prüflingseite . . . . . 150 Ω symmetrisch
Meßgeräteseite . . . . . 75 Ω koaxial

Grunddämpfung (Betriebsdämpfung) . . . . . 0,2 dB

Max. Welligkeit im gesamten Frequenzbereich . . . . . 1 dB

Unsymmetriedämpfung bei 1 MHz . . . . . ≧ 40 dB

Anschluß auf der Prüflingseite . . . . . 3polige TF-Buchse
Meßgeräteseite 2,5/6-Stecker

Anschlußfeld AF-5

Symmetrieübertrager für Sendeteil bzw. Empfangsteil
Anpassungsübertrager 135 Ω symmetrisch an 75 Ω koaxial
Frequenzbereich . . . . . 10 kHz bis 108 kHz
Einfügungsdämpfung bei Leistungspegelübertragung . . . . . ≦ 0,2 dB

Anpassungsübertrager 124 Ω symmetrisch an 75 Ω koaxial
Frequenzbereich . . . . . 60 kHz bis 10 MHz
Einfügungsdämpfung bei Leistungspegelübertragung . . . . . ≦ 0,4 dB

Reflexionsfaktor der Übertrager . . . . . ≦ 3%
Max. Eingangspegel . . . . . 0 dB
Unsymmetriedämpfung . . . . . ≧ 40 dB
Klirrdämpfung für k_2 und k_3 . . . . . ≧ 60 dB

Hörerverstärker

Frequenzbereich	300 Hz bis 3 kHz
Max. Ausgangsleistung an 70 Ω	300 mW
Netzanschluß (45 bis 65 Hz)	117 V ± 10%

Tastkopf TK-8

in Verbindung mit dem Empfangsteil PM-5, Eingang in Stellung »$1/\omega\ C_e$«

Frequenzbereich	10 kHz bis 36 MHz
Max. Frequenzgangfehler der Anzeige bezogen auf 100 kHz	
von 10 kHz bis 15 MHz	0,3 dB
über 15 MHz bis 36 MHz	0,6 dB
Eingangswiderstand	10 kΩ
Eingangskapazität	7 pF
Max. Eingangspegel	+ 2 dB
Max. zulässige Gleichspannung	50 V
Eigendämpfung, einstellbar	2 dB
mitgeliefertes Zubehör	Prüfspitze und Massekabel mit Masseschelle
auf Wunsch lieferbar	aufschraubbare Stecker 4/13, BNC oder 2,5/6

Reflexions-Meßzusatz RFZ-5

Z-Werte	50, 60, 65, 75, 135 und 150 Ω
Frequenzbereich bei Z = 50, 60, 65, 75 Ω	10 kHz bis 36 MHz
Z = 135 und 150 Ω	10 kHz bis 5 MHz
Eingangs- und Ausgangswiderstand	75 Ω
Max. Meßfehler des Reflexionsfaktors r bei Z = 75 Ω	
von 10 kHz bis 5 MHz	± 0,01 r ± 0,0015
über 5 MHz bis 15 MHz	± 0,03 r ± 0,003
über 15 MHz bis 36 MHz	± 0,05 r ± 0,005
Standardzubehör	1 Transportkoffer
	2 Kabel Z = 75 Ω (Sender- bzw. Empfängerleitung)
	1 Abschlußwiderstand R_N, 75-Ω-Stecker
	1 Abschlußwiderstand R_N, 75-Ω-Buchse
	2 Meßkabel 25 cm lang Z = 75 Ω
	1 Reflexionsnormal R_E, 75-Ω-Buchse
Wahlzubehör	50-/60-/65-/135- und 150-Ω-Ausführung (näheres auf Anfrage)
	je 2 Adapter (Sender- bzw. Empfängerleitung) für 4/13 und BNC
	je 1 Adapter für R_x mit 4/13-St, 4/13-Bu, BNC-St und BNC-Bu

Relaisumschalter RU-3

Frequenzbereich	0 bis 36 MHz
Impedanz (Buchsen 2,5/6)	75 Ω
Max. Reflexionsfaktor der Ein- und Ausgänge	
von 0 bis 15 MHz	± 0,015
über 15 MHz bis 36 MHz	± 0,03
Einfügungsdämpfung	≦ 0,05 dB
Koppeldämpfung zwischen beiden Kanälen	≧ 95 dB
Betriebsarten	
Umschaltfrequenz, intern getriggert, stetig einstellbar	1 Hz bis 30 Hz
extern getriggert	0 bis 30 Hz
Umschaltung von Hand	
Kontaktbelastung	
Max. Schaltleistung	7 W
Max. schaltbarer Strom	0,25 A
Max. schaltbare Spannung	30 V
Netzanschluß (45 bis 65 Hz)	110 / 120 / 220 / 240 V ± 10%
Leistungsaufnahme	ca. 5 VA

Allgemeine Daten

Abmessungen und Gewichte

Gerät	Abmessungen in mm (b x h x t)	Gewicht
PSM-5	565 x 520 x 300	43 kg
PSO-5	565 x 388 x 300	32 kg
PMO-5	565 x 388 x 300	34 kg
SG-1	565 x 300 x 460	24 kg
SGE-10	Einschub für SG-1	2,8 kg
SG-2	478 x 155 x 407	13 kg
SG-3	478 x 288 x 407	19 kg
AZD-1	195 x 160 x 140	2 kg
SÜ-7054	55 ⌀ x 80	120 g
AF-5	520 x 134 x 275[1])	7,1 kg
TK-8	Tastspitze 11 ⌀ x 110	200 g
RFZ-5	140 x 40 x 90	310 g
RU-3	190 x 100 x 125	2,7 kg

1) Das Anschlußfeld ist auch mit dem PSM-5 bzw. PSO-5 oder PMO-5 in einem gemeinsamen Gehäuse lieferbar

Bestellangaben

der Meßplätze PSM-5 und WM-50, der Einzelgeräte PSO-5 (Pegelsender) und PMO-5 (Pegelmesser) sowie der Zusatzgeräte. Durch Hinzufügen eines Sichtgeräts läßt sich der Pegelmeßplatz PSM-5 zum Wobbelmeßplatz WM-50 erweitern.

Pegelmeßplatz PSM-5	BN 444/0
mit zusätzlichem 10-Hz-Filter und Fremdfilteranschluß	BN 444/8
Pegelsender PSO-5	BN 442/0
Selektiver Pegelmesser PMO-5	BN 443/0
mit zusätzlichem 10-Hz-Filter und Fremdfilteranschluß	BN 443/9
Oszillatorteil RWO-5	BN 241/0
für PM-5 mit 10-Hz-Filter	BN 241/3
Sendeteil PS-5	BN 242/0
Empfangsteil PM-5	BN 243/0
mit zusätzlichem 10-Hz-Filter und Fremdfilteranschluß	BN 243/6
Meßzubehör (gegen Aufpreis)	
Sichtgerät SG-1	BN 551
Sichtgerät-Einschub SGE-10	BN 332
Sichtgerät SG-2	BN 429
Sichtgerät SG-3	BN 593
Sichtgerät-Einschübe	siehe SG-2/SG-3
Anzeigedehner AZD-1	BN 364
Symmetrieübertrager SÜ-7054	BN 7054
Anschlußfeld AF-5	BN 430
in 6 Versionen lieferbar	
Tastkopf TK-8	BN 363
Reflexions-Meßzusatz RFZ-5	BN 394
Relaisumschalter RU-3	BN 323

Vorläufiges Datenblatt

PSM-14
Pegelmeßplatz

für selektive Pegel- und Dämpfungsmessungen im Frequenzbereich 10 kHz bis 100 MHz

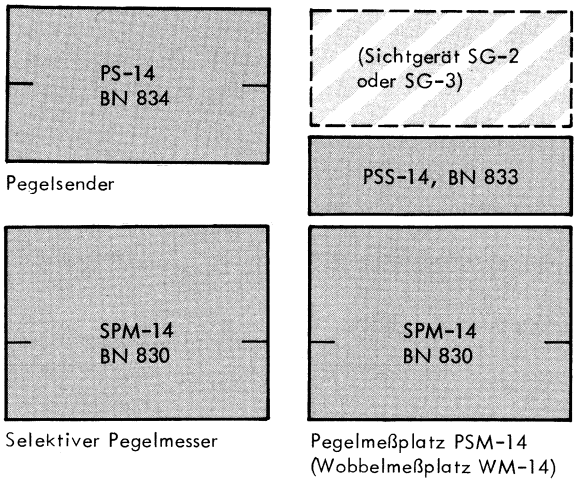


- **Große Frequenzgenauigkeit durch Quarzraster**
- **Flackerfreie Frequenzanzeige durch 7stelligen Zähler, max. Frequenzauflösung 10 Hz**
- **Spannungs- und pegellineare Empfängerskala (20 dB/100 dB) sowie Pegellupe ± 1 dB**
- **Pegelmeßumfang mehr als 130 dB**
- **Umschaltbar zwischen klirrarmer und rauscharmer Messung**
- **Mit Sichtgerät SG-2 oder SG-3 zum Wobbelmeßplatz WM-14 erweiterbar**

Anwendung und Eigenschaften

Der Pegelmeßplatz PSM-14 erlaubt selektive Pegel- und Dämpfungsmessungen im Frequenzbereich 10 kHz bis 100 MHz. Er erfaßt somit die Basisbänder nahezu aller TF-Systeme sowie den Frequenzbereich der Richtfunk-ZF um 70 MHz. Neben Messungen an den verschiedenen Systemen und deren Baugruppen, kann der Meßplatz aber auch auf anderen Gebieten der Elektronik eingesetzt werden. Durch seine leichte Bedienbarkeit eignet er sich sowohl für die Betriebsmeßtechnik als auch für die Labormeßtechnik.

Der Meßplatz PSM-14 besteht aus dem selektiven Pegelmesser SPM-14 und dem Sendeteil PSS-14, der keine eigene Trägerfrequenzerzeugung hat. Bei dieser Gerätekombination erfolgt die gemeinsame Abstimmung von Sender und Empfänger durch den im Pegelmesser eingebauten rast- und wobbelbaren Steueroszillator.
Für Meßaufgaben, die eine getrennte Einstellung von Sende- und Empfangsfrequenz erfordern, z. B. bei Strecken-, Klirrdämpfungs- und Umsetzermessungen, steht der Pegelsender PS-14 mit eigener Abstimmung zur Verfügung.
Die Frequenz des Steueroszillators im PS-14 und SPM-14 läßt sich im gesamten Frequenzbereich ohne Umschaltung einstellen. Die Einstellung erfolgt mit dem Hauptabstimmoszillator kontinuierlich oder in 100-kHz-Schritten gerastet. Mit dem Feinabstimmoszillator kann die Frequenz zwischen den Rastpunkten kontinuierlich fein eingestellt werden. Zur Anzeige der Sende- bzw. Empfangsfrequenz ist ein 7stelliger Zähler mit einer Auflösung von 100 Hz oder 10 Hz eingebaut.

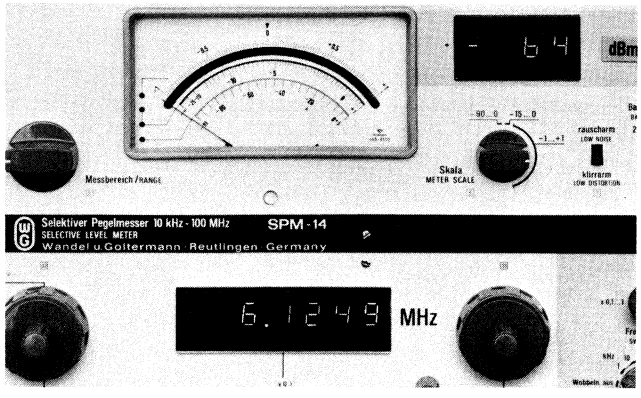


Geräte und Meßplätze der Typenreihe 14

Der Sender zeichnet sich durch großen Störspannungsabstand und geringen Eigenklirrfaktor aus. Sein Ausgangspegel läßt sich in Stufen von 10 dB und 1 dB sowie kontinuierlich fein in einem Bereich von −63 bis +10 dBm einstellen. Eine automatische Amplitudenregelung hält den eingestellten Sendepegel unabhängig von der Sendefrequenz konstant. Der koaxiale Ausgang hat einen Innenwiderstand von 75 Ω. Ein zusätzlicher Kontrollausgang gibt einen Pegel von ≧ -10 dBm ab.

Der Pegelmeßbereich des Empfängers erstreckt sich von −120 bis +20 dBm. Das Meßergebnis wird an einem Instrument mit 3 Skalen angezeigt. Neben einer spannungslinearen Anzeige mit ca. 20 dB Skalenumfang ist eine gedehnte Anzeige mit ± 1 dB Umfang zur Erhöhung der Meßgenauigkeit und zur Messung kleiner Pegelunterschiede besonders vorteilhaft. Für Übersichtsmessungen oder zur Ermittlung der Kanalbelegung an Systemen kann auf die pegellineare Anzeige mit 100 dB Skalenumfang umgeschaltet werden. Der zur jeweiligen Instrumentenanzeige gehörende Bezugswert des Meßbereichschalters ist an einer Digitalanzeige ablesbar.

Pegel- und Frequenzanzeige beim Pegelmesser SPM-14



Der Pegelmesser besitzt einen koaxialen Eingang mit einem Eingangswiderstand von 75 Ω. Für hochohmige und kapazitätsarme Messungen ist der aktive Tastkopf TK-11 vorgesehen. Die Entkopplungsübertrager REÜ-50 (50 kHz bis 14 MHz) und REÜ-56 (300 kHz bis 60 MHz) ermöglichen rückwirkungsfreie Messungen an einem Systemmeßpunkt. Die Übertrager sind transformatorische Teiler (20 dB) mit einem Durchschleif-Eingang und 2 entkoppelten Ausgängen.

Bei Frequenzanalysen und Klirrdämpfungsmessungen läßt sich der Empfangsteil in einer klirrarmen Einstellung betreiben, während die rauscharme Einstellung einen großen Signal-Geräusch-Abstand gewährleistet. Die Bandbreite des Pegelmessers ist zwischen 360 Hz und 2,3 kHz umschaltbar; die letztere entspricht einer äquivalenten Rauschbandbreite von 1,74 kHz und erlaubt bewertete Rauschmessungen in Sprachkanälen des TF-Übertragungsbands. Auf Wunsch ist zusätzlich ein schmales Filter mit 25 Hz Bandbreite erhältlich. Da die Frequenzabstimmung treffsicher und stabil ist, lassen sich mit diesem Filter z. B. Gruppen- und Übergruppenpilote an TF-Systemen auch während des Betriebs messen.

Mit dem eingebauten Demodulator kann bei Messungen an TF-Systemen jeder beliebige Kanal in den Hörbarkeitsbereich umgesetzt werden.

Der Meßplatz PSM-14 bildet zusammen mit dem Sichtgerät SG-2 oder SG-3 den Wobbelmeßplatz WM-14. Zur Darstellung der Wobbelkurve ist aber auch ein XY-Schreiber geeignet. Die Wobbeleinrichtung im Steueroszillator gestattet Messungen mit beliebigen, zwischen 100 Hz und 100 MHz einstellbaren Frequenzhüben mit periodischem oder einmaligem Durchlauf. Dabei lassen sich die Bereichsgrenzen mit Hilfe der Zähleranzeige am Steueroszillator einfach einstellen und kontrollieren. Verschiedene Sichtgerät-Einschübe – z. B. zur Darstellung von Pegellinien und Frequenzlinien – erleichtern die Auswertung der Wobbelkurve.

Der wobbelbare Sender PS-14 ermöglicht zusammen mit einem Breitbandempfänger, Diskriminator und Sichtgerät die Kontrolle von TF-Übertragungsstrecken und deren Entzerrung. Mit dem Pegelmesser SPM-14 lassen sich im Wobbelbetrieb u. a. Frequenzspektren und Systembelegungen analysieren.

Mit Hilfe des Relaisumschalters RU-3 können Pegeldifferenzmessungen im Frequenzbereich 10 kHz bis etwa 40 MHz durchgeführt werden. Bei Wobbelmessungen besteht die Möglichkeit, den RU-3 über einen Steuerimpuls des Steueroszillators so umzuschalten, daß auf dem Bildschirm abwechselnd die Kurve des Prüflings und die eines Vergleichsobjekts (Normal) dargestellt wird.

Die Reflexionsfaktor-Meßbrücke RFZ-14 gestattet mit den Meßplätzen PSM-14 bzw. WM-14 die Messung bzw. Wobbelung der frequenzabhängigen Reflexionsdämpfung im Frequenzbereich 100 kHz bis 100 MHz.

Sender und Empfänger sind von Leistungspegeleichung (dBm) auf Spannungspegeleichung (dB) umrüstbar. Die koaxialen Aus- und Eingänge sind mit der Universalbuchse Versacon® 9 ausgestattet, die eine Verwendung der gebräuchlichen Buchsensysteme zuläßt. Die Geräte sind als Tischgeräte oder als Einschübe für 19''-Gestelle lieferbar. Durch Front- und Rückseitendeckel können die einzelnen Geräte bei Transport oder Lagerung staub- und spritzwasserdicht verschlossen werden.

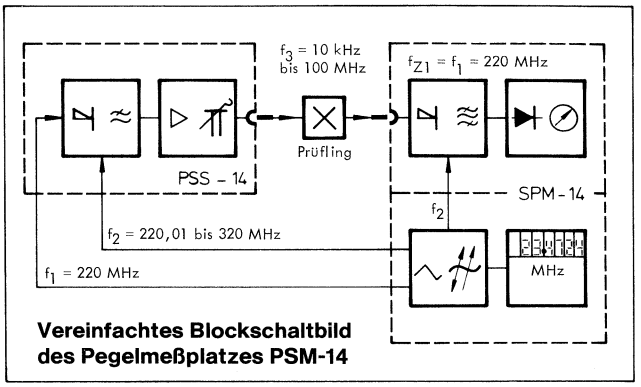
Technische Einzelheiten

Sende- und Empfangsteil des Meßplatzes arbeiten nach dem Überlagerungsprinzip. Dabei wird die Ausgangsfrequenz des Senders (f_3 = 10 kHz bis 100 MHz) durch Differenzbildung aus einer Festfrequenz (f_1 = 220 MHz) und einer veränderbaren Frequenz (f_2 = 220,01 bis 320 MHz) gewonnen. Da die erste Zwischenfrequenz des Empfängers (f_{Z1} = 220 MHz) und die Festfrequenz des Senders den gleichen Wert aufweisen, lassen sich diese beiden Geräte von einem gemeinsamen Steueroszillator synchron abstimmen. Daraus ergibt sich eine übersichtliche Anordnung und einfache Bedienung des Pegelmeßplatzes.

Die Steuerfrequenz f_2 wird im Haupt- und im Feinabstimmoszillator erzeugt. Bei gerastetem Hauptabstimmoszillator hängt die Frequenzgenauigkeit des Meßplatzes im wesentlichen vom eingebauten Quarzoszillator ab: von diesem werden neben dem Rastspektrum auch die Festfrequenz des Senders, die Frequenzen für die dreifache Umsetzung im Empfänger sowie die Zeitbasis für den Frequenzzähler abgeleitet. Durch einen Stellmotor wird die Handkurbel des Hauptabstimmoszillators stets in der Rastposition gehalten. Ein schnelles Verstellen der Hauptabstimmung läßt sich in beiden Richtungen motorisch vornehmen.

Beim Wobbelbetrieb liefert ein Dreieckgenerator im Steueroszillator die Ablenkspannung. Die Durchlaufzeit ist zwischen 0,1 und 100 s umschaltbar. Durch Zuschalten eines externen Kondensators läßt sie sich bis zum 10fachen Wert vergrößern. An einem Pen-Lift-Ausgang steht ein Steuerimpuls für entsprechende Schreiber zur Verfügung.

Der Sendepegel ist über einen Stellspannungseingang durch eine Gleichspannung veränderbar. Auf diese Weise lassen sich – z. B. mit dem sehr genauen Eichpegelmesser EPM-1 als Regelverstärker – Absolut- und Frequenzgangfehler noch weiter reduzieren. Über eine Drucktaste oder eine Steuerbuchse kann das Sendesignal weich aus- und eingeschaltet werden.



Vereinfachtes Blockschaltbild des Pegelmeßplatzes PSM-14

Der Überlagerungsempfänger setzt die Empfangsfrequenz in 3 Stufen um. Dabei wird durch Bandfilter in der letzten ZF von 10 kHz die in den Daten angegebene Selektion erreicht. Das verstärkte ZF-Signal gelangt zur Gleichrichterschaltung und ggf. auf den Anzeigedehner bzw. auf eine Logarithmierstufe mit 100 dB Dynamik, so daß unterschiedliche Anzeigearten auf dem Instrument möglich sind. Ein flinker Signaldetektor mit Anzeigelampe erleichtert beim schnellen Durchdrehen der Abstimmfrequenz das Auffinden unbekannter Empfangssignale.

Um eine hohe Meßgenauigkeit zu erreichen, ist der Pegelmesser mit einer halbautomatischen Eichung ausgestattet. Beim Eichen erhält der Eingangsverstärker anstelle des Meßsignals den intern erzeugten Eichpegel zugeführt. Die Eichgröße ist an der gedehnten Anzeige ablesbar und ermöglicht ein etwaiges Nachstellen auf den Sollwert. Die Abstimmfrequenz braucht in diesem Fall nicht verändert werden. An verschiedenen Ausgängen des SPM-14 stehen die 10-kHz-ZF und eine der Instrumentenanzeige proportionale Gleichspannung zur Verfügung. Außerdem läßt sich im Wobbelbetrieb der Wert einer Pegellinie auf dem Bildschirm mit dem Anzeigeinstrument des Empfängers bestimmen.

Vorläufige Technische Daten des Pegelmeßplatzes PSM-14

Sofern nicht anders vermerkt, gelten die Daten für den Nenngebrauchsbereich der Netzspannung und der Umgebungstemperatur 15 min nach dem Einschalten. Die Pegel- und Meßbereiche für die dB-Eichung sind in Klammern angegeben.

Steueroszillator

Frequenz

Frequenzbereich des Meßplatzes	10 kHz bis 100 MHz
Frequenzeinstellung	
Hauptabstimmung, kontinuierlich, von Hand oder durch Motor	Gesamtbereich
gerastet (fühlbares Einrasten)	in 100-kHz-Schritten
Feinabstimmung, kontinuierlich, von Hand	Bereich ca. 120 kHz
Frequenzanzeige	7stelliger Frequenzzähler
Frequenzauflösung, umschaltbar	100 Hz, 10 Hz
Fehlergrenzen der Frequenzanzeige	$\pm 2 \cdot 10^{-6} \pm 1$ Digit
Frequenzdrift pro Tag	$\pm 1 \cdot 10^{-7}$

Wobbelbetrieb

Wobbelgrenzen getrennt einstellbar	
Frequenzhub, in Stufen und stetig einstellbar	100 Hz bis 100 MHz
Wobbelablauf	periodisch (Dreieck), einmalig und manuell
Ablaufdauer für 1 Halbperiode	0,1; 0,2; 0,5; . . .; 100s

Ausgänge

Steuerausgänge zur Frequenzabstimmung von Sende- und Empfangsteil
X-Ablenkspannungsausgang, R_i = 5 kΩ . . . . . 0 bis +5 V
Pen-lift-Funktion zur Steuerung eines Schreibers

Sender

Pegel

Pegelbereich . . . . . −63 bis +10 dBm (−73 bis 0 dB)
Pegeleinstellung grob und fein in Stufen von . . . . . 10 dB und 1 dB
Stetige Pegeleinstellung . . . . . −1,2 bis 0 dB

Max. Pegelfehler	Stetigeinsteller auf 0 dB	beliebig
im Bereich −40 bis +10 dBm (−50 bis 0 dB)	±0,25 dB	±0,30 dB
im Bereich −60 bis +10 dBm (−70 bis 0 dB)	±0,30 dB	±0,35 dB

Fehlergrenzen des Pegels bei 0 dBm (−10 dB) und 20 MHz,
Feineinsteller auf −10 dB . . . . . ±0,10 dB
Fehlergrenzen des Frequenzgangs bezogen auf 20 MHz
im Bereich −20 bis +10 dBm (−30 bis 0 dB) . . . . . ±0,06 dB
im Bereich −40 bis +10 dBm (−50 bis 0 dB) . . . . . ±0,10 dB
im Bereich −60 bis +10 dBm (−70 bis 0 dB) . . . . . ±0,15 dB

Fehlergrenzen der Pegelstufen bezogen auf 0 dBm (−10 dB) mit
Feineinsteller auf −10 dB, bei beliebiger, konstanter Frequenz
im Bereich −49 bis +10 dBm (−59 bis 0 dB) . . . . . ±0,15 dB

Ausgang

Buchsensystem, wahlweise . . . . . BNC; TNC; 1,6/5,6; 2,5/6; 1,6/10
Innenwiderstand . . . . . 75 Ω
Reflexionsdämpfung bei 1,6/10-Buchse . . . . . ≧34 dB
Kontrollausgang, Pegel bei 75 Ω Last . . . . . ≧ −10 dBm (−20 dB)

Störspannungen

Dämpfung diskreter harmonischer Störer
für Sendefrequenzen im Bereich 10 kHz bis 70 MHz . . . . . >40 dB
im Bereich 70 MHz bis 100 MHz . . . . . >36 dB
Dämpfung diskreter nichtharmonischer Störer
für Störfrequenzen im Bereich 10 kHz bis 100 MHz . . . . . >70 dB
im Bereich 100 MHz bis 200 MHz . . . . . >60 dB

Eingänge

Steuereingänge zur Frequenzabstimmung durch den Steueroszillator

Externe Pegelregelung, Regelbereich . . . . . ca. ±1 dB
Spannungsbedarf für 1 dB Pegeländerung . . . . . ca. 33 mV an 10 kΩ

Senderaustastung über Steuereingang oder mittels Drucktaste.

Empfänger

Eingang

Buchsensystem, wahlweise . . . . . BNC; TNC; 1,6/5,6; 2,5/6; 1,6/10
Eingangswiderstand . . . . . 75 Ω
Reflexionsdämpfung bei 1,6/10-Buchse . . . . . ≧34 bzw. 26 dB
abhängig von der Einstellung des Meßbereichs

Pegelanzeige

Instrument mit 3 Skalen und digitale Bereichsanzeige
Spannungslineare Skala . . . . . −25 bis +1 dB
Meßbereiche, 0 dB Instrumentenanzeige entspricht . . . . . −100, −90, ..., +20 dBm
(−110, −100, ..., +10 dB)

Flinker Signaldetektor mit Leuchtdiode
Ansprechschwelle etwa bei Skalenmarke . . . . . −15 dB

Skala für gedehnte Anzeige (Pegellupe) . . . . . −1 bis +1 dB
Skalenauflösung . . . . . 0,02 dB

Pegellineare Skala . . . . . −95 bis +5 dB
Meßbereiche, 0 dB Instrumentenanzeige entspricht . . . . . −30, −20, ..., +20 dBm
(−40, −30, ..., +10 dB)

Betriebsarten
für spannungslineare und gedehnte Anzeige . . . . . rauscharm oder klirrarm

Meßfehler

Grenzen des Gesamtfehlers bei gedehnter Anzeige, nach Eichung

im Frequenzbereich	von 10 kHz bis 300 kHz	0,3 bis 60 MHz	bis 100 MHz
bei +2 bis +10 dBm (−8 bis 0 dB)	±0,65 dB	±0,45 dB	±0,65 dB
bei −80 bis + 2 dBm (−90 bis −8 dB), in Betriebsart rauscharm	±0,55 dB	±0,35 dB	±0,55 dB
bei −90 bis −80 dBm (−100 bis −90 dB) rauscharm und Bandbreite 360 Hz bzw. 25 Hz	±0,60 dB	±0,35 dB	±0,55 dB

Zusätzlicher Anzeigefehler
bei spannungslinearer Anzeige im Skalenbereich −10 bis +1 dB . . . . . ±0,3 dB
bei pegellinearer Anzeige im Skalenbereich −90 bis 0 dB . . . . . ±2 dB

Einzelfehler

im Gesamtfehler enthalten
Fehlergrenzen der gedehnten Anzeige nach Eichung
bei 0 dBm (−10 dB) und f = 20 MHz . . . . . ±0,1 dB

Fehlergrenzen des Frequenzgangs bezogen auf 20 MHz
im Frequenzbereich 300 kHz bis 60 MHz . . . . . ±0,2 dB
im Frequenzbereich 10 kHz bis 100 MHz . . . . . ±0,4 dB

Fehlergrenzen der Skalenteilung und Bereichsumschaltung grob und fein, bei gedehnter Anzeige bezogen auf 0 dBm (−10 dB) bei beliebiger, konstanter Frequenz im Bereich 10 kHz bis 100 MHz . . . . . ±0,1 dB

Selektion

Empfangsbandbreite, umschaltbar		
3-dB-Bandbreite	360 Hz	2,3 kHz
äquivalente Rauschbandbreite	270 Hz	1,74 kHz
Dämpfung > 60 dB im Frequenzabstand	±3 kHz	±10 kHz
> 70 dB im Frequenzabstand	±14 kHz	±50 kHz

25-Hz-Filter (zusätzlich auf Wunsch)
3-dB-Bandbreite . . . . . 25 Hz
äquivalente Rauschbandbreite . . . . . 19 Hz
Dämpfung > 60 dB im Frequenzabstand . . . . . ±250 Hz
> 70 dB im Frequenzabstand . . . . . ±3 kHz

Spiegelfrequenz- und ZF-Dämpfung für Signale im Bereich 0,01 bis 200 MHz . > 90 dB

Eigenklirrdämpfung bei pegellinearer Anzeige und Grundschwingungsanzeige ≦ −30 dB	a_{k2}	a_{k3}
	> 70 dB	> 90 dB

Eigenrauschpegel bei 360 Hz Bandbreite
im Frequenzbereich 10 kHz bis 300 kHz . . . . . ca. −110 dBm (−120 dB)
im Frequenzbereich 300 kHz bis 100 MHz . . . . . < −126 dBm (−136 dB)

Ausgänge

ZF-Ausgang, R_i = 3 kΩ . . . . . 10 kHz
Gleichspannungsausgang, R_i = 5 kΩ . . . . . 0 bis +5 V
Demodulatorausgang, R_i = 600 Ω
Einseiten-Demodulation durch Umsetzung auf . . . . . 2 kHz oder 1 kHz

Tastkopfanschluß, Stromversorgung für TK-11
mit automatischer Korrektur der Pegelbereichsanzeige . . . . . +10 dB

Steuereingänge zur Frequenzabstimmung durch den Steueroszillator

Allgemeine Daten

Zulässige Umgebungstemperatur
Nenngebrauchsbereich . . . . . +5 bis +40 °C
Grenzbereich für Lagerung und Transport . . . . . −40 bis +70 °C

Stromversorgung
Nenngebrauchsbereiche der Netzspannung . . 110/117/127/220/227/237 V, −12 bis +10%
Netzfrequenz . . . . . 47,5 bis 63 Hz
Leistungsaufnahme PSS-14 . . . . . 30 VA
PS-14 . . . . . 90 VA
SPM-14 . . . . . 110 VA
Schutzklasse nach VDE 0411 I

Meßzubehör

Tastkopf TK-11

aktiver Tastkopf

Frequenzbereich . . . . . 10 kHz bis 100 MHz

Eingangspegel Max. zulässige Wechselspannung . . . . . 1 V bzw. +10 dBm (+2 dB)
Max. überlagerte Gleichspannung . . . . . 50 V

Dämpfung, bei Abschluß mit $R_i = R_a = 75\ \Omega$ bei 100 kHz und 20 °C . . 10 dB ± 0,1 dB

Dämpfungsänderung durch die Umgebungstemperatur im Nenngebrauchsbereich . . . . . ≦ 0,05 dB

Dämpfungsänderung im Frequenzbereich, bezogen auf 100 kHz . . . . . ≦ 0,2 dB

Eingangswiderstand bis f = 20 MHz . . . . . ≧ 12 kΩ ‖ 4 pF
bis f = 100 MHz . . . . . ≧ 2 kΩ ‖ 4 pF

Anschluß koaxial
Standardzubehör: Tastspitze und Erdschelle mit Tastspitze
Wahlzubehör: Übergang auf Universalbuchse Versacon® 9,
sowie Übergangsstücke auf alle gebräuchlichen Buchsensysteme

Reflexionsfaktor-Meßbrücke RFZ-14
(Vorläufige Daten)

Frequenzbereich . . . . . 100 kHz bis 100 MHz
Nennwiderstand . . . . . 75 Ω
Einfügungsdämpfung bei offenem Z_x-Anschluß . . . . . ca. 8 dB
Frequenzgang im Bereich 300 kHz bis 60 MHz . . . . . ca. ± 0,5 dB
Fehlergrenzen nach Eichung, mit Steckeranschluß BNC, TNC oder 1,6/10
im Bereich 300 kHz bis 60 MHz . . . . . 0,007 ± 0,1 r^2
im Bereich 100 kHz bis 100 MHz . . . . . 0,015 ± 0,13 r^2
Anschlüsse, wahlweise . . . . . BNC; TNC; 1,6/5,6; 2,5/6; 1,6/10; Lemo

Abmessungen und Gewicht

Gerät	Abmessungen (b x h x t) in mm		Gewicht
	Tischgerät	19-Zoll-Einschub	
PSS-14	478 x 110 x 420	443 x 86 x 370	8,6 kg
PS-14	478 x 199 x 420	443 x 175 x 370	19,6 kg
SPM-14	478 x 244 x 420	443 x 220 x 370	24 kg
TK-11	Tastspitze 11⌀ x 105	–	150 g
REÜ-...	63 x 31 x 36 ohne Anschlüsse		200 g
RFZ-14	54 x 33 x 27 ohne Anschlüsse		200 g
SG-2	478 x 155 x 407	443 x 132 x 353	13 kg
SG-3	478 x 288 x 407	443 x 265 x 353	19 kg
RU-3	190 x 100 x 125	–	2,7 kg

Bestellangaben

		dBm-Eichung	dB-Eichung
Sendeteil PSS-14		BN 833/0	BN 833/1
Pegelsender PS-14		BN 834/0	BN 834/1
Selektiver Pegelmesser SPM-14		BN 830/0	BN 830/1
Meßzubehör (gegen Aufpreis)			
Zusätzliche 25-Hz-Bandbreite für SPM-14			BN 665/00.01
Tastkopf TK-11			BN 573
Entkopplungsübertrager REÜ-56[1]			BN 839/00.01
Entkopplungsübertrager REÜ-50[1]			BN 839/00.02
Reflexionsfaktor-Meßbrücke RFZ-14			BN 830/00.01
Sichtgerät SG-2 (Bildschirmgröße 85 mm x 120 mm)			BN 429
Sichtgerät SG-3 (Bildschirmgröße 150 mm x 210 mm)			BN 593
Sichtgerät-Einschübe			siehe SG-2/SG-3
Relaisumschalter RU-3[2]			BN 323
Transportschutzdeckel für (1 Satz für Vorder- und Rückseite)	PSS-14		SD 2
	PS-14		SD 4
	SPM-14		SD 5

1) Technische Daten siehe Breitbandpegelmesser REB-56
2) Technische Daten siehe Pegelmeßplatz PSM-5

PSM-7
Pegelmeßplatz

für selektive Pegel- und Dämpfungsmessungen im Frequenzbereich 10 kHz bis 100 MHz

- **Gemeinsame Abstimmung von Sender und Empfänger in kleinsten dekadischen Schritten von 1 Hz sowie kontinuierlich**
- **Digitalanzeige von Meßfrequenz, Sendepegel und Empfangspegel**
- **Empfangsteil umschaltbar von Spannungspegel- auf Leistungspegelmessung**
- **Selektive Wobbelmessungen mit Wobbelsteuergerät OPW-7 möglich**
- **Alle wesentlichen Bedienungsfunktionen des Meßplatzes fernsteuerbar**
- **Erweiterung zum Pegelmeßautomat PA-7 mit Programmsteuer- und Auswertegerät PRA-30 oder mit Rechner**



Anwendung und Eigenschaften

In der Nachrichtentechnik verlangen die ständig steigenden Anforderungen an die Qualität der Übertragungseinrichtungen den Einsatz von Meßgeräten hoher Präzision. Darüber hinaus sollen sich die Meß- und Prüfvorgänge auf möglichst einfache, fehlerfreie und zeitsparende Weise – nach Möglichkeit sogar automatisch – durchführen lassen.
Der Pegelmeßplatz PSM-7 erlaubt Absolut- und Differenzpegelmessungen von höchster Genauigkeit im Bereich 10 kHz bis 100 MHz.Das Gerät erfaßt somit die Basisbänder nahezu aller TF-Systeme sowie den Frequenzbereich der Richtfunk-ZF um 70 MHz. Neben Messungen an den verschiedenen Systemen und deren Baugruppen kann der Meßplatz aber auch auf anderen Gebieten der Elektronik eingesetzt werden, beispielsweise für Messungen an Quarzfiltern.
Seine leichte Bedienbarkeit, die Möglichkeit der Fernsteuerung und Programmierung aller wesentlichen Bedienungsfunktionen sowie die Ausbaufähigkeit zum Pegelmeßautomaten machen den Pegelmeßplatz PSM-7 für die neuen Anforderungen besonders geeignet.
Der Pegelmeßplatz PSM-7 besteht aus den drei Einheiten Sendeteil PS-7, selektives Empfangsteil PM-7 und Steueroszillator. Sende- und Empfangsteil werden vom Steueroszillator gemeinsam abgestimmt, so daß sich selektive Messungen bequem und rasch durchführen lassen.
Der Steueroszillator setzt sich aus der programmierbaren

Frequenzdekade OPD-7 und dem Steuergerät OPS-7 zusammen. Am Gerät OPS-7 erfolgt die dekadische Einstellung der Meßfrequenz im gesamten Bereich von 10 kHz bis 100 MHz in kleinsten Schritten von 1 Hz. Darüber hinaus ist eine kontinuierliche Frequenzabstimmung von Hand sowie ein quasi-kontinuierlicher, automatischer Frequenzdurchlauf mit wählbarer Geschwindigkeit möglich. Für Wobbelmessungen ist zusätzlich das Wobbelsteuergerät OPW-7 erforderlich. Wird diese Gerätekombination noch durch das Sichtgerät SG-2 oder SG-3 ergänzt, so entsteht der Wobbelmeßplatz WM-7. Zur Darstellung der Wobbelkurve ist aber auch ein XY-Schreiber geeignet. Im Wobbelbetrieb können Wobbelgrenzen und Wobbelgeschwindigkeit der vorliegenden Meßaufgabe angepaßt werden. Das Gerät OPW-7 erzeugt eine Frequenzmarke, die die Auswertung von Frequenzgangkurven wesentlich erleichtert.

Am Pegelsender kann der Pegel in Stufen von 0,1 dB im Bereich – 69,9 bis + 10,0 dBm eingestellt werden. Sowohl der gewählte Sendepegel als auch die Meßfrequenz am Steueroszillator bzw. der Empfangspegel am Pegelmesser sind an Ziffernanzeigeröhren ablesbar. Die Anzeige des Empfangspegels erfolgt automatisch und vorzeichenrichtig in einem Bereich von −119 bis +23 dBm (−128 bis +14 dB) bei Absolutpegelmessung bzw. bis zu Werten von 140 dB im Falle der Differenzpegelmessung. Neben der fünfstelligen digitalen Ergebnisanzeige (Auflösung 0,01 dB) läßt sich auch das eingebaute Instrument mit einem wählbaren Skalenumfang von 1 dB, 10 dB oder 100 dB benutzen. Die Bandbreite des Pegelmessers ist zwischen 50 Hz, 400 Hz und 2,3 kHz umschaltbar; die letztere entspricht einer äquivalenten Rauschbandbreite von 1,74 kHz und erlaubt bewertete Rauschmessungen im Gesprächskanal nach CCITT.

Mit dem auf Wunsch lieferbaren aktiven Tastkopf TK-11 sind auch an relativ hochohmigen Prüflingen Pegelmessungen durchführbar. Seine Eingangskapazität beträgt im gesamten Frequenzbereich bis 100 MHz nur 4 pF.
Im gleichen Frequenzbereich wie der Meßplatz PSM-7 arbeitet der einfachere, nicht fernsteuerbare Pegelmeßplatz PSM-14. So kann z. B. anstelle des PS-7 der einfache, genaue Sendeteil PSS-14 eingesetzt werden.

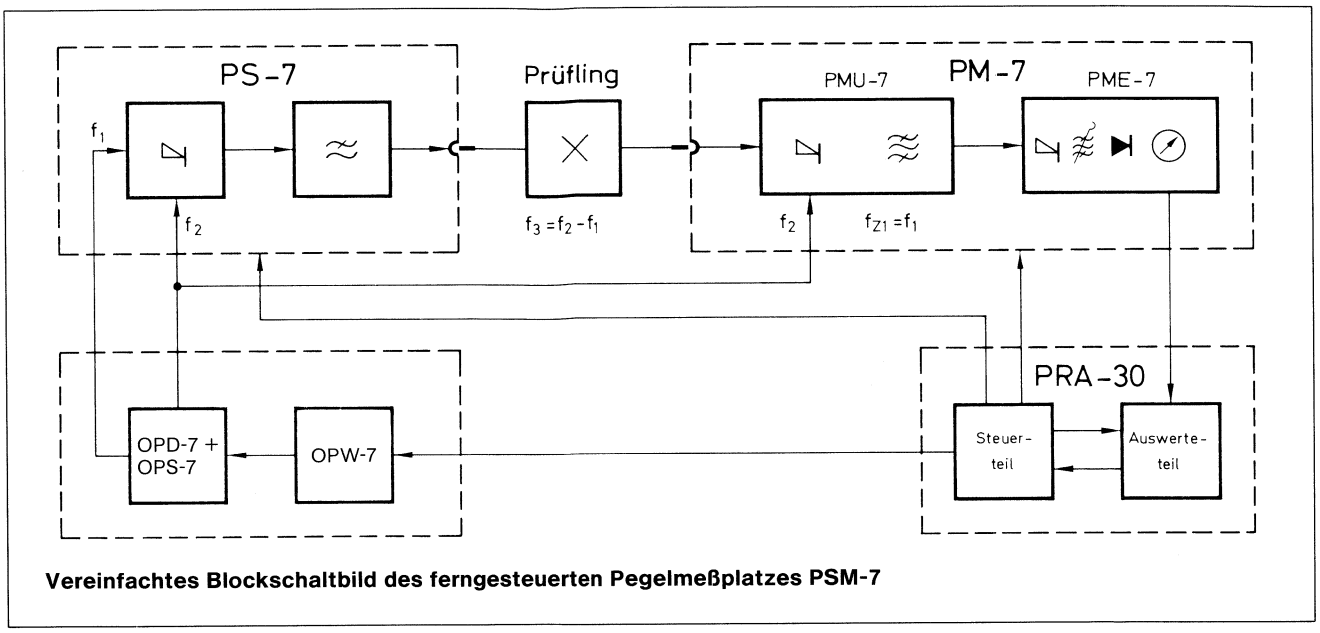
Automatischer Meßablauf

Durch Erweiterung des Pegelmeßplatzes PSM-7 mit dem Programmsteuer- und Auswertegerät PRA-30 entsteht eine ANDIMAT-Anlage, der Pegelmeßautomat PA-7. Aufgrund seiner Flexibilität eignet sich dieser Meßautomat für sehr genaue Pegel- und Dämpfungsmessungen sowohl in der Fertigung und im Prüffeld als auch im Entwicklungslabor oder bei der Überwachung von Übertragungssystemen bis 100 MHz. Mit Hilfe von Zusatzgeräten wie z. B. Meßstellenumschalter MU-7, Ausgabesteuerung AST-30 oder Registriergerät läßt sich der automatische Meßplatz der jeweiligen Meßaufgabe anpassen.
Das Gerät PRA-30 steuert durch Lochstreifen, z. B. bei der Aufnahme von Meßreihen, die entsprechenden Einstellungen an den Einzelgeräten des Pegelmeßplatzes und gegebenenfalls am Prüfling und übernimmt außerdem die Auswertung der Meßergebnisse. Die kurze Meßzeit von etwa einer Sekunde je Meßpunkt ergibt bei großen Prüflingsstückzahlen beträchtliche Zeiteinsparungen, ohne die hohe Meßgenauigkeit des Meßplatzes PSM-7 zu beeinträchtigen. Für den Übergang auf eine andere Meßaufgabe muß lediglich der Lochstreifen ausgewechselt werden, so daß auch häufig wechselnde Programme für kleine Stückzahlen rationell durchführbar sind.
Bei der Auswertung kann ein Vergleich der Meßergebnisse des Pegelmessers mit auf dem Lochstreifen programmierten Grenzwerten erfolgen. Überdies besteht die Möglichkeit, die Meßwerte zu klassieren, Maximal-, Minimal- oder Mittelwerte zu bestimmen und die Abweichung der Charakteristik eines Prüflings von einem programmierbaren Sollverlauf festzustellen. Meßpunkt-Nummer und Klassen-Nummer bzw. Toleranzüberschreitung sind am Gerät PRA-30 direkt ablesbar. Die Ergebnisse lassen sich aber auch über anschließbare Drucker in übersichtlicher Tabellenform protokollieren. Unter Zwischenschalten der Ausgabesteuerung AST-30 können andere Registriergeräte wie Fernschreiber, elektrische Schreibmaschinen, Streifen- und Kartenlocher angeschlossen werden. Auf diese Weise sind verschiedene Arten der Darstellung von Meßergebnissen möglich.
Die Steuerung des Meßplatzes und die Auswertung der Meßergebnisse läßt sich selbstverständlich auch durch einen Rechner vornehmen. Weitere Einzelheiten auf Anfrage.

Technische Einzelheiten

Der Pegelsender und der Pegelmesser des Meßplatzes arbeiten nach dem Überlagerungsprinzip. Dabei wird die Ausgangsfrequenz (f_3 = 0,01 . . . 99,999 999 MHz) des Senders durch Differenzbildung aus einer Festfrequenz (f_1 = 220 MHz) und einer veränderbaren Frequenz (f_2 = 220,01 . . . 319,999 999 MHz) gewonnen. Der Pegelmesser besteht aus einem Umsetzerteil PMU-7 und dem Pegelverarbeitungsteil PME-7 mit Anzeigeeinheit. Da die vom Umsetzer gebildete 1. Zwischenfrequenz (f_{z1} = 220 MHz) und die Festfrequenz des Senders den gleichen Wert aufweisen, lassen sich diese beiden Geräte von einem gemeinsamen Steueroszillator synchron abstimmen. Daraus ergibt sich eine übersichtliche Anordnung und einfache Bedienung des Pegelmeßplatzes.
Es besteht aber auch die Möglichkeit, einen Pegelsender und einen Pegelmesser mit je einem Steueroszillator (OPD-7 mit OPS-7) zu betreiben. Für die so entstehenden Gerätekombinationen PSO-7 und PMO-7 gelten sinngemäß die gleichen Eigenschaften wie für den Meßplatz PSM-7 selbst.

Die für Sender und Empfänger benötigten Steuerfrequenzen werden in dem dekadisch aufgebauten Oszillator OPD-7 durch Frequenzsynthese erzeugt. Alle Dekadenstufen weisen die Genauigkeit des eingebauten quarzstabilisierten Frequenznormals auf. Die Frequenzeinstellung läßt sich von Hand an den Dekadenschaltern des getrennt aufstellbaren Steuergeräts OPS-7 oder über Fernsteuerleitungen im 8-4-2-1-Code vornehmen. Bei Wobbelmessungen erfolgt die Wahl der Wobbelgrenzen am Steuergerät



Vereinfachtes Blockschaltbild des ferngesteuerten Pegelmeßplatzes PSM-7

OPW-7, ebenso die Einstellung und Anzeige der Frequenzmarke und zweier Austastfrequenzen.
Neben der sehr genauen Differenzpegelmessung besteht die Möglichkeit, den Sendepegel durch den sendeseitigen Pegelmesser zu regeln z. B. bei Streckenmessungen. Dabei wird vom unbenutzten Ausgang des PS-7 das Sendesignal direkt auf den PM-7 gegeben, der ein Korrektursignal an den Sender übermittelt.
Das Programmsteuer- und Auswertegerät PRA-30 ermöglicht eine vollautomatische, programmierte Steuerung des Meßplatzes. Als Programmträger dient normalerweise ein Lochstreifen. Hierfür ist ein Standard-Lochstreifenleser lieferbar.

Neben den Steuerfunktionen übernimmt das Gerät außerdem die Auswertung der Meßergebnisse. Die verschiedenen Auswerteverfahren sind als festverdrahtete Unterprogramme auf Steckkarten untergebracht und werden durch das Hauptprogramm des Lochstreifens aufgerufen.

Die Geräte sind als Tischgeräte oder als Einschub für 19-Zoll-Gestelle entsprechend DIN 41494 lieferbar. Die Ausrüstung mit einer Universalbuchse an den koaxialen Ein- und Ausgängen ermöglicht – nach Auswechseln des Anschlußstückes – die Verwendung aller gängigen Stecker.

Technische Daten des Pegelmeßplatzes PSM-7

Alle wesentlichen Geräteeigenschaften sind durch garantierte Toleranz- und Grenzwertangaben und nicht durch typische Werte gekennzeichnet. Sie gelten nicht nur bei Auslieferung, sondern mindestens für die gesamte Garantiezeit.

Sofern nicht anders vermerkt, gelten die Daten für den Nenngebrauchsbereich der Netzspannung und der Umgebungstemperatur sofort nach dem Einschalten bzw. für OPD-7 und PM-7 nach 1 h Einbrennzeit.

Steueroszillator

zur gemeinsamen Abstimmung von Sender und Empfänger

Frequenzdekade OPD-7

Frequenzbereich (Meßfrequenz des PSM-7) . . . . 10 kHz bis 99,999 999 MHz

Frequenzinkonstanz . . . . . $\leqq 2 \cdot 10^{-8}$
Mittlere Frequenzänderung bei intermittierendem Betrieb . . . . . $\leqq 2 \cdot 10^{-6}$/Jahr

Steuergerät OPS-7

Dekadische Frequenzeinstellung
Kleinster Frequenzschritt . . . . . 1 Hz
Frequenzanzeige . . . . . 8stellig an Ziffernanzeigeröhren

Quasi-kontinuierliche Frequenzeinstellung
von Hand über den gesamten Bereich ohne Umschaltung
fein, in Schritten von . . . . . 1 Hz
grob, in Schritten von . . . . . 100 Hz

Automatischer Frequenzdurchlauf durch Betätigung von rückfedernden Knebelschaltern
Änderungsgeschwindigkeit je nach Schalterwahl . . . . 1 Hz/s, 10 Hz/s, . . ., 10 MHz/s
Kleinster Frequenzschritt . . . . . 1 Hz

Ferngesteuerte Frequenzeinstellung

Wobbelsteuergerät OPW-7

Einstellung der oberen und unteren Wobbelgrenze im gesamten Frequenzbereich von 10 kHz bis 100 MHz . . . . . dekadisch in kleinsten Schritten von 1 Hz

15 Ablenkzeiten . . . . . 50, 100, 200, 500 ms, . . ., 1000 s, man.
Ablenkspannung U_{ss} (umschaltbar zwischen Dreieck-, Sägezahnform und einmaliger Durchlauf). . . . . ± 2,5 V aus 5 kΩ

Einzelfrequenzmarke und Austastfrequenzen . . . . . beliebig wählbar

Sendeteil PS-7

Senderausgänge

2 gleichwertige, voneinander unabhängige Koaxialausgänge
Innenwiderstand . . . . . 75 Ω
Reflexionsdämpfung im Frequenzbereich 10 kHz bis 70 MHz . . . . . ≧ 32 dB
über 70 MHz bis 100 MHz . . . . . ≧ 25 dB

Ausgangspegel

3stellige Pegelanzeige mit Vorzeichen durch Ziffernanzeigeröhren
Dekadische Einstellung . . . . . − 69,9 bis + 10,0 dBm
Kleinster Pegelschritt . . . . . 0,1 dB
Kontinuierliche Feinverstimmung . . . . . ± 0,1 dB

Pegelsteuerung durch externe Gleichspannung möglich

Max. Pegelfehler bei Ausgangspegel 0 dBm . . . . . ± 0,25 dB
− 10 bis + 10 dBm . . . . . ± 0,50 dB
− 69,9 bis + 10 dBm . . . . . ± 0,90 dB
Bei Pegelregelung durch den PM-7 verringert sich der Pegelfehler auf die Werte des PM-7
Pegeldifferenz der beiden Ausgänge . . . . . ≦ 0,02 dB

Störspannungen

Unterdrückung harmonischer Störsignale bei einem Ausgangspegel von
+ 10 dBm . . . . . ≧ 30 dB
0 dBm . . . . . ≧ 40 dB
≦ − 10 dBm . . . . . ≧ 50 dB
Unterdrück. nichtharm. Störsignale im Abstand ≧ 100 Hz vom Nutzsignal . . ≧ 70 dB
Rauschabstand gegenüber Nutzsignal bezogen auf eine Rauschbandbreite von 1,74 kHz
bei einem Pegel von ≧ − 50 dBm im Frequenzbereich 50 kHz bis 100 MHz . ≧ 70 dB

Amplitudenmodulation

extern . . . . . 0 bis 50%
Frequenzbereich . . . . . 200 Hz bis 30 kHz
Spannungsbedarf U_{eff} je Prozent AM an 10 kΩ . . . . . ca. 10 mV

Fernsteuermöglichkeit:

Sendepegel mit Vorzeichen, Pegelaustastung und Regelzeitkonstante

Empfangsteil PM-7

(bestehend aus PMU-7 und PME-7)

Eingänge

2 gleichwertige, voneinander unabhängige Koaxialeingänge A und B

Eingangswiderstand . . . . . 75 Ω
Reflexionsdämpfung im Frequenzbereich 10 kHz bis 20 MHz . . . . . ≧ 34 dB
über 20 MHz bis 100 MHz . . . . . ≧ 26 dB
Zulässige Eingangsspannung (Überlastungsgrenze) . . . . . U_{eff} ≦ 8 V

Pegelanzeige

umschaltbar auf Leistungspegelmessung (0 dBm ≙ 1 mW an 75 Ω) oder Spannungspegelmessung (0 dB ≙ 0,775 V)
Digitalanzeige . . . . . 5stellig + Vorzeichen, Auflösung 0,01 dB

Analoganzeige mit automatischer Digitalanzeige des zugehörigen Pegelgrobwerts
Meßumfang, umschaltbar . . . . . 1 dB, 10 dB, 100 dB
Breitbandanzeige des Summenpegels zur Aussteuerungskontrolle
Anzeigebereich . . . . . − 30 bis + 30 dBm/dB

Aussteuerung, umschaltbar . . . . . klirrarm, normal, rauscharm

Meßbereiche

Leistungspegel, Aussteuerung normal oder rauscharm . . . . . – 119 bis + 23 dBm
Spannungspegel, normal oder rauscharm . . . . . – 128 bis + 14 dB
Differenzpegel A–B, rauscharm . . . . . – 142 bis + 85 dB

Max. Meßfehler

bei Absolutpegelmessung (nur ein Eingang belegt)
Frequenz 10 kHz bis 20 MHz, Pegel – 60 dBm bis – 10 dBm (– 70 dB bis – 20 dB)
Bandbreite 400 Hz, Aussteuerung normal . . . . . ± 0,16 dB
Frequenz 10 kHz bis 100 MHz, Pegel – 80 dBm bis + 10 dBm (– 90 dB bis 0 dB)
Bandbreite und Aussteuerung beliebig . . . . . ± 0,3 dB
bei Differenzpegelmessung (A-B), Bandbreite 400 Hz, Aussteuerung klirrarm, Frequenz 100 kHz bis 20 MHz, Pegelunterschied
– 30 dB bis + 30 dB . . . . . ± 0,04 dB
Frequenz 10 kHz bis 100 MHz, Pegelunterschied – 1 dB bis + 1 dB . . . ± 0,04 dB
Frequenz 100 kHz bis 100 MHz, Pegelunterschied – 40 dB bis + 40 dB . . ± 0,07 dB

Selektion

3 umschaltbare Bandbreiten
schmal 3-dB-Bandbreite . . . . . 50 Hz
Dämpfung im Abstand ≧ 140 Hz von der Abstimmfrequenz . . . . ≧ 60 dB
mittel 3-dB-Bandbreite . . . . . 400 Hz
Dämpfung im Abstand ≧ 1 kHz von der Abstimmfrequenz . . . . . ≧ 60 dB
breit 3-dB-Bandbreite . . . . . 2,30 kHz
Effektive Rauschbandbreite . . . . . 1,74 kHz
Dämpfung im Abstand ≦ – 3,2 kHz bzw. ≧ + 2,5 kHz von der Abstimmfrequenz . . . . . ≧ 60 dB
Anschlußmöglichkeit für externes Filter mit Bandmitte 10 kHz und $R_e = R_i = 3\,k\Omega$

Spiegelwellendämpfung (Empfangsfrequenz + 440 MHz) . . . . . ≧ 70 dB
Zwischenfrequenzdämpfung (220 MHz) . . . . . ≧ 90 dB

Eigenklirrdämpfung in Stellung klirrarm für k_2 bzw. k_3 und für
f ≧ 3 MHz . . . . . ≧ 65 bzw. 75 dB
im Frequenzbereich 10 kHz bis 3 MHz um ca. 10 dB kleiner

Rauschleistungsabstand (NPR) gemessen in einer Sperrlücke (3,886 MHz) bei Belastung mit weißem Rauschen im Frequenzband 4 bis 60 MHz, Gesamtlast ≧ – 40 dBm, Aussteuerung rauscharm, Bandbreite 2,3 kHz . . . ≧ 33 dB

Ausgänge

Digitalausgang für Meßergebnis, Codierung BCD 8-4-2-1, negative Logik
Gleichspannungsausgang
Spannung proportional zur Instrumentenanzeige, $R_i = 5\,k\Omega$ . . . . . 0 bis ca. + 5 V

ZF-Ausgang 10 kHz
Pegel an $R_a = R_i = 75\,\Omega$ . . . . . – 30 dB

Fernsteuermöglichkeit:

Bandbreite, Betriebsart, Rauschmittelung, Ergebnisanzeige und Aussteuerung.

Allgemeine Daten

Fernsteuerung

Durch Programmsteuer- und Auswertegerät PRA-30 mit Lochstreifenleser oder durch Rechner. Eingangswerte (negative Logik)
Logische 1 . . . . . – 10 bis + 1 V
Logische 0 . . . . . + 4,5 bis + 40 V

Zulässige Umgebungstemperatur
Nenngebrauchsbereich . . . . . + 10 bis + 35° C
Grenzbetriebsbereich . . . . . 0 bis + 45° C
Lagerung und Transport . . . . . – 25 bis + 60° C

Stromversorgung
Netzspannung . . . . . 115/125/220/235 V – 15% bis + 10%
Netzfrequenz . . . . . 47 bis 63 Hz
Leistungsaufnahme
Frequenzdekade OPD-7 . . . . . 150 VA
Steuergerät OPS-7 . . . . . 75 VA
Wobbelsteuergerät OPW-7 . . . . . 190 VA
Sendeteil PS-7 . . . . . 75 VA
Empfangsteil PM-7 . . . . . 160 VA

Buchsenausführung
Koaxiale Ein- und Ausgänge . . . . . umrüstbare Universalbuchse Versacon® 9

Meßzubehör

Tastkopf TK-11

aktiver Tastkopf

Frequenzbereich . . . . . 10 kHz bis 100 MHz

Eingangspegel Max. zulässige Wechselspannung . . . . . 1 V bzw. + 2 dB
Max. überlagerte Gleichspannung . . . . . 50 V

Dämpfung, bei Abschluß mit $R_i = R_a = 75\ \Omega$ bei 100 kHz und 20° C . . 10 dB ± 0,1 dB

Dämpfungsänderung durch die Umgebungstemperatur im Nenngebrauchsbereich . . . . . ≦ 0,05 dB

Dämpfungsänderung im Frequenzbereich, bezogen auf 100 kHz . . . . . ≦ 0,2 dB

Eingangswiderstand bis f = 20 MHz . . . . . ≧ 12 kΩ ‖ 4 pF
bis f = 100 MHz . . . . . ≧ 2 kΩ ‖ 4 pF

Eigenklirrdämpfung für Eingangspegel ≦ 0 dB . . . . $a_{k2} \geqq 40$ dB, $a_{k3} \geqq 50$ dB
für Eingangspegel ≦ − 20 dB . . . $a_{k2} \geqq 60$ dB, $a_{k3} \geqq 70$ dB

Stromversorgung . . . . . vom Empfangsteil PM-7

Zulässige Umgebungstemperatur Nenngebrauchsbereich . . . . . + 10 bis + 35° C
Betriebs-Grenzbereich . . . . . 0 bis + 45° C
Lagerbereich . . . . . − 25 bis + 60° C

Anschluß koaxial
Standardzubehör: Tastspitze und Erdschelle mit Tastspitze
Wahlzubehör: Übergang auf Universalbuchse Versacon® 9,
sowie Übergangsstücke auf alle gebräuchlichen Buchsensysteme

Abmessungen und Gewicht

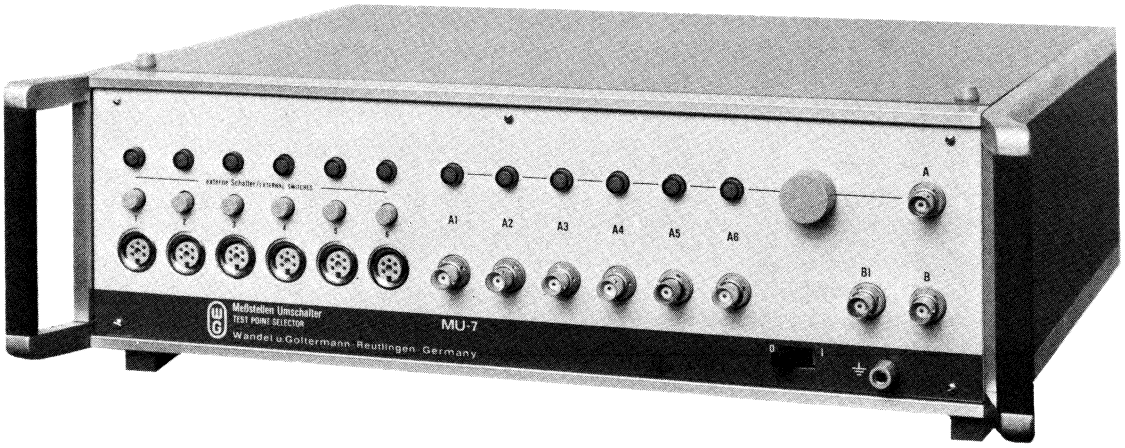
Gerät	Abmessungen (b x h x t) in mm Tischgerät	19-Zoll-Einschub	Gewicht
OPD-7	478 x 288 x 407	443 x 265 x 353	31 kg
OPS-7	478 x 199 x 407	443 x 176 x 353	13 kg
OPW-7	478 x 199 x 407	443 x 176 x 353	23 kg
PS-7	478 x 155 x 407	443 x 132 x 353	16 kg
PM-7	478 x 375 x 407	443 x 352 x 353	37 kg
TK-11	Tastspitze 11 ∅ x 105	–	150 g
SG-2	478 x 155 x 407	443 x 132 x 353	13 kg
SG-3	478 x 288 x 407	443 x 265 x 353	19 kg

Bestellangaben

Frequenzdekade OPD-7		BN 458
Steuergerät OPS-7		BN 459
Wobbelsteuergerät OPW-7		BN 465
Sendeteil PS-7		BN 456
Empfangsteil PM-7		
bestehend aus PMU-7		BN 457
und PME-7		BN 376/1
Meßzubehör (gegen Aufpreis)		
Tastkopf TK-11		BN 573
Sichtgerät SG-2		BN 429
Sichtgerät SG-3		BN 593
Sichtgerät-Einschübe		siehe SG-2/SG-3
Transportschutzdeckel für	OPD-7	DE 5
	OPS-7	DE 3
	OPW-7	DE 3
	PS-7	DE 2
	PMU-7	DE 5
	PME-7	DE 1

MU-7
Meßstellen-Umschalter

für den Frequenzbereich 0 bis 100 MHz



- **6 koaxiale Meßstellen**
- **Handeinstellung sowie Fernsteuerung durch Programmgeber möglich**
- **Geringe Einfügungsdämpfung, hohe Sperrdämpfung**
- **Referenzkanal für Vergleichsmessungen**
- **Maximal 6 externe Koaxial-Schaltglieder steuerbar**
- **Anzeige des Schaltzustands durch Signallampen**

Anwendung und Eigenschaften

Der Meßstellenumschalter dient zur Vereinfachung von programmierten Messungen, vorzugsweise in Verbindung mit dem Meßplatz PSM-7 bzw. PA-7. Das Gerät ermöglicht das Anschalten von koaxialen HF-Einspeise- bzw. Meßstellen an eine gemeinsame Sender- bzw. Empfänger-Anschlußbuchse. Die Schaltvorgänge sind sowohl von Hand am Gerät als auch ferngesteuert über das Programmsteuer- und Auswertegerät PRA-30 durchführbar. Der jeweilige Schaltzustand wird durch Kontrollampen angezeigt. Die Schalter zeichnen sich durch geringe Einfügungsdämpfung im geschlossenen und durch hohe Sperrdämpfung im geöffneten Zustand aus, so daß die hohe Meßgenauigkeit des Meßplatzes PSM-7 erhalten bleibt. Nicht durchgeschaltete Kanäle sind mit 75 Ω abgeschlossen.

Der Meßstellenumschalter enthält einen 6-Kanal-Schalter, durch den sich jeweils eine der 6 Koaxialbuchsen auf der Prüflingseite mit der Buchse auf der Meßgeräteseite verbinden läßt. Bei Verwendung von zwei Geräten MU-7 kann das eine Gerät mit dem Sender PS-7 und das andere mit dem Pegelmesser PM-7 zusammengeschaltet werden. Auf diese Weise ist es möglich, jeweils einen von max. 6 koaxialen Vierpolen komplett in den Meßkanal einzuschalten. Über eine Querverbindung lassen sich – auch im handgesteuerten Betrieb – beide Meßstellenumschalter von einem MU-7 aus bedienen.

Der Umschalter ist mit einem Kompensationskanal ausgestattet, der die gleichen Eigenschaften aufweist wie die Nutzkanäle. Bei Differenzmessungen erlaubt dieser Kanal

die Elimination des Meßfehlers, der durch Grunddämpfung und Frequenzgang des Schalters bedingt ist.
Zusätzlich zu dem 6-Kanal-Schalter sind vom Meßstellenumschalter MU-7 über Steuerleitungen bis zu 6 externe Einzelschaltglieder MUS-7 steuerbar. Die Schaltglieder stellen koaxiale Umschalter dar und sind für jeweils eine Umschaltfunktion vorgesehen. Sie können an der für das Frequenzgebiet bis 100 MHz günstigsten Stelle eingesetzt werden.

Die HF-Anschlüsse des Grundgeräts und der Einzelschaltglieder sind mit Koaxialbuchsen des Systems Versacon® 9 bestückt, in die Adapter der gebräuchlichen Koaxialbuchsen einsetzbar sind.

Technische Daten des Meßstellenumschalters MU-7

Alle wesentlichen Geräteeigenschaften sind durch garantierte Toleranz- und Grenzwertangaben und nicht durch typische Werte gekennzeichnet. Sie gelten nicht nur bei Auslieferung, sondern mindestens für die gesamte Garantiezeit.
Sofern nicht anders vermerkt, gelten die Daten für die Nenngebrauchsbereiche der Umgebungstemperatur, der Netzspannung und Netzfrequenz sowie für den Frequenzbereich 10 kHz bis 100 MHz sofort nach Inbetriebnahme. Die Daten gelten für die Ausführung mit Anschlüssen 1,6/10.

Frequenz

Frequenzbereich	0 bis 100 MHz
Wellenwiderstand Z	75 Ω, koaxial
Anschlüsse	Universalbuchse Versacon® 9 umrüstbar auf alle gebräuchlichen Buchsensysteme

Belastbarkeit

Max. zulässige Eingangsspannung U_{eff}	3 V
Max. zulässiger Eingangsstrom I_{eff}	40 mA

	10 kHz bis 15 MHz	bis 100 MHz
Einfügungsdämpfung bei fehlerfreiem Abschluß mit Z		
Eingeschalteter Meß- oder Kompensationskanal im MU-7	≦ 0,12 dB	≦ 0,2 dB
Eingeschalteter Kanal im Einzelschaltglied MUS-7	≦ 0,06 dB	≦ 0,1 dB
Koppeldämpfung Ausgeschalteter Meßkanal im MU-7	≧ 110 dB	≧ 110 dB
Koppeldämpfung zwischen 2 Meßkanälen bzw. zwischen Meß- und Kompensationskanal	≧ 110 dB	≧ 110 dB
Ausgeschalteter Meßkanal im MUS-7	≧ 90 dB	≧ 90 dB
Koppeldämpfung zwischen den beiden Kanälen	≧ 90 dB	≧ 90 dB
Reflexionsdämpfung bei fehlerfreiem Abschluß mit Z		
Ausgeschalteter Meßkanal im MU-7 bzw. eingeschalteter Meß- oder Kompensationskanal	≧ 30 dB	≧ 23 dB
Aus- bzw. eingeschalteter Kanal im MUS-7	≧ 30 dB	≧ 23 dB

Fernsteuerung

6 Meßkanäle im MU-7 und 6 Einzelschaltglieder MUS-7 . . . BCD-Code, 5-V-Logik

Allgemeine Daten

Zulässige Umgebungstemperatur	
Nenngebrauchsbereich	+5 bis +40 °C
Bereich für Lagerung und Transport	-40 bis +70 °C
Netzspannung, Nenngebrauchsbereich	110/117/128/220/227/238 V jeweils −15 bis +10 %
Netzfrequenz, Nenngebrauchsbereich	45 bis 66 Hz
Leistungsaufnahme des Grundgeräts MU-7	ca. 35 VA
Schutzklasse nach VDE 0411	I

Abmessungen (b x h x t) in mm	MU-7	MUS-7
Tischgerät	478 x 155 x 407	65 x 95 x 140
19"-Einschub (DIN 41494)	443 x 131 x 353	–
Gewicht	ca. 9 kg	ca. 0,8 kg

Bestellangaben

Meßstellenumschalter MU-7	BN 590
Einzelschaltglied MUS-7	BN 620
Transportschutzdeckel (gegen Aufpreis)	DE 2

EPM-1
Eichpegelmesser

für den Frequenzbereich 0; 10 Hz bis 300 MHz



- **Hohe Absolutgenauigkeit der Pegelmessung**
- **Gute Pegelauflösung durch Skalendehnung auf ± 0,2 dB Umfang**
- **Hohe Relativgenauigkeit im gedehnten Anzeigebereich**
- **Echte Effektivwertmessung, keine Abhängigkeit von der Kurvenform des Signals**
- **Eichung mit eingebauter Eichquelle für 0 dBm und 0 dB**
- **Überlastungssicher durch Schutzschaltung**
- **Als Regelverstärker einsetzbar zur Spannungsregelung eines Senders**

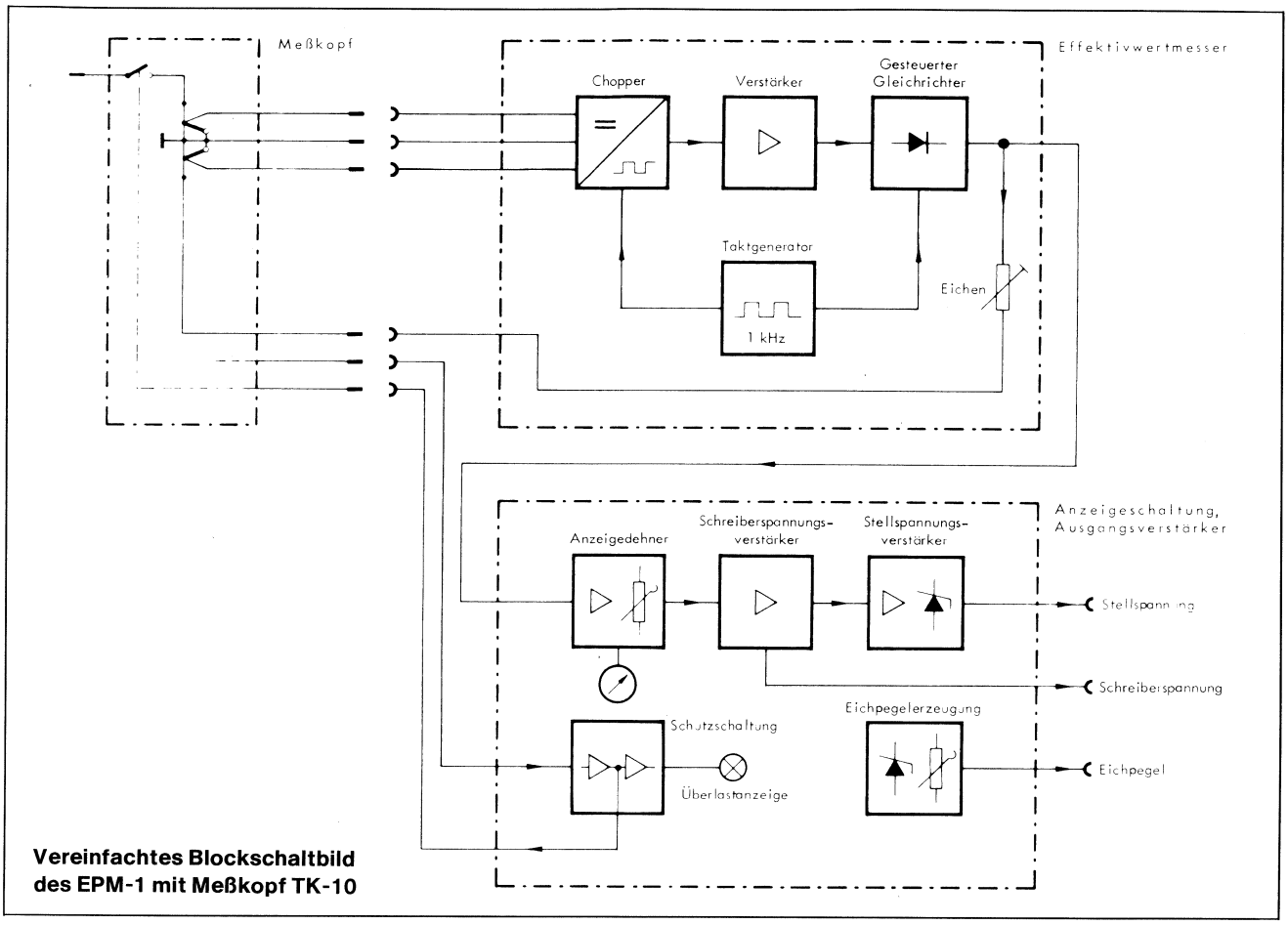
Anwendung und Eigenschaften

Der Eichpegelmesser EPM-1 ist ein Breitbandpegelmesser für den Frequenzbereich 10 Hz bis 300 MHz. Er dient hauptsächlich zur sehr genauen Effektivwertmessung der Pegel 0 dBm und 0 dB (≙ 0,7746 V) an Übertragungssystemen. Mit ihm lassen sich außerdem Rauschquellen eichen und Pegelmeßgeräte auf genaue Eichung überprüfen. Darüber hinaus kann das Gerät als Regelverstärker eingesetzt werden, was z. B. bei der sehr genauen Messung von Frequenzgängen von Vorteil ist.

Zum EPM-1 gehört der Meßkopf TK-10, der es gestattet, das Meßsignal direkt am betreffenden Schaltungspunkt abzunehmen. Dadurch entfallen Zuleitungen, deren Dämpfung und Fehlanpassung im interessierenden Frequenzbereich das Meßergebnis unter Umständen beeinflussen würden. Der Eingangswiderstand beträgt 75 Ω (bzw. 50 Ω).

Sollen symmetrische Messungen durchgeführt werden, so steht hierfür auf Wunsch der symmetrische Meßkopf TKS-10 mit entsprechenden Meßkopf- und Eichadaptern für 124, 150 und 600 Ω zur Verfügung. Der Frequenzbereich beträgt je nach Impedanz 10 Hz bis 12 MHz, 10 Hz bis 2 MHz bzw. 10 Hz bis 20 kHz.

Für jeden Meßkopf TK-10 wird individuell ein Meßprotokoll erstellt und mitgeliefert. Es gewährt einen genauen Überblick über den Frequenzgangfehler des Meßkopfs. Damit ist es möglich, den Frequenzgangfehler einzugrenzen und somit die Meßgenauigkeit weiter zu erhöhen.



Vereinfachtes Blockschaltbild des EPM-1 mit Meßkopf TK-10

Das im Meßkopf eingebaute Thermokreuz mißt die in Wärme umgesetzte elektrische Leistung. Dadurch hat die Kurvenform des zu messenden Signals auf das Meßergebnis keinen Einfluß. Der Eichpegelmesser mißt also immer den echten Effektivwert des Meßsignals.

Die Temperaturabhängigkeit des Meßthermokreuzes wird durch ein Vergleichsthermokreuz kompensiert, das unmittelbar neben dem Meßthermokreuz angeordnet ist.

Der Meßbereich läßt sich bei gedehnter Anzeige in 0,2-dB-Schritten von −1 dBm bis +1 dBm umschalten. Eine Schutzschaltung schützt das Thermokreuz vor Überlastung, die durch ein optisches Signal angezeigt wird. Der Meßstromkreis wird dann unterbrochen.

Zur Erzeugung des Eichpegels wird von einem Silizium-Referenzelement eine hochkonstante Gleichspannung abgeleitet; sie wird bei der Eichung des Geräts mit dem Meßkopf von einer Buchse mit den Innenwiderständen 0 Ω und 75 Ω bzw. 50 Ω abgenommen.

Für Registrierzwecke steht am Schreiberausgang eine zur Anzeige proportionale Gleichspannung zur Verfügung.

Eine besonders interessante Anwendung des EPM-1 besteht darin, den Eichpegelmesser als Regelverstärker einzusetzen. Der Eichpegelmesser bildet in diesem Fall

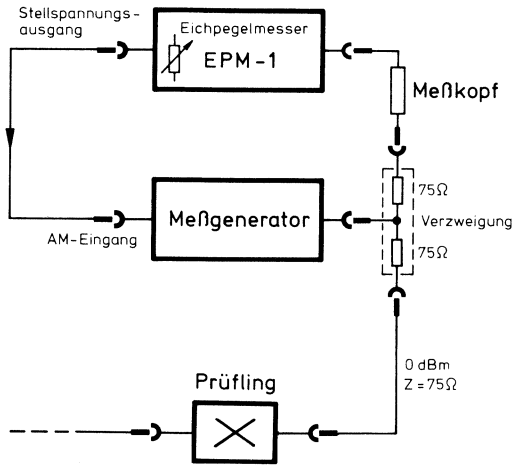


Bild 1 EPM-1 als Regelverstärker

zusammen mit dem Meßgenerator (oder Pegelsender) einen geschlossenen Regelkreis. Voraussetzung ist ein gleichspannungsgekoppelter AM-Eingang oder ein Stellspannungseingang am Meßgenerator mit einer Sendeleistung von mindestens +6 dBm (Bild 1).

Der Meßgenerator liefert eine genau definierte Leistung, die über eine T-Verzweigung dem Prüfobjekt und dem als Regelverstärker arbeitenden EPM-1 in gleicher Größe zugeführt wird. Vom Stellspannungsausgang des EPM-1 wird der Meßgenerator über den AM-Eingang mit einer der Soll-Ist-Abweichung proportionalen Gleichspannung angesteuert. Durch diese Regelung wird die Ausgangsleistung über den gesamten Frequenzbereich konstant gehalten, der Frequenzgangfehler des Generators also nahezu vollständig ausgeregelt und der Fehler des Senderausgangswiderstandes eliminiert. Der Restfehler liegt in der Größenordnung Promille.

Sollen Ausgangsspannungen von 0 dB oder +10 dB eines Senders konstant gehalten werden, so ist zur Pegelanpassung vor den Meßkopf ein entsprechendes Dämpfungsglied zu schalten.

Durch Einsatz von zwei Eichpegelmessern EPM-1 läßt sich auch der Frequenzgang eines Prüflings mit der Meßanordnung nach Bild 2 sehr genau messen.

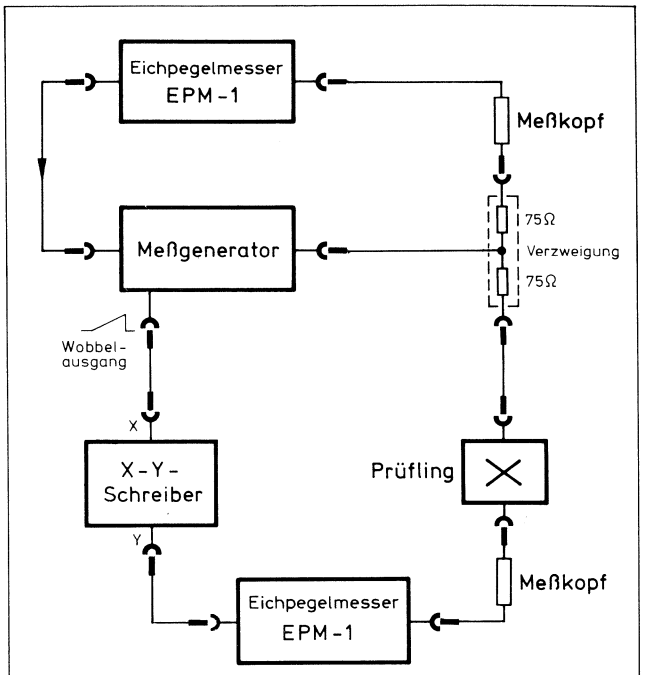
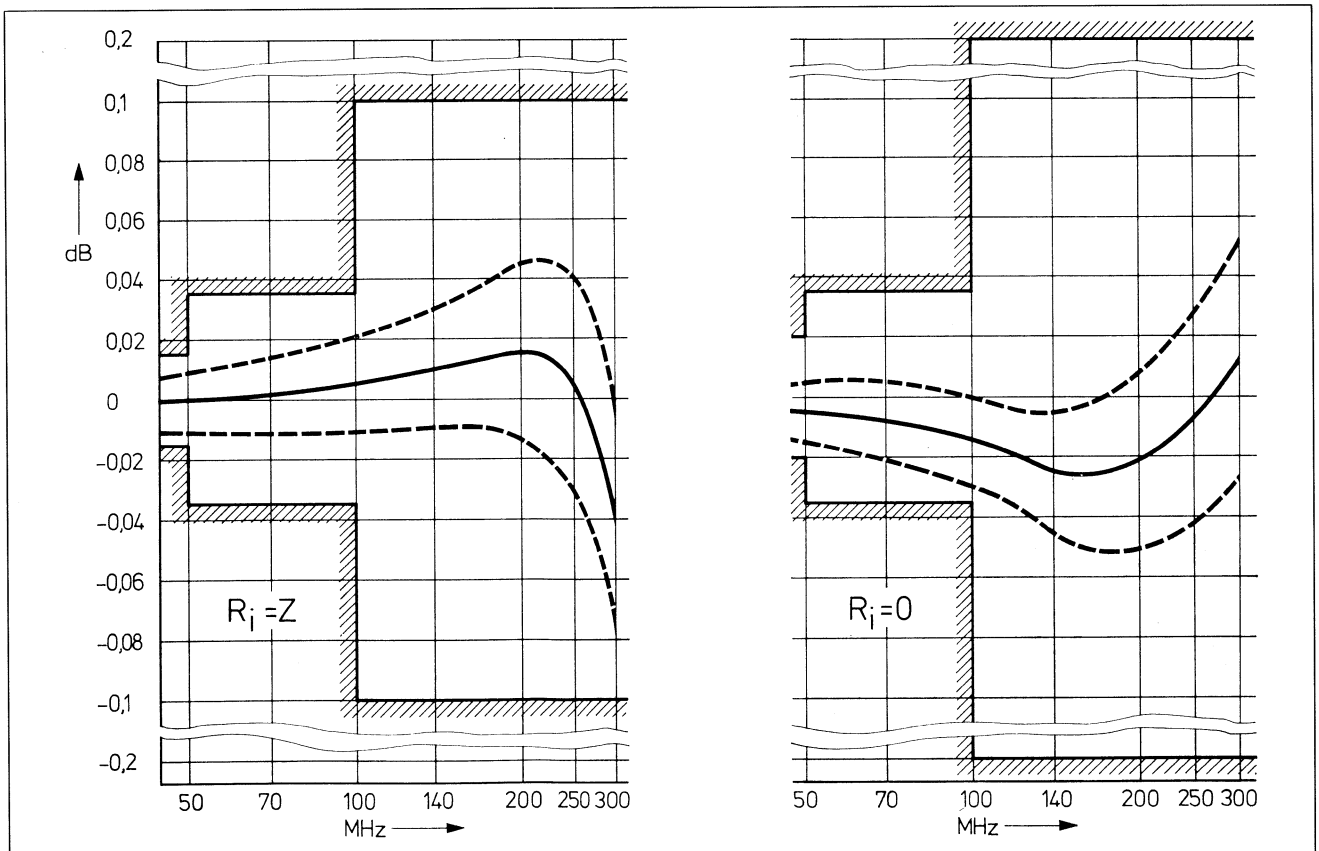


Bild 2 Frequenzgangmessung mit EPM-1

Dabei wird ein EPM-1 als Regelverstärker für den Meßgenerator und ein weiterer zur Messung der Ausgangsleistung des Prüflings verwendet. Der X-Y-Schreiber erhält das Signal für die Vertikalablenkung vom Schreiberausgang des EPM-1 und das Signal für die Horizontalablenkung direkt vom Wobbelausgang des Meßgenerators.



Typischer Frequenzgang bezogen auf 10 Hz (durchgezogene Linie) mit Unsicherheit der Meßwerte (gestrichelte Linien)

Technische Daten des Eichpegelmessers — EPM-1

Alle wesentlichen Geräteeigenschaften sind durch garantierte Toleranz- und Grenzwertangaben und nicht durch typische Werte gekennzeichnet. Sie gelten nicht nur bei Auslieferung, sondern mindestens für die gesamte Garantiezeit.
Sofern nicht anders vermerkt, gelten die Daten für den Nenngebrauchsbereich der Netzspannung, der Netzfrequenz und der Umgebungstemperatur nach 1 Stunde Betriebszeit.

Ausführungen BN 564/0 und BN 564/1 mit Meßkopf TK-10 (unsymmetrisch)

Frequenz

Frequenzbereich . . . . . 0; 10 Hz bis 300 MHz

Eingang

Eingangswiderstand Z . . . . . 75 Ω oder 50 Ω

Reflexionsfaktor des Eingangs
bis 50 MHz . . . . . ≦ 0,005
bis 100 MHz . . . . . ≦ 0,010
bis 200 MHz . . . . . ≦ 0,030
bis 300 MHz . . . . . ≦ 0,050

Größte zulässige Eingangsspannung . . . . . U_{eff} = 3 V

Zulässiger Scheitelfaktor des Meßpegels . . . . . ≦ 10[1])

Überlastungsanzeige für das Thermokreuz . . . . . durch Lampensignal

Anschlußstecker des Meßkopfeingangs
bei Z = 75 Ω . . . . . (IEC 75-7) 1,6/10 (V)
bei Z = 50 Ω . . . . . N-Connector (V)

Pegelanzeige

Meßbereiche[4]) für ungedehnte Anzeige . . . . . 0 dBm ± 1 dB
für gedehnte Anzeige . . . . . −1; −0,8; . . .; +1 dBm ± 0,2 dB

Anzeigefehler
Fehlergrenzen der Anzeige 0 dBm: Im Meßbereich 0 dBm ± 0,2 dB, nach Eichung, für Umgebungstemperatur (23 ± 3) °C, bei Berücksichtigung der für jeden Meßkopf angegebenen Frequenzgangfehler[2]), für R_i = Z und R_i = 0[3])

im Frequenzbereich
10 Hz bis 50 MHz . . . . . ± 0,015 dB
bei 100 MHz . . . . . ± 0,025 dB
bei 200 MHz . . . . . ± 0,040 dB
bei 300 MHz . . . . . ± 0,050 dB

Fehlergrenzen der Anzeige im ganzen Pegelbereich (gedehnt oder ungedehnt):
Nach Eichung, im Nenngebrauchsbereich der Umgebungstemperatur, bei Berücksichtigung der für jeden Meßkopf angegebenen Frequenzgangfehler[2]), für R_i = Z und R_i = 0[3])

im Frequenzbereich
10 Hz bis 50 MHz . . . . . ± 0,035 dB
bei 100 MHz . . . . . ± 0,045 dB
bei 200 MHz . . . . . ± 0,060 dB
bei 300 MHz . . . . . ± 0,070 dB

Max. Frequenzgang der Anzeige, bezogen auf 10 Hz[2])

bei Speisung aus R_i = Z
bis 50 MHz . . . . . ± 0,015 dB
bis 100 MHz . . . . . ± 0,035 dB
bis 200 MHz . . . . . ± 0,060 dB
bis 300 MHz . . . . . ± 0,100 dB

bei Speisung aus R_i = 0[3])
bis 50 MHz . . . . . ± 0,020 dB
bis 100 MHz . . . . . ± 0,035 dB
bis 200 MHz . . . . . ± 0,120 dB
bis 300 MHz . . . . . ± 0,200 dB

Einfluß der Gerätetemperatur auf die Anzeige . . . . . ≦ 0,0015 dB/ °C

Einfluß der Meßkopftemperatur auf die Anzeige . . . . . ≦ 0,003 dB/ °C

1) Der Scheitelfaktor gibt das Verhältnis zwischen Spitzen- und Effektivwert einer Spannung an.
2) Der Frequenzgangfehler, bezogen auf 10 Hz, wird bei den Frequenzen 50, 70, 100, 140, 200, 250 und 300 MHz individuell für jeden Meßkopf angegeben. Beliebige Zwischenwerte der Frequenzgangfehler oder der garantierten Fehlergrenzen sind durch Interpolation zu errechnen.
3) Die Meßwerte gelten für eine Leitungsebene, die 15 mm elektrische Länge vor der Anschlußebene des Meßkopfes liegt. (Bezugsebene ist für 1,6/10 und N-Connector der Stirnkontakt des Außenleiters.) Der durch den Reflexionsfaktor verursachte Fehler muß nicht zusätzlich berücksichtigt werden.
4) Für Messungen bei Pegeln von −10 dB steht eine Sonderausführung (BN 564/3) zur Verfügung.

Bedeutung der Abkürzungen: (V) = Stiftanschluß; (M) = Buchsenanschluß

Sonderausführung BN 564/3 mit Meßkopf TK-10 (unsymmetrisch)

Daten für Frequenz und Eingang wie vorstehend bei Ausführungen BN 564/0 und BN 564/1 mit Meßkopf TK-10

Pegelanzeige

Anzeige „−10 dB"

Fehlergrenzen der Anzeige nach Eichung, für Umgebungstemperatur (23 ± 3) °C bei Berücksichtigung der für den jeweiligen Meßkopf angegebenen Frequenzgangfehler, $R_i = Z$ und $R_i = 0$,

im Frequenzbereich	10 Hz bis 50 MHz	± 0,03 dB
	bei 100 MHz	± 0,04 dB
	bei 200 MHz	± 0,05 dB
	bei 300 MHz	± 0,065 dB

Anzeige im Pegelbereich „−10 dB ± 0,2 dB"

Fehlergrenzen der Anzeige nach Eichung, im Nenngebrauchsbereich der Umgebungstemperatur, bei Berücksichtigung der für den jeweiligen Meßkopf angegebenen Frequenzgangfehler, $R_i = Z$ und $R_i = 0$

im Frequenzbereich	10 Hz bis 50 MHz	± 0,035 dB
	bei 100 MHz	± 0,045 dB
	bei 200 MHz	± 0,060 dB
	bei 300 MHz	± 0,070 dB

Zusätzliche Pegelfehler mit Dämpfungsglied 75 Ω/9,03 dB

Einfügungsdämpfung bei Gleichspannung . . . . . durch Eichung eliminiert

Frequenzgang der Einfügungsdämpfung, bezogen auf 10 Hz

Frequenzen	bis 100 MHz	± 0,01 dB
	bis 300 MHz	± 0,03 dB

Ausführungen BN 564/0 und BN 564/3 mit Meßkopf TKS-10 (symmetrisch)

Frequenz

Frequenzbereich mit Meßkopfadapter	TKSA-124	0; 10 Hz bis 12 MHz
	TKSA-150	0; 10 Hz bis 2 MHz
	TKSA-600	0; 10 Hz bis 20 kHz

Eingang

Eingangswiderstand Z je nach TKSA . . . . . 124 Ω, 150 Ω, 600 Ω

Reflexionsfaktor des Eingangs . . . . . ≦ 0,01

Größte zulässige Eingangsspannung mit aufgeschraubtem Meßkopfadapter

124 Ω	U_{eff} = 4,5 V
150 Ω	U_{eff} = 5,0 V
600 Ω	U_{eff} = 10 V

Zulässiger Scheitelfaktor des Meßpegels (Verhältnis Spitzenwert zu Effektivwert) . . . . . ≦ 10

Überlastungsanzeige für das Thermokreuz . . . . . durch Lampensignal

Anschlußstecker der TKSA bei Z = 124 Ω . . . . . Western Electric (V) Nr. 379 A[1)]

Z = 150 Ω und 600 Ω . . . . . symm. TF/V

Pegelanzeige

Meßbereiche für ungedehnte Anzeige . . . . . 0 dBm ± 1 dB

für gedehnte Anzeige . . . . . −1, −0,8, . . ., +1 dBm ± 0,2 dB

Anzeigefehler

Fehlergrenzen der Anzeige 0 dBm im Meßbereich 0 dBm ± 0,2 dB, nach Eichung, für Umgebungstemperatur (23 ± 3) °C, bei f = 1 kHz . . . . ± 0,015 dB

Fehlergrenzen der Anzeige im ganzen Pegelbereich (gedehnt oder ungedehnt):

Nach Eichung, im Nenngebrauchsbereich der Umgebungstemperatur, für $R_i = Z$ und f = 1 kHz . . . . . ± 0,035 dB

Frequenzgang der Anzeige

Fehlergrenzen, bezogen auf 1 kHz, für $R_i = Z$ . . . . . +0,02/−0,03 dB

Einfluß der Gerätetemperatur auf die Anzeige . . . . . ≦ 0,0015 dB/°C

Einfluß der Meßkopftemperatur auf die Anzeige . . . . . ≦ 0,003 dB/°C

Gleichtaktunterdrückung mit TKSA-124 und −150,

mit TKSA-124 und -150	bei f ≦ 0,3 MHz	mindestens 50 dB
	bei f ≦ f max.	mindestens 40 dB
mit TKSA-600	bei f ≦ f max.	mindestens 50 dB

1) Symmetr. TF/V-Stecker in Vorbereitung

Allgemeine Daten (für alle Ausführungen)

Ausgänge

Eichpegelausgang (Gleichspannung)
wählbare Eichpegel mit $R_i = Z$ und $R_i = 0$ . . . . . 0 dBm an Z und 0 dB
Fehlergrenzen des Eichpegels bei + 23 °C . . . . . ± 0,005 dB
für Sonderausführung EPM-1, BN 564/3 . . . . . ± 0,006 dB
mit den Eichadaptern TKSE-124/150/600 . . . . . ± 0,008 dB

Max. Temperaturabhängigkeit des Eichpegels . . . . . 0,001 dB/ °C

Schreiberspannungsausgang (kurzschlußfest)
Leerlaufspannung, ungedehnte Anzeige . . . . . ca. 0,25 V/0,1 dB
gedehnte Anzeige . . . . . ca. 1,25 V/0,1 dB

Innenwiderstand . . . . . 5 kΩ

Stellspannungsausgang zur Regelung eines Senders (kurzschlußfest)
einstellbar (Leerlaufspannung) . . . . . ca. 30 mV/0,01 dB bis 300 mV/0,01 dB
Stellbereich . . . . . ≧ ± 2 V
Polarität . . . . . umschaltbar
Innenwiderstand . . . . . ca. 500 Ω

Zusätzliche Angaben

Zulässige Umgebungstemperatur
Bereich für Lagerung und Transport . . . . . −40 bis +70 °C
Nenngebrauchsbereich . . . . . +5 bis 40 °C

Stromversorgung
Nenngebrauchsbereich der Netzspannungen . . . . . 110/117/127/220/227/235 V −15%/+10%
Nenngebrauchsbereich der Netzfrequenz . . . . . 45 bis 66 Hz
Leistungsaufnahme . . . . . 16 VA
Schutzklasse I

Abmessungen

Breite mit Traggriff . . . . . 256 mm
Höhe über alles . . . . . 199 mm
Tiefe über alles . . . . . 370 mm
(geeignet für den Einbau in 19"-Gestelle nach DIN 41 494)
Gewicht . . . . . 7 kg

Meßzubehör

Symmetr. Meßkopf TKS-10[1]

Siehe Daten für EPM-1, BN 564/0 und BN 564/3

Dämpfungsglieder (für TK-10)

Frequenzbereich . . . . . 0 bis 300 MHz

Z-Wert/Einfügungsdämpfung für Gleichspannung
BN 594/1 . . . . . 75 Ω/ 9,03 dB ± 0,15 dB
BN 594/2 . . . . . 75 Ω/19,03 dB ± 0,20 dB
BN 594/3 . . . . . 50 Ω/10,79 dB ± 0,15 dB
BN 594/4 . . . . . 50 Ω/20,79 dB ± 0,20 dB

Max. Frequenzgang der Einfügungsdämpfung, bezogen auf 0 Hz
bis 100 MHz . . . . . ± 0,01 dB
bis 300 MHz . . . . . ± 0,03 dB

Reflexionsfaktor bis 100 MHz . . . . . ≦ 0,01
bis 300 MHz . . . . . ≦ 0,03

Größte zulässige Eingangsleistung BN 594/1 und 594/3 . . . . . 0,5 W
BN 594/2 und 594/4 . . . . . 0,3 W

Steckverbindung
BN 594/1 und 594/2 . . . . . (IEC 75-7) 1,6/10 (M)-1,6/10 (V)
BN 594/3 und 595/4 . . . . . N-Connector (M)-N-Connector (V)

Zulässige Umgebungstemperatur
Bereich für Lagerung und Transport . . . . . −40 bis +70 °C
Nenngebrauchsbereich . . . . . +5 bis +40 °C

Unsymmetrische T-Verzweigungen (für TK-10)

Frequenzbereich . . . . . 0 bis 300 MHz

Z-Wert: BN 595/1 . . . . . 75 Ω
BN 595/2 . . . . . 50 Ω

Spannungsdifferenz zwischen den beiden Ausgängen bei Abschluß mit Z
bei Gleichstrom . . . . . ≦ 0,100 dB
zusätzlich bis 100 MHz . . . . . ≦ 0,005 dB
bis 300 MHz . . . . . ≦ 0,010 dB

Maximale Belastbarkeit der Widerstände . . . . . 0,25 W

1) Der TKS-10 ist zusammen mit den 75-Ω-Ausführungen des EPM-1 ohne Einschränkung einsetzbar.

Steckverbindung
BN 595/1 . . . . . (IEC 75-7) 1,6/10 (M)
BN 595/2 . . . . . N-Connector (M)

Zulässige Umgebungstemperatur
Bereich für Lagerung und Transport . . . . . −40 bis +70 °C
Nenngebrauchsbereich . . . . . +5 bis +40 °C

Symmetrische T-Verzweigungen (für TKS-10)

(Die Werte gelten für den Nenngebrauchsbereich der Temperatur)
Z-Wert: BN 595/04 . . . . . 150 Ω
Frequenzbereich . . . . . 0 bis 2 MHz

Z-Wert: BN 595/05 . . . . . 600 Ω
Frequenzbereich . . . . . 0 bis 20 kHz

Spannungsdifferenz zwischen den beiden Ausgängen bei
Abschluß mit Z, im ganzen Frequenzbereich . . . . . ≦ 0,03 dB

Maximale Spannung am Verzweigungspunkt
Z = 150 Ω . . . . . ≦ 5 V
Z = 600 Ω . . . . . ≦ 10 V

Steckverbindung . . . . . 3polige TF-Buchse

Umgebungstemperatur
Bereich für Lagerung und Transport . . . . . −40 bis +70 °C
Nenngebrauchsbereich . . . . . +5 bis +40 °C

Übergangsstücke Kupplungen

siehe unter Bestellangaben

Bestellangaben

Eichpegelmesser EPM-1 (Grundgerät) mit Meßkopf TK-10 (unsymmetrisch)	Ausführung	75 Ω	BN 564/0
	Ausführung	50 Ω	BN 564/1
	Sonderausführung	75 Ω	BN 564/3
	Ausführung	75 Ω	BN 572/0
	Ausführung	50 Ω	BN 572/1

Meßzubehör für symmetrische Messungen[1)] (gegen Aufpreis)

Meßkopf	TKS-10	BN 668
Meßkopf-adapter	TKSA-124, Z = 124 Ω	BN 668/10
	TKSA-150, Z = 150 Ω	BN 668/11
	TKSA-600, Z = 600 Ω	BN 668/12
Eichadapter	TKSE-124, Z = 124 Ω	BN 668/20
	TKSE-150, Z = 150 Ω	BN 668/21
	TKSE-600, Z = 600 Ω	BN 668/22

Dämpfungsglieder

Z-Wert	Steckverbindung	Einfügungsdämpfung für Gleichspannung	Bestell-nummer
75 Ω	1,6/10 (M) – 1,6/10 (V)	9,03 dB ±0,15 dB	BN 594/1
		19,03 dB ±0,20 dB	BN 594/2
50 Ω	N-Conn. (M) – N-Conn. (V)	10,79 dB ±0,15 dB	BN 594/3
		20,79 dB ±0,20 dB	BN 594/4

Z-Wert	Steckverbindung	
T-Verzweigungen unsymmetr.		
75 Ω	(IEC 75-7) 1,6/10 (M)	BN 595/1
50 Ω	N-Connector (M)	BN 595/2
T-Verzweigungen symmetrisch		
150 Ω	3polige TF-Buchse	BN 595/04
600 Ω	3polige TF-Buchse	BN 595/05

1) in Verbindung mit EPM-1, BN 564/0 und BN 564/3

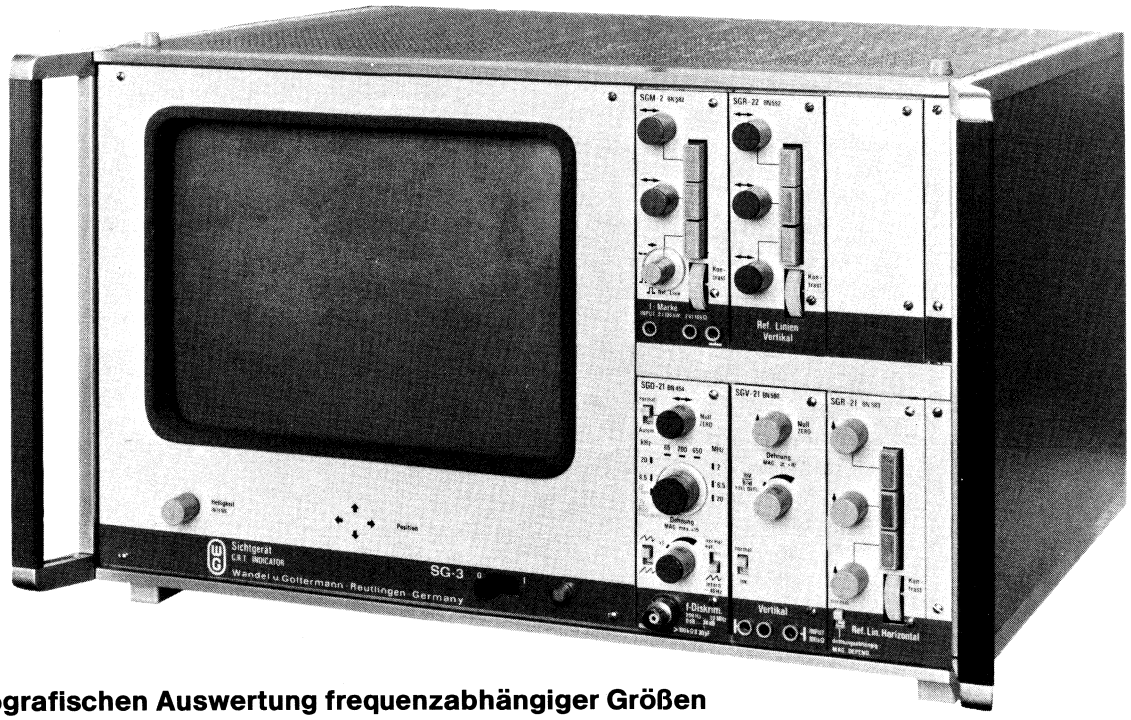
Übergangsstücke

Z-Wert	Steckverbindung		Reflexionsfaktor bei 100 MHz/300 MHz	
75 Ω	1,6/10 (M) auf	BNC (V)	0,02/0,04	S 391
		BNC (M)		S 392
		2,5/6 (V)	0,03/0,05	S 393
		2,5/6 (M)		S 394
		1,6/5,6 (V)	0,015/0,03	S 395
		1,6/5,6 (M)		S 396
		WE 440 A (V)	0,01/0,02	S 397
		WE 558 A (M)		S 398
		WE 358 A (V)	0,01/0,02	S 399
		WE 470 C (M)		S 400
50 Ω	N-Conn. (M) auf	BNC (V)	0,01/0,025	S 407
		BNC (M)		S 408
		4,1/9,5 (V)	0,01/0,01	S 409
		4,1/9,5 (M)		S 410
		C-Conn. (V)	0,01/0,015	S 411
		C-Conn. (M)		S 412
Kupplungen				
75 Ω	1,6/10 (V) – 1,6/10 (V)		0,01/0,015	S 390
50 Ω	N-Conn. (V) – N-Conn. (V)			S 406

Bedeutung der Abkürzungen: (V) = Stiftanschluß; (M) = Buchsenanschluß

SG-2, SG-3
Sichtgeräte

zur Verwendung in Wobbelmeßplätzen



- **Zur oszillografischen Auswertung frequenzabhängiger Größen**
- **Hohe Genauigkeit durch einblendbare geeichte Vergleichslinien**
- **XY-Oszillograf zur Darstellung langsam verlaufender Vorgänge**
- **Durch Einsätze an verschiedene Meßaufgaben optimal anpaßbar**
- **Kompakte Bauform**

Anwendung und Eigenschaften

Die Sichtgeräte SG-2, -3 erweitern wobbelbare Pegelmeßplätze zu vollständigen Wobbelmeßplätzen. So lassen sich z. B. die Meßergebnisse der Pegelmeßplätze PSM-4, -5, -7, -8 und -14 in übersichtlicher Form darstellen, wozu auch die einfache und genaue Auswertung der frequenzabhängigen Größen Dämpfung, Verstärkung, Dämpfungswelligkeit, Symmetrie- und Reflexionsdämpfung gehört. Einblendbare horizontale und vertikale Vergleichslinien erhöhen dabei durch parallaxefreie Eichung des Abbildungsmaßstabs die Meßgenauigkeit. Mit verschiedenen Einsätzen lassen sich die Sichtgeräte optimal an die einzelnen Meßaufgaben anpassen und sind auch zur Darstellung langsam ablaufender Vorgänge verwendbar. Die Verwendung des Rasterverfahrens bietet den Vorteil der gleichzeitigen Abbildung von mehreren Meßergebnissen und Vergleichslinien. Da die Sichtgeräte mit drei Y-Einsätzen bestückt werden können, ist es möglich, gleichzeitig drei verschiedene Meßvorgänge zu beobachten.

Befindet sich das abzubildende Signal außerhalb des Bildschirms, so wird die Lage durch das Aufleuchten eines Lämpchens angezeigt. Vier solche Lämpchen erleichtern das Auffinden des Elektronenstrahls.

SG-2 und SG-3 können entweder als Tischgeräte oder als Einschübe für 19"-Gestelle geliefert werden.

Technische Einzelheiten

Die Sichtgeräte SG-2, -3 arbeiten nach dem Zeilenrasterverfahren. Bei diesem Verfahren wird der dunkelgetastete Elektronenstrahl mit einer festen Rasterfrequenz in vertikaler Richtung ausgelenkt, während die Ablenkung in horizontaler Richtung proportional der extern angebotenen X-Spannung erfolgt.
Zur Darstellung eines Meßergebnisses wird die abzubildende Y-Spannung mit der Momentanspannung des Rastersignals in einem Komparator verglichen. Erreichen beide Spannungen den gleichen Wert, so erfolgt eine punktförmige Helltastung des Elektronenstrahls. In der nächsten Periode des Rastersignals wiederholt sich der Vorgang, so daß das Meßergebnis als Folge sehr dicht nebeneinanderliegender Punkte erscheint.
Die Sichtgeräte bestehen aus einem Grundgerät und Einsätzen. Im Grundgerät sind die Bildröhre mit den magnetischen Ablenkmitteln, die Endstufe des X-Verstärkers sowie die Baugruppen zur Erzeugung der Betriebsspannungen untergebracht.

Einsätze für verschiedene Meßaufgaben

Vertikalverstärker SGV-21

Der SGV-21 ist speziell auf die Wobbelmeßplätze PSM-4, -5, -7, -8 und -14 von Wandel & Goltermann abgestimmt. Die Polarität ist umschaltbar, so daß auf dem Bildschirm das Y-Signal normal oder invers abgebildet werden kann (Darstellung von Verstärkung oder Dämpfung). Das Schirmbild ist bei voller Dehnung (Faktor 10) um ± 5 Bildhöhen verschiebbar.
Zusammen mit dem Referenzlinien-Einsatz SGR-21 lassen sich horizontale Vergleichslinien darstellen, die in Verbindung mit einem der genannten Meßplätze geeicht werden können.

Vertikalverstärker SGV-23

Der SGV-23 ist als hochohmiger Differenzverstärker mit drei definierten Empfindlichkeitsstufen konzipiert. Mit der Dehnung (maximal um Faktor 10) sind Zwischenwerte einstellbar. Das Schirmbild ist bei voller Dehnung um ± 5 Bildhöhen verschiebbar. Eine Nulltaste erlaubt die Kontrolle des Nullpunktes auch bei angeschlossenem Meßobjekt.

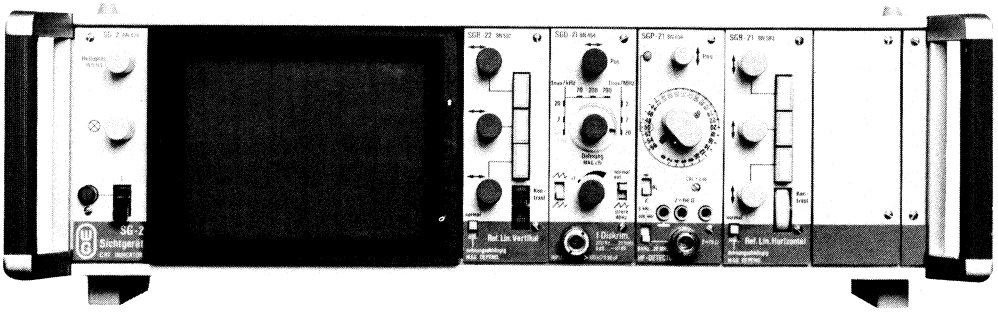
Horizontalverstärker SGH-21

Der SGH-21 ist speziell auf die Wobbelmeßplätze PSM-4, -5, -7, -8 und -14 von Wandel & Goltermann abgestimmt. Die Polarität ist umschaltbar für normale oder inverse Abbildung des Eingangssignals. Das Schirmbild ist bei voller Dehnung (Faktor 10) um ± 5 Bildbreiten verschiebbar.
Zusammen mit dem Referenzlinien-Einsatz SGR-22 lassen sich vertikale Referenzlinien darstellen und mit einem der genannten Meßplätze eichen.
Der SGH-21 bietet zusätzlich die Möglichkeit, ein intern erzeugtes Ablenksignal von ca. 40 Hz Folgefrequenz einzuschalten. Damit lassen sich auch bei fehlendem X-Signal die horizontalen und vertikalen Vergleichslinien dauernd sichtbar machen und so beispielsweise der Bildschirm eichen.

Liegt außerdem ein externes X-Ablenksignal an, so wird dieses im 40-Hz-Rhythmus abgetastet. Bei sehr langsamen Vorgängen ist es also möglich, die Meßkurve gleichzeitig mit den als stehendes Bild erscheinenden Vergleichslinien abzubilden.

Horizontalverstärker SGH-22

Der SGH-22 kommt zum Einsatz in Wobbelmeßplätzen, die eine größere Eingangsempfindlichkeit erfordern. Diese ist in drei Stufen umschaltbar und mit Hilfe der Dehnung auch auf Zwischenwerte einstellbar. Bei voller Dehnung (Faktor 10) läßt sich das Schirmbild um ± 5 Bildbreiten verschieben. Eine Nulltaste erlaubt die Kontrolle des Nullpunkts auch bei angeschlossenem Meßobjekt.
Zusammen mit dem Einsatz SGR-22 können vertikale Vergleichslinien eingeblendet und mit einem geeigneten Meßplatz geeicht werden. Der SGH-22 bietet – ebenso wie der SGH-21 – die Möglichkeit, von externer auf interne X-Ablenkung umzuschalten.



Sichtgerät SG-2, mit 4 Einsätzen bestückt

Horizontale Referenzlinien SGR-21

Der SGR-21 liefert drei horizontale Referenzlinien, mit denen sich bestimmte Pegelwerte markieren lassen. Jede Linie läßt sich auf dem Bildschirm vertikal verschieben. Nach Drücken einer Taste wird die zugeordnete Linie gegenüber den beiden anderen in ihrer Helligkeit hervorgehoben. Die Helligkeit der Referenzlinien, deren Tasten nicht gedrückt sind, läßt sich mit einem Potentiometer einstellen. Mit den Pegelanzeigeinstrumenten der Empfangs-Geräte können die horizontalen Referenzlinien geeicht werden.

Vertikale Referenzlinien SGR-22

Der SGR-22 stellt drei vertikale Referenzlinien zur Markierung bestimmter Frequenzwerte zur Verfügung. Jede Linie läßt sich auf dem Bildschirm horizontal verschieben.
Nach Drücken einer Taste wird die zugeordnete vertikale Referenzlinie in ihrer Helligkeit hervorgehoben. Die Helligkeit der Referenzlinien, deren Tasten nicht gedrückt sind, ist mit einem Potentiometer einstellbar.

Für die Referenzlinieneinsätze SGR-21 und SGR-22 gilt:

Ein Umschalter „normal/dehnungsabhängig" bestimmt, ob die Position der Linien nur vom jeweiligen Einstellpotentiometer anhängen soll, oder auch von der Nullverschiebung und Dehnung der verwendeten Y- und X-Verstärkereinsätze.
In der Betriebsart „normal" beeinflußt eine Änderung der Dehnung am Vertikal- (Horizontal-)verstärker die Lage der Referenzlinien auf dem Bildschirm nicht. Jedoch ändern sich der jeder Referenzlinie zugeordnete absolute Pegel- (Frequenz-)wert und der Pegel- (Frequenz-)unterschied zwischen den Linien.
Die Lage der Referenzlinien ist auch unabhängig von einer Lageverschiebung („Position") der Meßlinie. Der Pegel- (Frequenz-)unterschied bleibt dabei erhalten. Es ändert sich nur der absolute Pegel- (Frequenz-)wert.
In der Betriebsart „dehnungsabhängig" ändert sich die Lage der Referenzlinien auf dem Bildschirm bei einer Änderung der Dehnung und der Lageverschiebung („Position"). Der absolute Pegel- (Frequenz-)wert und der Pegel- (Frequenz-)unterschied zwischen den Linien bleiben erhalten. Jede Linie markiert also immer den Wert ihres Eichsignals.

Frequenzmarken SGM-21

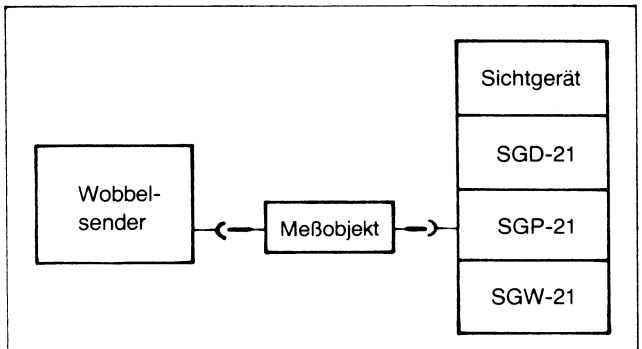
Der SGM-21 ermöglicht die Darstellung externer Frequenzmarken auf verschiedene Arten. So kann zum Beispiel die Frequenzmarke als kleiner Impuls dem Meßergebnis oder einer ausgewählten Referenzlinie überlagert werden. Außerdem ist Hell- oder Dunkeltastung sowie das Auslösen einer senkrechten Linie möglich. Neben extern getriggerten Frequenzmarken erzeugt der Einsatz zwei verschiebbare senkrechte Referenzlinien, die sich mit externen Frequenzmarken eichen lassen (siehe SGR-22).

Logarithmischer ZF-Verstärker SGV-22

Der SGV-22 ist speziell auf den Pegelmesser PM-8 abgestimmt. Er ermöglicht eine lineare oder logarithmische Darstellung des Meßsignals. Der Abbildungsbereich beträgt bei logarithmischem Betrieb 100 dB. Sowohl im linearen als auch im logarithmischen Betrieb kann die Meßkurve durch horizontale Referenzlinien vom SGR-21 ausgemessen und geeicht werden.
Das Schirmbild ist bei voller Dehnung (Faktor 10) um ± 5 Bildhöhen verschiebbar. Die Polarität ist umschaltbar für normale oder inverse Abbildung des Eingangssignals. Die Anzeige am Instrument des Pegelmessers kann am Einsatz SGV-22 auf „flink" oder „träge" (starke oder geringe Rauschunterdrückung) umgeschaltet werden.

Frequenzdiskriminator SGD-21

Der SGD-21 stellt bei Streckenmessungen an Übertragungssystemen mit einem Wobbelmeßplatz die notwendige frequenzproportionale Spannung zur X-Auslenkung des Sichtgeräts auf der Empfangsseite zur Verfügung. Der Bereich des Frequenzdiskriminators ist in acht Stufen einstellbar.
Das Schirmbild ist bei voller Dehnung (Faktor 15) um ± 5 Bildbreiten verschiebbar. Der Rücklauf des Kathodenstrahls kann wahlweise mit abgebildet oder dunkelgetastet werden.
Der SGD-21 ist auch als normaler Horizontalverstärker einsetzbar.
Die X-Ablenkung ist wie beim SGH-21 in den Betriebsarten „extern" und „intern 40 Hz" möglich.



Wobbelmessungen mit SGP-/SGD-/SGW-21

Breitband-Pegelmeßverstärker SGP-21

Bei Streckenwobbelmessungen ersetzt der SGP-21 den Breitband-Pegelmesser auf der Empfangsseite. Hiermit läßt sich das Sichtgerät für Wobbelmessungen über Strecke zusammen mit dem SGD-21 optimal bestücken.
Die im SGP-21 eingebaute Eichquelle liefert nach Tastendruck zwei Eichlinien im Abstand ± 2 dB zur heller geschriebenen Nullinie. Der Bildumfang kann durch eine Dehnung von +2 dB bis +10 dB stetig verändert werden. Mit Hilfe der Eichlinien und durch eine pegellineare Darstellung ist eine genaue Eichung des Bildschirms möglich. Zu Eichzwecken kann auch die Bildlage um ± 1 dB gegenüber der Rasterscheibe verschoben werden.
Die Nullinie ist im Bereich von 0 dB bis −56 dB einstellbar. Der Einsatz ist auf dBm-Eichung umrüstbar, wodurch sich ein Bereich von +10 dBm bis −46 dBm ergibt.
Der SGP-21 hat einen symmetrischen und unsymmetrischen Eingang. Der Eingangswiderstand kann zwischen hochohmig und R_i = Z umgeschaltet werden.

Welligkeitsmesser SGW-21

Der Meßeinsatz SGW-21 ermöglicht in Verbindung mit den Einsätzen SGP-21 und SGD-21, Dämpfungs-Entzerrungsarbeiten an TF-Kabelsystemen meßtechnisch zu überwachen. Der frequenzabhängige Dämpfungsverlauf von TF-Strecken wird dabei auf dem Schirm des Sichtgeräts SG-2/-3 abgebildet.

Infolge Fertigungsstreuungen der Systemteile ist ein unregelmäßiger Dämpfungsverlauf der TF-Strecke vorhanden. Diese unsystematischen Fehler verursachen Dämpfungsänderungen, die mit eingebauten Festentzerrern nur auf einige dB eingeebnet werden können. Zur weiteren Verbesserung verwendet man einstellbare Dämpfungsentzerrer (Echo-Buckel-Universal-Entzerrer), mit denen es möglich ist, den Frequenzgang der Dämpfung auf $< 0{,}1$ dB zu entzerren.

Das gezielte Einstellen der Entzerrer setzt große Erfahrung voraus und ist ohne Hilfsmittel sehr zeitraubend. Hier hat sich die Effektivwert-Abgleichmethode bewährt, die im Sichtgerät angewendet wird. Sendeseitig verwendet man einen wobbelbaren Pegelsender, der den Prüfling speist. Die Änderung der Sendefrequenz erfolgt zeitproportional und dreieckförmig. Infolge der frequenzabhängigen Dämpfung der TF-Strecke wird die Pegelsenderspannung nach Durchlaufen der Strecke amplitudenmoduliert. Das Empfangssignal wird im SGP-21 breitbandig verstärkt und demoduliert.

Dieses demodulierte Signal hat einen niederfrequenten, sich im Takt der Wobbelfrequenz wiederholenden Spannungsverlauf, der im SGW-21 ausgewertet wird. Der Gleichspannungsanteil dieses Signals wird auf einen konstanten Wert geregelt. Der Wechselspannungsanteil wird in einem Effektivwertgleichrichter gleichgerichtet, anschließend logarithmiert und auf dem Bildschirm des Sichtgeräts als horizontale Meßlinie von ca. 1/10 Bildbreite dargestellt. Auf einer senkrecht angebrachten logarithmischen Skala läßt sich das Entzerrungsergebnis durch die vertikale Verschiebung dieser Meßlinie als Dämpfungswelligkeit direkt in % ablesen.

Die Welligkeit ist $W = \frac{U_{\sim}}{\bar{u}} \cdot 100\,\%$,

also das Verhältnis des Effektivwertes der demodulierten Meßspannung zu einem mittleren, konstanten Wert der unmodulierten Meßspannung (DIN 40110).

Zur quantitativen Auswertung im Anzeigebereich 0,5 % bis 50 % lassen sich zwei Eichlinien in das Bild einblenden, die einer Welligkeit von 5 % und 30 % entsprechen. Durch Dehnen und Verschieben sind die beiden Linien auf die Bezugspunkte der Rasterscheibe einstellbar.
Da gleichzeitig auf dem Bildschirm auch der Frequenzgang der Dämpfung dargestellt wird – eine zweite Skale ist in dB geeicht – wird der Erfolg der Entzerrer-Einstellung auch im Dämpfungsverlauf sichtbar. Damit läßt sich eine Dämpfungsentzerrung mit dem SGW-21 schnell und einfach bis weit unter $\pm$ 0,1 dB durchführen.

Technische Daten der Sichtgeräte — SG-2 und SG-3

Alle wesentlichen Geräteeigenschaften sind durch garantierte Toleranz- und Grenzwertangaben und nicht durch typische Werte gekennzeichnet. Sie gelten nicht nur bei Auslieferung, sondern mindestens für die gesamte Garantiezeit.
Die angegebenen Werte gelten nach 15 min Betriebszeit.

Grundgerät SG-2

Bildröhre

Bezeichnung		M 17-11
Schirmausführung	GM (P 7)	LF (P 26)[1])
Nachleuchtdauer Abfall auf 10 % des Anfangswerts	0,1 s bis 1 s	5 s bis 15 s
Abfall auf 1 % des Anfangswerts	3 s bis 10 s	50 s bis 150 s
Bildhöhe x Bildbreite (ausnutzbar)		85 mm x 120 mm

Rasterscheiben

Ausführungen je nach Meßaufgabe	siehe Bestellangaben
Rasterbeleuchtung	kontinuierlich einstellbar

Anschlußbuchsen

auf der Rückseite
für die Pegelmeßplätze PSM-4, -5, -7, -8,-14
für den Frequenzdiskriminator SGD-21 und Logarithmischen ZF-Verstärker SGV-22,
für Relaisumschalter RU-3.
Horizontal- und Vertikalausgang zum Anschluß eines Schreibers.

Einsätze

Anzahl . . . . . max. 5

Allgemeine Daten

Stromversorgung

Einstellwert der Netzspannung	Nenngebrauchsbereich
110 V	93,5 V bis 121 V
117 V	100 V bis 129 V
127 V	109 V bis 141 V
220 V	187 V bis 242 V
227 V	193 V bis 250 V
235 V	202 V bis 262 V

Nenngebrauchsbereich der Netzfrequenz . . . . . 45 Hz bis 66 Hz
Leistungsaufnahme (bei bestücktem Gerät) . . . . . ca. 70 VA
Schutzklasse I

Abmessungen

Tischgerät		19"-Einschub (DIN 41 494)	
Breite mit Griffen	478 mm	Einschubbreite	443 mm
Höhe über alles	155 mm	Einschubhöhe	132 mm
Tiefe mit Griffen	407 mm	Einbautiefe	353 mm

Gewicht (bei bestücktem Gerät) . . . . . ca. 13 kg

Umgebungstemperaturbereiche
Bereich für Lagerung und Transport . . . . . −25 bis +60 °C
Grenzbetriebsbereich . . . . . 0 bis +45 °C
Nenngebrauchsbereich . . . . . +10 bis +35 °C

FTZ-K-Nummer 274 093 008

Grundgerät SG-3

Bildröhre

Bezeichnung . . . . . M 28–12
Schirmausführung . . . . . GM (P 7) LF (P 26)[1])
Nachleuchtdauer, Abfall auf 10% des Anfangswerts . . 0,1 s bis 1 s 5 s bis 15 s
Abfall auf 1% des Anfangswerts . . . 3 s bis 10 s 50 s bis 150 s
Bildhöhe x Bildbreite (ausnutzbar) . . . . . 150 mm x 210 mm

Rasterscheiben

Ausführungen je nach Meßaufgabe . . . . . siehe Bestellangaben

Anschlußbuchsen

auf der Rückseite
für die Pegelmeßplätze PSM-4, -5, -7, -8, -14
für den Frequenzdiskriminator SGD-21 und Logarithmischen ZF-Verstärker SGV-22, für Relaisumschalter RU-3. Horizontal- und Vertikalausgang zum Anschluß eines Schreibers.

Einsätze

Anzahl . . . . . max. 6

Allgemeine Daten

Stromversorgung

Einstellwert der Netzspannung	Nenngebrauchsbereich
110 V	93,5 V bis 121 V
117 V	100 V bis 129 V
127 V	109 V bis 141 V
220 V	187 V bis 242 V
227 V	193 V bis 250 V
235 V	202 V bis 262 V

Nenngebrauchsbereich der Netzfrequenz . . . . . 45 Hz bis 66 Hz
Leistungsaufnahme (bei bestücktem Gerät) . . . . . ca. 70 VA
Schutzklasse I

Abmessungen

Tischgerät		19"-Einschub (DIN 41 494)	
Breite mit Griffen	478 mm	Einschubbreite	443 mm
Höhe über alles	288 mm	Einschubhöhe	265 mm
Tiefe mit Griffen	407 mm	Einbautiefe	353 mm

Gewicht (bei bestücktem Gerät) . . . . . ca. 19 kg

Umgebungstemperaturbereiche
Bereich für Lagerung und Transport . . . . . −25 bis +60 °C
Grenzbetriebsbereich . . . . . 0 bis +45 °C
Nenngebrauchsbereich . . . . . +10 bis +35 °C

Einsätze

Vertikalverstärker SGV-21

Eingang	3polige TF-Buchse oder Systembuchse (Rückseite)	unsymmetrisch
	Eingangsspannung, zulässiger Bereich	± 10 V
	Eingangswiderstand	100 kΩ ± 2 %
	Polarität, umschaltbar	normal-invers
Verstärkung	Ablenkspannung pro Bildhöhe	10 V ± 5 %
	Dehnung, kontinuierlich einstellbar, Faktor	1 bis 10
	Bandbreite (−3 dB)	0 bis 30 kHz
	(durch Rasterverfahren höchstens 16 Bildpunkte pro 1 ms darstellbar)	
	Linearität, Fehlergrenzen bezogen auf die Bildhöhe	± 1,5 %
Position	Nullpunktverschiebung	max. ± 5 Bildhöhen
	Nullpunktsdrift, Grenzen bezogen auf die Bildhöhe	$\pm 3 \cdot 10^{-3}$/K
Ausgang	Ausgangsspannung	0,5 x Eingangsspannung
	Ausgangswiderstand	5 kΩ
	FTZ-K-Nummer	274 099 301

Vertikalverstärker SGV-23

Eingang	3polige TF-Buchse	symmetrisch
	Eingangsspannung, zulässiger Bereich	± 10 V
	Eingangswiderstand, gegen Masse	2 x 1 MΩ
Verstärkung	Ablenkspannung, 3 Bereiche einstellbar, pro Bildhöhe	100 mV, 1 V, 10 V ± 5 %
	Dehnungsfaktor, kontinuierlich einstellbar	1 bis 10
	Gleichtaktunterdrückung (f = 10 kHz)	≧ 40 dB
	Größte zulässige Gleichtaktspannung im Bereich 100 mV und 1 V	± 6 V
	im Bereich 10 V	± 40 V
	Bandbreite (−3 dB)	0 bis 30 kHz
	(durch Rasterverfahren höchstens 16 Bildpunkte pro 1 ms darstellbar)	
	Linearität, Fehlergrenzen bezogen auf die Bildhöhe	± 1,5 %
Position	Nullpunktverschiebung	max. ± 5 Bildhöhen
	Nullpunktsdrift[2]), Grenzen bezogen auf Bereich 100 mV	$\pm 2 \cdot 10^{-2}$/K
	auf Bereich 1 V und 10 V	$\pm 4 \cdot 10^{-3}$/K
Ausgang	Maximale Ausgangsspannung	5 V
	Ausgangswiderstand	5 kΩ

Horizontalverstärker SGH-21

Eingang	3polige TF-Buchse oder Systembuchse (Rückseite)	unsymmetrisch
	Eingangsspannung, zulässiger Bereich	± 10 V
	Eingangswiderstand	100 kΩ ± 2 %
	Polarität, umschaltbar	normal-invers
Verstärkung	Ablenkspannung pro Bildbreite	10 V ± 5 %
	Dehnungsfaktor, kontinuierlich einstellbar	1 bis 10
	Bandbreite (−3 dB)	0 bis 3 kHz
	Linearität, Fehlergrenzen bezogen auf die Bildbreite	± 1 %
Position	Nullpunktverschiebung	max. ± 5 Bildbreiten
	Nullpunktsdrift, Grenzen bezogen auf die Bildbreite	$\pm 3 \cdot 10^{-3}$/K
Ablenkung	umschaltbar	intern-extern
	Ablenkgeschwindigkeit	max. 6 cm/ms
	Rasterung	16 Bildpunkte/ms
	Interne Ablenkfrequenz (dreieckförmig)	ca. 40 Hz
	Abbildungsfehler beim Übergang von intern auf extern[3])	
	Grenzen bezogen auf Bildbreite	$\pm 1 \cdot 10^{-2} \pm 2 \cdot 10^{-3} \cdot$ Dehnungsfaktor
Ausgang	Ausgangsspannung, pro Bildbreite	± 2,5 V
	Ausgangswiderstand	5 kΩ

Horizontalverstärker SGH-22

Eingang

3polige TF-Buchse	symmetrisch
Eingangsspannung, zulässiger Bereich	± 10 V
Eingangswiderstand, gegen Masse	2 x 1 MΩ

Verstärkung

Ablenkspannung, 3 Bereiche einstellbar, pro Bildbreite	100 mV, 1 V, 10 V ± 6%
Dehnungsfaktor, kontinuierlich einstellbar	1 bis 10
Gleichtaktunterdrückung (f ≦ 10 kHz)	≧ 40 dB
Größte zulässige Gleichtaktspannung im Bereich 100 mV und 1 V	± 6 V
im Bereich 10 V	± 40 V
Bandbreite (−3 dB)	0 bis 3 kHz
Linearität, Fehlergrenzen bezogen auf die Bildbreite	± 1%

Position

Nullpunktverschiebung	max. ± 5 Bildbreiten
Nullpunktsdrift[2]), Grenzen bezogen auf Bereich 100 mV	$\pm 2 \cdot 10^{-2}$/K
auf Bereich 1 V und 10 V	$\pm 4 \cdot 10^{-3}$/K

Ablenkung

umschaltbar	intern-extern
Ablenkgeschwindigkeit	max. 6 cm/ms
Rasterung	16 Bildpunkte/ms
Interne Ablenkfrequenz (dreieckförmig)	ca. 40 Hz
Abbildungsfehler beim Übergang von intern auf extern[3])	
Grenzen bezogen auf Bildbreite	$\pm 1 \cdot 10^{-2} \pm 2 \cdot 10^{-3}$ · Dehnungsfaktor

Ausgang

Ausgangsspannung, pro Bildbreite	± 2,5 V
Ausgangswiderstand	5 kΩ

Horizontale Referenzlinien SGR-21

Zahl der Referenzlinien	3
Verschiebebereich in Stellung »normal«	1 Bildhöhe
in Stellung »dehnungsabhängig«	1 Bildhöhe · Dehnungsfaktor
Fehlergrenzen des Absolutwerts einer Referenzlinie bei Änderung der Dehnung	$\pm 6 \cdot 10^{-3}$ · Bildhöhe · Dehnungsfaktor
Fehlergrenzen des am Pegelmesser angezeigten Pegelwerts[5]) der Referenzlinie (bei Meßplätzen PSM-4, -5, -7, -8, -14 zuzüglich zum Fehler des Pegelmessers	± 2% ± 0,15% v. E.
FTZ-K-Nummer	274 099 302

Vertikale Referenzlinien SGR-22

Zahl der Referenzlinien	3
Verschiebebereich in Stellung »normal«	1 Bildbreite
in Stellung »dehnungsabhängig«	1 Bildbreite · Dehnungsfaktor
Fehlergrenzen des Absolutwerts einer Referenzlinie bei Änderung der Dehnung	$\pm 5 \cdot 10^{-3}$ · Bildbreite · Dehnungsfaktor
FTZ-K-Nummer	274 099 303

Frequenzmarken SGM-21

Marken

Eingang gleichstromgekoppelt, 3polige TF-Buchse (außerdem Systembuchse auf der Rückseite des Grundgeräts; der Markenimpuls wird extern zugeführt)	symmetrisch
Impulsamplitude, zulässiger Bereich	± 10 V
Eingangswiderstand	ca. 10 kΩ
Markendarstellung, umschaltbar	Impuls auf Meß-, Ref.-Linie, senkrechte Linie, Hell-, Dunkeltastung (nicht mit ODW-81)

Vertikale Referenzlinien

Zahl der internen Linien	2
Verschiebebereich (dehnungsabhängig)	1 Bildbreite · Dehnungsfaktor
Fehlergrenzen des Absolutwerts einer Referenzlinie bei Änderung der Dehnung	$\pm 5 \cdot 10^{-3}$ · Bildbreite · Dehnungsfaktor

Logarithmischer ZF-Verstärker SGV-22 (in Verbindung mit PM-8)

Eingang

Pegelbereich . . . . . 0 bis −100 dB
Eingangsfrequenz (= ZF des Pegelmessers PM-8) . . . . . 10 kHz
Eingangswiderstand . . . . . ca. 100 kΩ
Polarität, umschaltbar . . . . . normal-invers

Verstärkung

Empfindlichkeit, ungedehnt . . . . . 100 dB pro Bildhöhe
gedehnt (kontinuierlich einstellbar) . . . . . 10 dB pro Bildhöhe
Linearität, Fehlergrenzen im Pegelbereich
0 bis −80 dB . ± 0,4 dB
−80 dB bis −90 dB . ± 1 dB
−90 dB bis −100 dB ± 2,5 dB
} ± 1,5% der Bildhöhe
Betriebsart, umschaltbar . . . . . linear-logarithmisch
Anzeige, umschaltbar (starke oder geringe Rauschunterdrückung) . . . . träge-flink

Position

Nullpunktverschiebung . . . . . max. ± 5 Bildhöhen
Nullpunktsdrift, Grenzen bezogen auf die Bildhöhe . . . . ±0,02 dB/K ± 3 · 10^{-3}/K

Referenzlinie

Anzeige am Pegelmesser PM-8
Fehlergrenzen (zuzüglich zum Fehler des PM-8)
im Pegelbereich 0 bis −80 dB . . . . . ± 1 dB
−80 dB bis −100 dB . . . . . ± 2 dB
Drift der Anzeige . . . . . ± 0,04 dB/K

Ausgang

Maximale Ausgangsspannung . . . . . 5 V
Ausgangswiderstand . . . . . 5 kΩ

Frequenzdiskriminator SGD-21

Eingang

Universalbuchse »Versacon® 9« an Front- und Rückseite . . . . . unsymmetrisch
(interne Verbindung zu SGP-21)
Eingangsimpedanz . . . . . 100 kΩ ‖ 50 pF
Eingangsspannung, zulässiger Bereich für 200 Hz bis 10 MHz . . . . . 0 bis −40 dB
für 10 MHz bis 20 MHz . . . . . 0 bis −36 dB

Frequenzbereiche

pro Bildbreite . . . . . 200 Hz bis 7 kHz, 200 Hz bis 20 kHz, 6 kHz bis 70 kHz, 6 kHz bis 200 kHz, 6 kHz bis 700 kHz, 6 kHz bis 2 MHz, 60 kHz bis 7 MHz, 60 kHz bis 20 MHz
Hysterese der Abbildung bei dreieckförmiger Wobbelung
im Frequenzbereich 200 Hz bis 7 kHz, 200 Hz bis 20 kHz . . . . . $\leqq 3 \cdot 10^{-2} \cdot$ Bildbreite $\cdot \frac{\text{Wobbelfrequenz}}{\text{Hz}}$
in den anderen Bereichen[4] . . . . . $\leqq 1 \cdot 10^{-3} \cdot$ Bildbreite $\cdot \frac{\text{Wobbelfrequenz}}{\text{Hz}}$

Externe Ablenkspannung

Eingangsspannung, zulässiger Bereich . . . . . ± 3,5 V
Ablenkspannung pro Bildbreite . . . . . 7 V ± 5 %
Bandbreite (−3 dB) . . . . . 0 bis 3 kHz

Position und Dehnung

Nullpunktverschiebung . . . . . max. ± 5 Bildbreiten
Nullpunktsdrift, Grenzen bezogen auf die Bildbreite . . . . . ± 3 · 10^{-3}/K
Dehnung, kontinuierlich einstellbar, Faktor . . . . . 1 bis 15

Ablenkung

umschaltbar . . . . . intern-extern
Ablenkgeschwindigkeit . . . . . max. 6 cm/ms
Rasterung . . . . . 16 Bildpunkte/ms
Interne Ablenkfrequenz . . . . . ca. 40 Hz
Abbildungsfehler beim Übergang von intern auf extern[3])
Grenzen bezogen auf Bildbreite . . . . . ± 1 · 10^{-2} ± 2 · 10^{-3} · Dehnungsfaktor
Linearität, Fehlergrenzen bezogen auf die Bildbreite . . . . . ± 1,5%

Dunkeltastung

Tastung des Strahlrücklaufs, umschaltbar . . . . . hell-dunkel
Ansprechzeit der Dunkeltastung . . . . . ca. 500 µs

Ausgang

Ausgangsspannung, pro Bildbreite . . . . . ± 2,5 V
Ausgangswiderstand . . . . . 5 kΩ

FTZ-K-Nummer 274 099 304

Breitband-Pegelmeßverstärker SGP-21

Koaxialer Eingang

koaxiale Universalbuchse »Versacon® 9«
Frequenzbereich . . . . . 6 kHz bis 20 MHz
Eingangswiderstand, umschaltbar . . . . . 75 Ω oder ≧ 50 kΩ ‖ 30 pF
Reflexionsfaktor bei Abschluß mit R_i = 75 Ω . . . . . ≦ 0,015

Symmetrischer Eingang

3polige TF-Buchse
Frequenzbereich . . . . . 6 kHz bis 620 kHz
Eingangswiderstand, umschaltbar . . . . . 150 Ω ± 2 % oder ca. 10 kΩ
Betriebsunsymmetrie-Dämpfungsmaß . . . . . ≧ 46 dB

Meßbereich

einstellbar in Stufen von 2 dB
dB-Ausführung . . . . . −56 dB bis 0 dB
dBm-Ausführung . . . . . −46 dBm bis +10 dBm

Dehnung und Position

Bildumfang, einstellbar . . . . . 2 dB bis 10 dB
Verschiebebereich . . . . . ± 1 dB

Eichen

Maßstabs- und Absoluteichung durch Einblenden
von 3 Linien mit den Pegelwerten . . . . . +2 dB, 0 dB, −2 dB

Fehlergrenzen der Linie 0 dB (+10 dBm) nach Eichung
im Meßbereich 0 dB (+10 dBm) bei 20 kHz . . . . . ± 0,1 dB
Fehlergrenzen der Linien +2 dB, −2 dB bezogen auf 0 dB bei 20 kHz . . . ± 0,05 dB
Zusätzlicher Fehler für andere Meßbereiche . . . . . ± 0,15 dB

Meßfehler

Fehlergrenzen des Frequenzgangs bezogen auf 20 kHz
koaxial im Frequenzbereich 6 kHz bis 20 MHz . . . . . ± 0,15 dB
6 kHz bis 35 MHz . . . . . ca. ± 1 dB
symmetrisch im Frequenzbereich 6 kHz bis 620 kHz . . . . . ± 0,1 dB
6 kHz bis 2 MHz . . . . . ca. ± 0,5 dB
Linearität, Fehlergrenzen . . . . . 0,2 dB

Ausgänge

Vertikalausgang
Ausgangsspannung . . . . . max. ± 2,5 V
Ausgangswiderstand . . . . . 5 kΩ

Anschluß für Frequenzdiskriminator SGD-21 (hier z. B. zum Anschluß eines Frequenzzählers)
Ausgangspegel bei einem Lastwiderstand > 100 kΩ . . . . . ca. −20 dB
Interne Verbindung zur Ansteuerung des Frequenzdiskriminators SGD-21
FTZ-K-Nummer 274 099 306

Welligkeitsmesser SGW-21

Frequenzbereich

entsprechend SGD-21 . . . . . 6 kHz bis 20 MHz

Pegelbereich

entsprechend SGP-21 . . . . . −56 bis 0 dB

Dämpfungsverzerrungs-messung

Wobbelfrequenz
zeitlinear und dreieckförmig . . . . . 5 bis 25 Hz

Meßbereich der Dämpfungswelligkeit
logarithmische Skala . . . . . 0,5 bis 50 %

Darstellung der Dämpfungswelligkeit
waagrechter Strich . . . . . ca. 1/10 Bildbreite
Eichmarken . . . . . für 5 % und 30 %

Fehlergrenzen der angezeigten Dämpfungswelligkeit
für Welligkeit von 2 % bis 30 % (nach Eichung) . . . . . $\pm 5 \cdot 10^{-2}$ x Meßwert ± 0,5 %

Gleichspannungsausgang

Gleichspannung bei Welligkeit 0,5 bis 50 % . . . . . 0 bis +5 V
Innenwiderstand . . . . . 5 kΩ

Bestellangaben

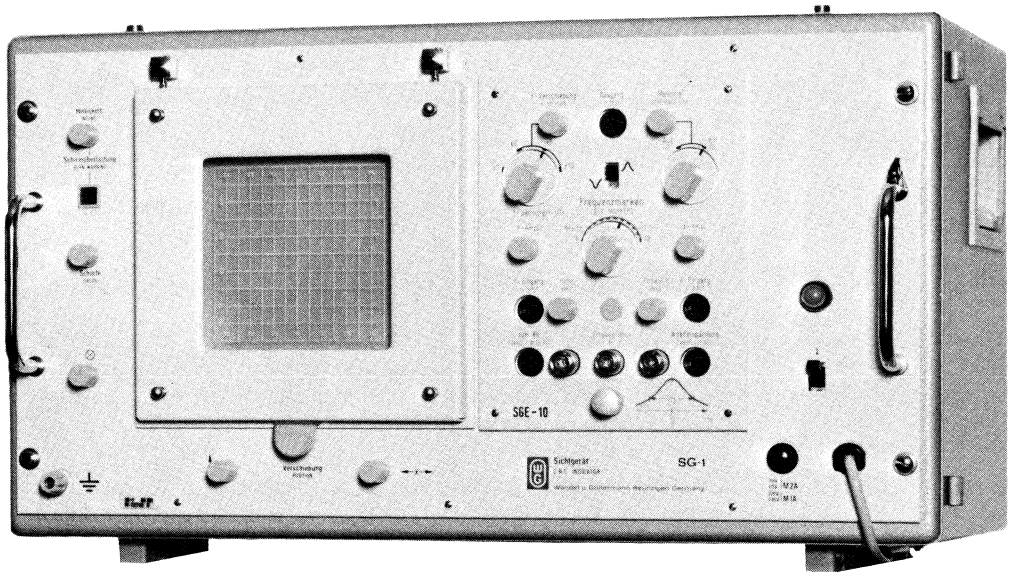
Grundgeräte		
Sichtgerät SG-2 mit Bildschirm GM (P 7)		BN 429
mit Bildschirm LF (P 26)[1]		BN 429/1
Sichtgerät SG-3 mit Bildschirm GM (P 7)		BN 593
mit Bildschirm LF (P 26)[1]		BN 593/1
Einsätze		
Vertikalverstärker SGV-21 für PSM-4, -5, -7, -8, -14		BN 580
Vertikalverstärker SGV-23 für universellen Einsatz		BN 646
Horizontalverstärker SGH-21 für PSM-4, -5, -7, -8, -14		BN 581
Horizontalverstärker SGH-22 für universellen Einsatz		BN 647
Horizontale Referenzlinien SGR-21		BN 583
mit Klemmvorrichtung an den Bedienungsknöpfen und Sperrvorrichtung am Schiebeschalter		BN 583/13
Vertikale Referenzlinien SGR-22		BN 592
mit Klemmvorrichtung an den Bedienungsknöpfen und Sperrvorrichtung am Schiebeschalter		BN 592/13
Frequenzmarken SGM-21		BN 582
mit Klemmvorrichtung an den Bedienungsknöpfen		BN 582/11
Logarithmischer ZF-Verstärker SGV-22 für PSM-8		BN 591
Frequenzdiskriminator SGD-21		BN 454
Breitband-Pegelmeßverstärker SGP-21		BN 656
Welligkeitsmesser SGW-21		BN 693
Meßzubehör (gegen Aufpeis)		
Fotovorsatzrahmen für Sichtgerät SG-2		
FVR-4 (für Siemens-Bildröhrenkamera B 952)		BN 644
FVR-5 (für Tektronik-Kamera der Serie C 50)		BN 673

Rasterscheiben (eine Scheibe gehört zum Lieferumfang) für Teilung	SG-2	SG-3
x = 14 y = 10	SGS-201	SGS-301
x = 10 y = 10	SGS-202	SGS-302
x = 10 y = 10; 6 dB und 20 dB für PSM-4, -5, -7, -8	SGS-203	SGS-303
x = 14 y = ± 5 dB für den Einsatz SGP-21	SGS-204	SGS-304
x = 7/14 y = ± 5 dB; 0,5 bis 50 % für SGP-21 mit SGW-21	SGS-205	SGS-305
x = 10 y = 20 dB; ± 1 dB; 100 dB für PSM-14	SGS-206	SGS-306
Transportschutzdeckel für SG-2, SG-3	DE-22	DE-5

1) Sonderausführung mit langer Nachleuchtdauer. Auf Anfrage lieferbar.
Achtung: Der LF-Schirm besitzt eine Spezialbeschichtung. Um ein Einbrennen zu vermeiden, sollte die Helligkeit nicht zu groß gewählt werden. Es empfiehlt sich deshalb, den LF-Schirm nur dort einzusetzen, wo die Nachleuchtdauer des GM-Schirms nicht ausreicht.
2) Innenwiderstand der Quelle $R_i \leqq 10\ k\Omega$
3) Zur Darstellung statischer oder langsam ablaufender Vorgänge kann der interne Ablenkgenerator in Betrieb bleiben. Horizontale und vertikale Vergleichslinien sind dann ständig sichtbar. Es ergibt sich eine gerasterte Darstellung mit 40 Bildpunkten/s.
4) Tritt nicht auf bei Verwendung des Breitband-Pegelmeßverstärkers SGP-21 zur Abbildung des Pegels in Y-Richtung.
5) Bei Verwendung des Logarithmischen ZF-Verstärkers SGV-22 gelten im logarithmischen Betrieb die dort angegebenen Fehlergrenzen.

SG-1
Sichtgerät

zur Verwendung in Wobbelmeßplätzen



- **Zur oszillografischen Auswertung frequenzabhängiger Größen**
- **Hohe Genauigkeit durch einblendbare geeichte Vergleichslinie**
- **XY-Oszillograf zur Darstellung langsam verlaufender Vorgänge**

Anwendung und Eigenschaften

Das Sichtgerät SG-1 ist ein Spezial-Oszillograf in Einschubtechnik. Die Einschübe ermöglichen die optimale Anpassung des Geräts an verschiedene Meßaufgaben. So lassen sich mit dem Sichtgerät Meßplätze für die Nachrichtenübertragungstechnik derart erweitern, daß die Meßergebnisse in übersichtlicher Form optisch dargestellt werden. Frequenzabhängige Größen wie Dämpfung, Verstärkung und Gruppenlaufzeit können einfach und genau ausgewertet werden.
Durch die Verwendung einer Bildröhre mit lang nachleuchtendem Schirmbild eignet sich das Sichtgerät ebenso für die Darstellung einmaliger und langsam ablaufender Vorgänge. Ein besonders geringer Verzeichnungsfehler der nutzbaren Bildfläche (10 cm x 10 cm) gewährleistet außerdem eine hohe Meßgenauigkeit.
Die Bedienung des Geräts ist sehr einfach. Durch entsprechende Rasterscheiben sind die Meßergebnisse eindeutig ablesbar. Für Registrierzwecke läßt sich mit Hilfe eines Fotovorsatzes und einer entsprechenden Kamera das Schirmbild fotografisch erfassen.

Einschübe
Sichtgerät-Einschub SGE-3
Zur Darstellung der Gruppenlaufzeit- und Dämpfungskurve in Abhängigkeit von der Frequenz wird beim Gruppenlaufzeit- und Dämpfungsmeßplatz LD-1 das Sichtgerät SG-1 in

Verbindung mit dem Einschub SGE-3 benötigt. Der Frequenzbereich des Diskriminators beträgt 0,1 bis 14 MHz.

Sichtgerät-Einschub SGE-10
Durch Erweiterung des Pegelmeßplatzes PSM-5 mit dem Sichtgerät SG-1 und dem Sichtgerät-Einschub SGE-10 entsteht der Wobbelmeßplatz WM-50. Dieser erlaubt die automatische Ausmessung und oszillografische Darstellung von Frequenzgangkurven im Frequenzbereich 10 kHz bis 36 MHz.

Technische Daten des Sichtgeräts — SG-1

Alle wesentlichen Geräteeigenschaften sind durch garantierte Toleranz- und Grenzwertangaben und nicht durch typische Werte gekennzeichnet. Sie gelten nicht nur bei Auslieferung, sondern mindestens für die gesamte Garantiezeit.

Horizontal- und Vertikalablenkung

Eingangswiderstand, symmetrisch	2 x 1 MΩ
unsymmetrisch	1 MΩ
Ablenkempfindlichkeit, horizontal	ca. 0,4 V/cm
vertikal	ca. 0,36 V/cm
Frequenzbereich der Ablenkempfindlichkeit	0 bis 25 kHz
Abfall der Frequenzgangkurve bei 5 kHz	≦ 2%
Obere Grenzfrequenz (3-dB-Grenze)	≧ 25 kHz

Bildröhre

Ausnutzbare Schirmbildfläche	10 cm x 10 cm
Nachleuchtdauer für Abfall auf 1% der Anfangshelligkeit	ca. 12 s
Nachleuchtfarbe	gelbgrün
Rasterverzeichnung	≦ 1,75%

Sichtgerät-Einschub SGE-3

X-Ablenkung

Frequenzbereich des Diskriminators	0,1 bis 14 MHz
Eingangsspannung	40 bis 400 mV
Eingangswiderstand	ca. 75 Ω
Bildbreiten für 10 cm Auslenkung (umschaltbar)	0,7 / 1,4 / 2,8 / 7 / 14 MHz
Gesamtfehler der Frequenzskala	ca. 5%

Y-Ablenkung

Eingangsspannung für ± 5 cm Auslenkung	± 7,5 V
Eingangswiderstand	ca. 900 kΩ
Steuereingang, $U_{ss} \approx 76$ V für den Anschluß des LDE-1	597 Hz

Sichtgerät-Einschub SGE-10

X-Eingang

Eingangsspannungsbedarf (Sägezahn)	± 3,5 V
Eingangswiderstand	133 kΩ

Y-Eingang

Eingangsspannungsbedarf	0 bis + 6 V
Eingangswiderstand	> 20 MΩ
Störgleichstrom	< 2 µA
Y-Dehnung, umschaltbar	x 1, x 2, x 5, x 10
Fehlergrenzen des Dehnungsfaktors	± 3%

Ausgang: X- und Y-Ausgang zum Anschluß von Schreibern und Großbild-Sichtgeräten mit einem Eingangswiderstand von mindestens 50 kΩ.

Allgemeine Daten

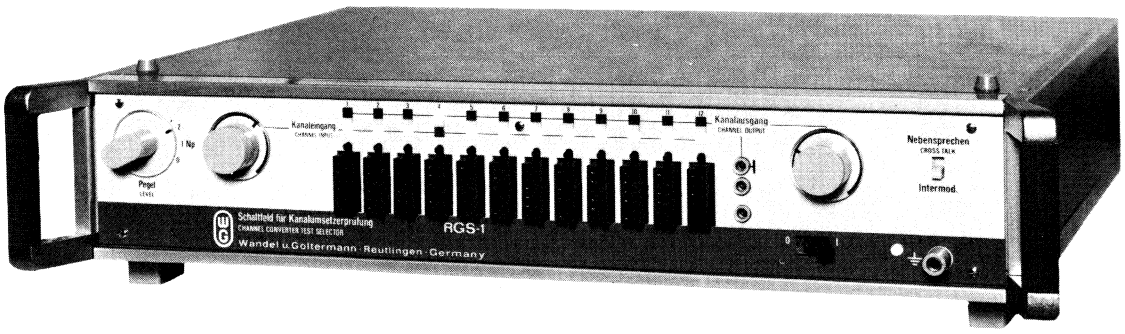
Netzanschluß (45 bis 60 Hz)	110, 115, 220, 240 V
Leistungsaufnahme ohne Einschub	68 VA
Geräteabmessungen über alles (b x h x t) in mm	565 x 320 x 453
Gewicht ohne Einschub	24 kg
FTZ-K-Nummer	274093006

Bestellangaben

Sichtgerät (Grundgerät) SG-1	BN 551
Einschub SGE-3 (für LD-1)	BN 122
Einschub SGE-10 (für PSM-5)	BN 322
Meßzubehör (gegen Aufpreis)	
Gehäuse für Einschübe SGEG-1	BN 414
Fotovorsatz Oszillophot M 2 der Firma Steinheil-Lear-Siegler mit Anschlußflansch	1710

RGS-1
Schaltfeld

zur Prüfung von Kanalumsetzern



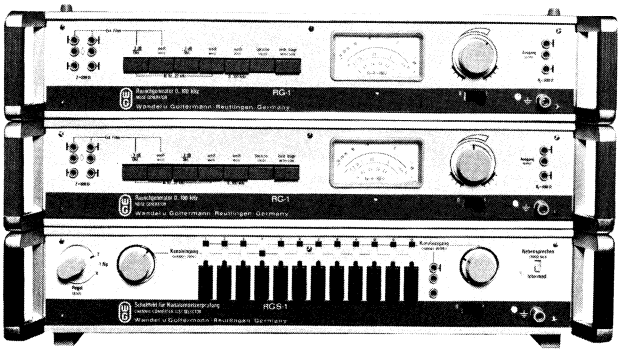
- **Zum Messen des Intermodulationsgeräusches, des unverständlichen Nebensprechens und des Grundgeräusches**
- **Anzeige der einzelnen Kanäle auf einem Leuchtfeld**
- **Bezugspegel einstellbar**
- **Vollautomatische Steuerung von einem Programmgeber aus möglich**

Anwendung

Die Vorteile, die die Rauschklirrmeßtechnik bei der Einmessung und Überprüfung von Vielkanal-Übertragungsanlagen bietet, führten dazu, ein ähnliches Verfahren auch im Sprachkanal zur Prüfung von Kanalumsetzern anzuwenden. Da hierbei die verschiedenen Kanäle nicht mehr frequenzmäßig nebeneinander angeordnet sind (Frequenzvielfach), sondern alle im Bereich 300 bis 3400 Hz liegen, dürfen sie nicht mehr aus einer einzigen Rauschquelle gespeist werden. Dasselbe Rauschsignal in allen Kanälen würde zu völlig anderen Ergebnissen führen, weil die Belastung mit kohärenten Signalen zu einer dem Betriebsfall nicht entsprechenden Amplitudenverteilung in den Vorgruppen und Primärgruppen führt. Theoretisch müßte man für jeden Kanal einen besonderen Rauschgenerator bereitstellen, um die wirkliche Belastung nachzubilden. Praktische Versuche haben jedoch gezeigt, daß bereits 2 unabhängige (also »nicht korrelierte«) Rauschquellen genügen, insbesondere wenn nach der Umsetzung benachbarte Kanäle von verschiedenen Quellen gespeist werden. Diese Überlegungen liegen dem Konzept des Meßplatzes, bestehend aus 2 Rauschgeneratoren RG-1 (siehe Blatt RG-1), dem Schaltfeld RGS-1 und einem entsprechenden Geräuschspannungsmesser, zugrunde. Die Rauschgeneratoren speisen das Schaltfeld mit sprachsimulierendem Rauschen gemäß der CCITT-Empfehlung G. 227. Im Schaltfeld wird die Rauschleistung auf die einzelnen Kanäle mit den entsprechenden Pegeln verteilt

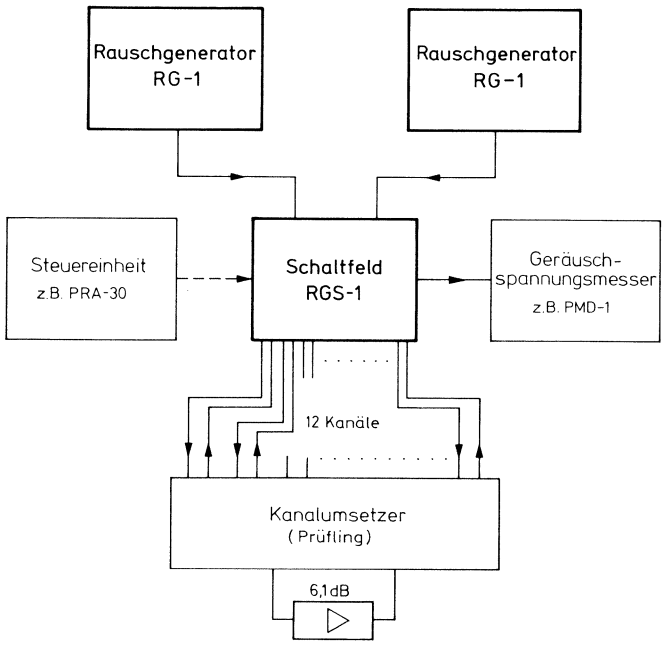
und gleichzeitig das aus dem Prüfling kommende Signal an einen Ausgang gelegt, an den der Geräuschspannungsmesser PMD-1 von Wandel & Goltermann (siehe Blatt PMD-1) angeschlossen werden kann.
Die 156 möglichen Messungen je Kanalumsetzer legen eine Programmierung des Meßvorgangs nahe. Das Schaltfeld RGS-1 ist deshalb in seinen wesentlichen Funktionen fernsteuerbar. Als Steuereinheit kann das Programmsteuer- und Auswertegerät PRA-30 von Wandel & Goltermann verwendet werden.
Die Vorschriften der Deutschen Bundespost sehen die folgenden Prüfmethoden vor:

Messen des Intermodulationsgeräusches
Für diese Messung werden von den 12 Kanälen jeweils 11 mit sprachsimulierendem Rauschen belegt, wobei benachbarte Kanäle ihre Rauschleistung jeweils aus verschiedenen Quellen erhalten. Im nicht mit Rauschen belegten Kanal »n« wird gemessen, d. h. die vom Kanalumsetzer kommende Leitung wird an den Geräuschspannungsmesser angeschlossen.
Das System wird mit der in der CCITT-Empfehlung G.223 festgelegten »konventionalen Last«, die sich aus der Beziehung $p = (-1 + 4 \lg N)$ dBm0 ergibt, belegt. N ist dabei die Kanalzahl. Mit N = 12 erhält man $p = -1 + 4 \lg 12 = +3{,}3$ dBm0 bzw. 2,13 mW0.
Die Belastung mit sprachsimulierendem Rauschen wird so auf die einzelnen Kanäle verteilt, daß die dem unbelasteten Meßkanal »n« benachbarten Kanäle n −1 und n +1 mit je 32 µW0 und die übrigen Kanäle mit je 230 µW0 belegt sind ($9 \cdot 230\ \mu W + 2 \cdot 32\ \mu W = 2{,}13$ mW). Benachbarte Kanäle erhalten dabei ihre Rauschleistung aus verschiedenen Quellen. Der für die Eingänge eines zu prüfenden Kanalumsetzers geltende relative Pegel kann am Schaltfeld stufig und gegebenenfalls an den Rauschgeneratoren stetig eingestellt werden. Damit entfällt umständliches Umrechnen. Der rel. Pegel an den Eingängen liegt üblicherweise bei −17,4 dBr/ −2 Npr.
Die Prüfvorschrift der Deutschen Bundespost für derartige Kanalumsetzer toleriert im Meßkanal bei psophometrischer Bewertung eine Geräuschspannung von 1,35 mV am Ausgang des Kanalumsetzers. Das entspricht einem Geräuschpegel von − 55 dBmp bzw. − 63,7 dBm0p bezogen auf den relativen Pegel Null.

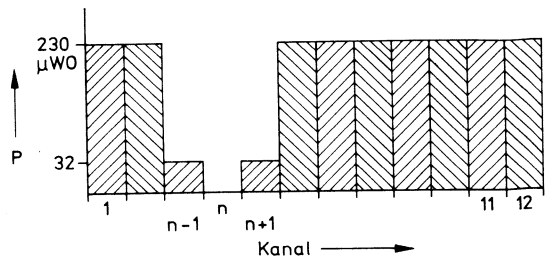


Schaltfeld RGS-1 mit zwei Rauschgeneratoren RG-1

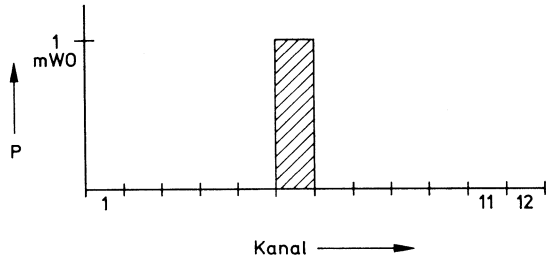
Messen des unverständlichen Nebensprechens
Bei dieser Messung ist nur 1 Kanal, nämlich der störende durch sprachsimulierendes Rauschen mit einem Pegel von 0 dBm0 beaufschlagt. In den übrigen 11 Kanälen wird nacheinander die Störspannung − psophometrisch bewertet − gemessen.
Dabei soll die Geräuschspannung in keinem Kanal größer



Prinzipieller Aufbau eines Meßplatzes zum Prüfen von Kanalumsetzern



Systembelastung zum Messen des Intermodulationsgeräusches



Systembelastung zum Messen des unverständlichen Nebensprechens

als 2 mV sein, entsprechend einem Geräuschpegel von – 52 dBmp. Bezogen auf den Punkt mit dem relativen Pegel 0 bedeutet das einen Pegel von – 60,7 dBm0p. Zur Beurteilung des Kanalumsetzers wird die Differenz aus Gesamt- und Grundgeräuschleistung herangezogen.

Messen des Grundgeräusches
Diese Messung erfolgt im unbelasteten Zustand des Systems. Der gemessene, psophometrisch bewertete Geräuschpegel soll dabei in keinem Kanal größer als – 65,8 dBm0p, bezogen auf den relativen Pegel Null, sein.

Technische Einzelheiten

Das Schaltfeld RGS-1 bildet zusammen mit 2 Rauschgeneratoren RG-1 eine Sendeeinrichtung, die ein schnelles und bequemes Prüfen an Kanalumsetzern ermöglicht. Mit dem Meßartenschalter wird die gewünschte Betriebsart gewählt (Intermodulation oder Nebensprechen). Durch diese Einstellung ist zugleich auch die richtige Verteilung der Rauschleistung auf die einzelnen Kanäle gewährleistet. Der relative Pegel kann am RGS-1 stufenweise und mit der Pegeleinstellung an den Rauschgeneratoren auch kontinuierlich eingestellt werden. Üblicherweise beträgt der rel. Pegel –17,4 dBr/ –2 Npr. Mit Hilfe von 2 Schaltern kann man die Kanäle wählen, die gemessen bzw. gespeist werden sollen.
Auf einem Leuchtfeld erfolgt die Anzeige der mit Rauschen belegten Kanäle und des zum Geräuschspannungsmesser durchgeschalteten Kanals, so daß jederzeit die volle Übersicht der augenblicklichen Messung gegeben ist.
Die Messung des System-Grundgeräusches ist ebenfalls einfach durchzuführen, indem bei der Betriebsart »Nebensprechen« der Ausgang zum Geräuschspannungsmesser auf den gespeisten Kanal geschaltet wird. Eine Verriegelungsschaltung unterbricht dabei die Rauschleistungszufuhr, am Geräuschspannungsmesser ist dann das System-Grundgeräusch in diesem Kanal ablesbar.
Bei Integration der Geräte zur Kanalumsetzerprüfung in das Meßsystem ANDIMAT läßt sich der gesamte Meßablauf mittels Lochstreifen steuern; überdies ergibt sich eine zeitsparende Auswertung der Meßresultate.
Alle Schalter an der Frontplatte des Schaltfeldes sind bei programmiertem Betrieb unwirksam.
Im Frequenzbereich 300 Hz bis 10 kHz kann das Schaltfeld RGS-1 als Meßstellen-Umschalter verwendet werden. Die Frequenzgangschwankungen liegen bei ca. ± 0,1 dB. Durch seine Fernsteuerbarkeit eignet sich das Gerät vorzüglich zum Einsatz in voll programmierten Meßplätzen.

Technische Daten des Schaltfeldes — RGS-1

Alle wesentlichen Geräteeigenschaften sind durch garantierte Toleranz- und Grenzwertangaben und nicht durch typische Werte gekennzeichnet. Sie gelten nicht nur bei Auslieferung, sondern mindestens für die gesamte Garantiezeit.

Relativer Pegel	(Rauschgeneratoren auf 0 dB) Stufenweise einstellbar . . . . . 0; – 1; – 2 Npr/0; – 8,67; – 17,4 dBr Zwischenwerte lassen sich an den Rauschgeneratoren einstellen
Anschlüsse	Für den Kanalumsetzer . . . . 12polige Federkontaktleiste C 42334 - A 139 - A 2 Dazu passender Leitungsstecker C 42334-A 137 - A 2 (Siemens AG)
	Innenwiderstand der Ausgänge des RGS-1 (Sendekanäle) . . . . . 600 Ω Reflexionsdämpfung (im Bereich 300 Hz bis 10 kHz) . . . . . > 26 dB

Eingangswiderstand des RGS-1 (Empfangskanäle) . . . . . 600 Ω
Reflexionsdämpfung (im Bereich 300 Hz bis 10 kHz) . . . . . > 30 dB

Für den Geräuschspannungsmesser — TF-Buchse 3polig
Erforderlicher Eingangswiderstand des Geräuschspannungsmessers . . . . > 10 kΩ

Betriebsarten

Messen des unverständlichen Nebensprechens
Sendepegel gleich Bezugspegel . . . . . 0 dBm0 ≙ 1 mW0
Fehlergrenzen des Sendepegels { Beitrag der Rauschgeneratoren RG-1 . . . . . ± 0,2 dB
{ Beitrag des Schaltfelds RGS-1 . . . . . ± 0,3 dB
Übersprechen im Schaltfeld RGS-1 . . . . . ≦ – 80 dBm0
Rel. Pegel sendeseitig = –17,4 dBr/–2 Npr; rel. Pegel empfangsseitig = +8,7 dBr/+1 Npr

Messen des Intermodulationsgeräusches
Sendepegel in den dem Meßkanal benachbarten Kanälen
bei Abschluß mit 600 Ω . . . . . – 15 dBm0 ≙ 32 μW0

Sendepegel in den übrigen 9 Kanälen bei Abschluß mit 600 Ω – 6,3 dBm0 ≙ 230 μW0
Fehlergrenzen des Sendepegels { Beitrag der Rauschgeneratoren RG-1 . . . . . ± 0,2 dB
{ Beitrag des Schaltfeldes RGS-1 . . . . . ± 0,3 dB
Übersprechen im Schaltfeld RGS-1 . . . . . ≦ – 80 dBm0
Rel. Pegel sendeseitig = –17,4 dBr/–2 Npr; rel. Pegel empfangsseitig = +8,7 dBr/+ 1 Npr

Fremdspeisung
(z. B. mit Sinusgeneratoren)

Generator-Innenwiderstand . . . . . ≦ 5 Ω
Sendepegel der Sinusgeneratoren . . . . . + 6 dB
Rel. Pegel an den Kanalumsetzeranschlüssen
bei + 6 dB Sendepegel der Sinusgeneratoren,
umschaltbar . . . . . 0; – 1; – 2 Npr/0; – 8,67; – 17,4 dBr
Frequenzgangschwankungen im Bereich 300 Hz bis 10 kHz . . . . . ± 0,2 dB

Allgemeine Daten

Netzspannung, umschaltbar . . . . . 110 / 117 / 127 / 220 / 227 / 235 V
Netzfrequenz . . . . . 45 bis 66 Hz
Leistungsaufnahme (ohne Rauschgeneratoren RG-1) . . . . . 20 VA

Abmessungen	Tischgerät		19"-Einschub (DIN 41494)	
	Breite mit Griffen	478 mm	Einschubbreite	443 mm
	Höhe über alles	110 mm	Einschubhöhe	87 mm
	Tiefe mit Griffen	407 mm	Einbautiefe	353 mm

Gewicht . . . . . 10 kg

Bestellangaben

Schaltfeld RGS-1	BN 416
Transportschutzdeckel (gegen Aufpreis)	DE 1


M1
M5
S2
M2
Test
~
+12V
−12V
+5V
0V
ext/int
Betr
empf
Test Schleife
int
ext
ziehen
TELE FUNKEN
SENDER
Messfrequenz MEAS FREQUENCY
MAN
Ausgangspegel OUTPUT LEVEL
Wobbelgrenzen SWEEP LIMITS
Wobb. Geschw./SWEEP RATE
Vergleichsfrequenz REFERENCE FREQUENCY
Messfrequenz / MEAS FREQUENCY
Betriebsart / MODE
NORMAL
Sprechen TALK
Lautspr. MONITOR
Empfänger / RECEIVER
Anzeige / DISPLAY
Gruppenlaufzeit-verzerrung
Dämpfungs-verzerrung
Telephon / PHONE
Netz POWER
Ausgang / OUTPUT
Eingang / INPUT
600 Ω
Gruppenlaufzeit- u. Dämpfungsmessgerät 200 Hz ... 20 kHz LD-30
GROUP DELAY & ATTENUATION MEASURING SET
Wandel u. Goltermann · Reutlingen · Germany

Inhaltsverzeichnis Meßgeräte für Datenübertragungssysteme

255	Gruppenlaufzeit- und Dämpfungsmeßgerät LD-30	200 Hz bis 20 kHz; −50 bis +10 dBm; entspr. der CCITT-Empf. O. 81; Sender und Empfänger in einem Gehäuse; BN 691
263	Gruppenlaufzeit- und Dämpfungsmeßplatz LD-3	200 Hz bis 20 kHz; −50 bis +10 dBm; entspr. der CCITT-Empf. O. 81; Rückübertragung der Meßergebnisse; BN 615/616
271	Gruppenlaufzeit- und Dämpfungsmeßplatz LD-2	200 Hz bis 600 kHz; bis +10 dB; für Schleifen- und Streckenmessung; Spaltfrequenz 41,66 Hz; BN 280/281
275	Gruppenlaufzeit- und Dämpfungsmeßplatz LD-1	100 kHz bis 14 MHz (18 MHz); −42 bis +18 dB; für Schleifen- und Streckenmessung; Auflösung 1 ns
279	Datenleitungsmeßgerät DLM-1	zur Messung von Phasenjitter (CCITT-Empf. O. 91), Grundgeräusch und Frequenzversatz (CCITT-Empf. O. 111); BN 672
283	Frequenzversatzmeßgerät FVM-1	Meßfrequenzen (nach CCITT) 1020 Hz und 2040 Hz; Meßbereiche ± 10 und ± 1 Hz; Netz- oder Batteriebetrieb; BN 571/...
287	Pegelüberwachungsempfänger PUE-1	0,2 bis 4 kHz; −49,9 bis +20 dBm; Überwachen und Messen eines Prüftons oder von Datensignalen im Datenkanal; BN 851
289	Leitungsnachbildung TLN-1	300 Hz bis 3,4 kHz; zum Simulieren von Gruppenlaufzeit- und Dämpfungsverzerrungen; BN 622
293	Dämpfungs- und Laufzeitentzerrer DLZ-4	300 Hz bis 3,4 kHz; Entzerrung mit Elektronenrechner oder Entzerrkatalog; durch Einschubtechnik optimale Bestückung

Datenübertragungsmeßtechnik

Einführung

Zur Datenübertragung über analoge Stromwege sind Modulationsverfahren notwendig, mit denen das Frequenzspektrum des binären Datensignals in das für den Fernsprechkanal (300 bis 3400 Hz) günstige Frequenzband gebracht wird. Diese Aufgabe übernehmen als Bindeglied zwischen den Datenein- und -ausgabegeräten und der Übertragungsleitung Modemgeräte, die aus einem **Mo**dulator und **Dem**odulator bestehen (Bild 1). Datenendeinrichtungen und Modemgeräte werden durch die Schnittstelle nach CCITT-Empfehlung V. 24 (DIN 66020) abgegrenzt.
Für die Übertragungsgeschwindigkeiten von 600 bis 9600 bit/s sind Bandbreiten von etwa 1200 bis 2400 Hz üblich.

Bei der Datenübertragung ist die Nachricht in der codierten Anordnung der binären 0-1-Zustände enthalten. Damit keine Bitfehler entstehen, müssen im Empfänger die binären 0-1-Zustände des sendeseitigen Datensignals in erkennbarer Form ankommen. In der Praxis ist mit falschen Bits zu rechnen, die durch die Leitungseigenschaften und Störungen entstehen können. Um diese Bitfehler klein zu halten, sind empfohlene Grenzwerte zu beachten. Über diese Grenzwerte und das Messen der Leitungseigenschaften und Störungen sowie das Entzerren der Übertragungsgrößen wird im folgenden berichtet.

Leitungseigenschaften und Störungen

Überträgt man über eine Telefonleitung ein moduliertes Datensignal, so können die Leitungseigenschaften eine beachtliche Formänderung bewirken.
Die Übertragungsgrößen eines Fernsprechkanals lassen sich durch das Übertragungsmaß

$$g(\omega) = a(\omega) + jb(\omega)$$

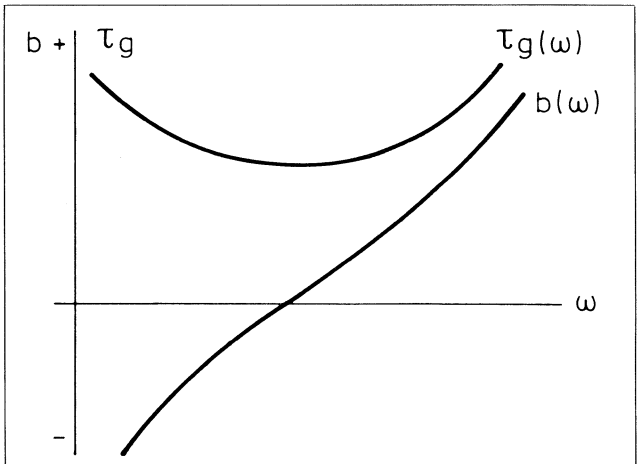


Bild 2 Phasen- und Gruppenlaufzeitverlauf

mit dem Dämpfungsmaß a (ω) und dem Phasenmaß b (ω) beschreiben. Um das zeitliche Verhalten jeder Teilschwingung des modulierten Datensignals zu beurteilen, genügt es den Verlauf der Gruppenlaufzeit

$$\tau_g(\omega) = \frac{db(\omega)}{d\omega} \quad (\omega = 2\pi f)$$

zu betrachten. Die Gruppenlaufzeit ist der Differentialquotient des Phasenverlaufs (Bild 2).

Eine unverzerrte Übertragung eines modulierten Datensignals ist gewährleistet, wenn

- Dämpfungsmaß a und Gruppenlaufzeit τ_g innerhalb des Übertragungsbereichs (f_u bis f_o) frequenzunabhängig, also konstant verlaufen (Bild 3),

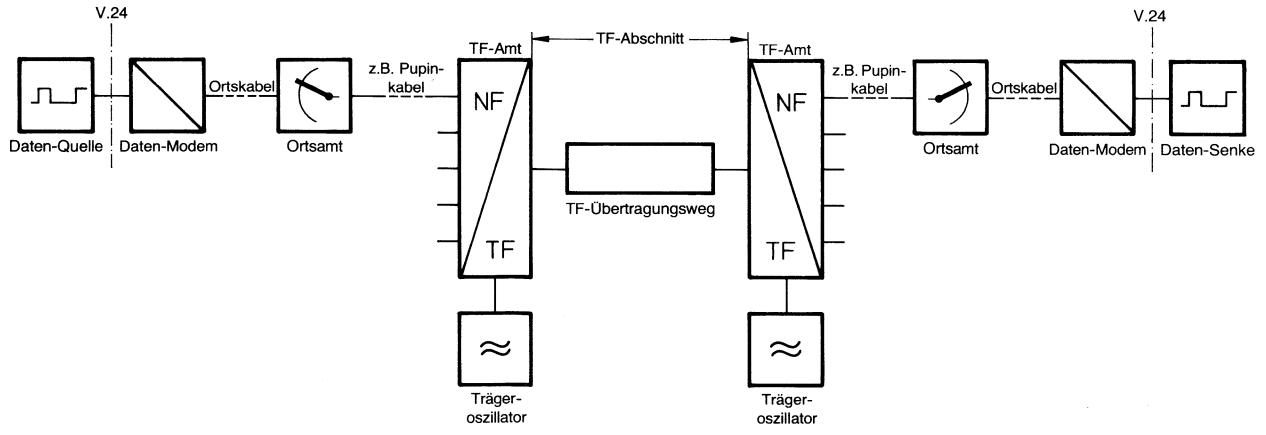


Bild 1 Beispiel für eine Datenübertragung über einen Fernsprechkanal

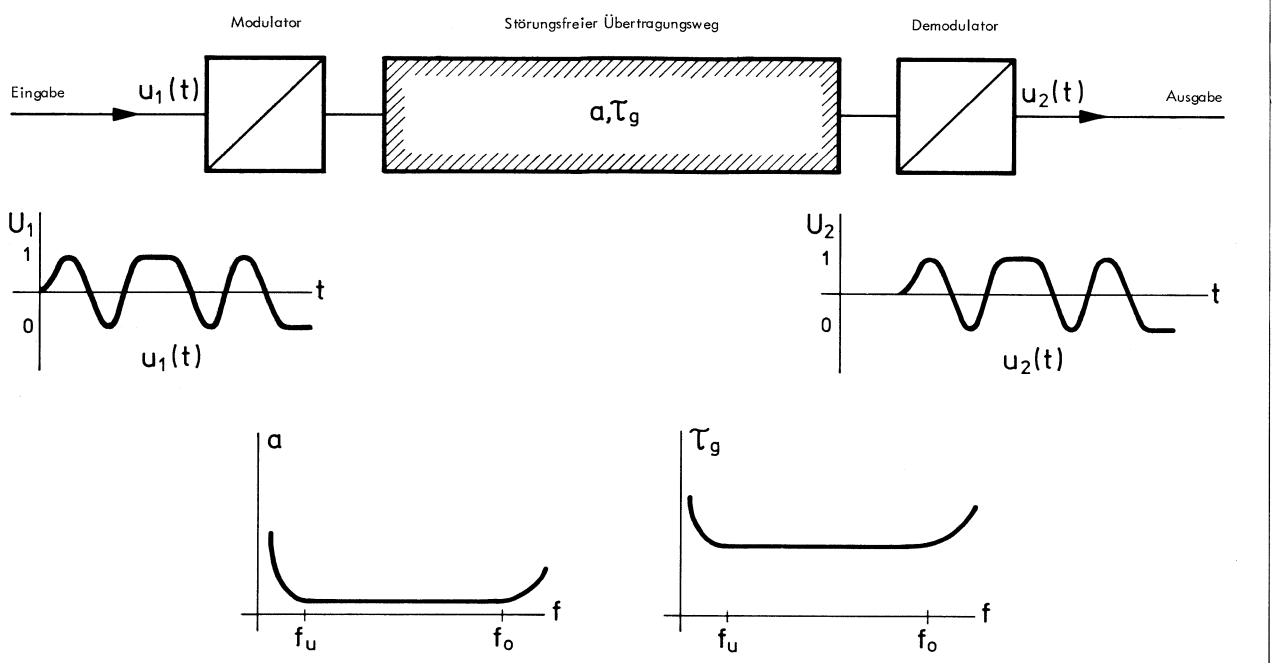


Bild 3 Beispiel für die unverzerrte Übertragung eines modulierten Datensignals

- Dämpfungsmaß und Gruppenlaufzeit zeitlich konstant und von der Signalamplitude unabhängig sind,
- von außen und im System einwirkende Störungen das Leitungssignal nicht beeinflussen.

Aus ökonomischen Gründen ist stets mit kleinen Restabweichungen und einer gewissen Inkonstanz der Übertragungsgrößen zu rechnen; ebenso sind Störungen unvermeidlich. Damit die Abweichungen der Übertragungsgrößen und die Größe der Störungen die an das Empfangssignal gestellten Qualitätsanforderungen nicht verschlechtern, werden in der CCITT-Empfehlung M. 1020 Toleranzbereiche und Grenzwerte für

- Dämpfungsverzerrungen (attenuation distortion),
- Gruppenlaufzeitverzerrungen (group-delay distortion),
- Phasenjitter (phase jitter),
- Frequenzversatz (frequency shift),
- Grundgeräusche (random circuit noise),
- Störimpulse (impulsive noise),
- Nichtlineare Verzerrungen (nonlinear distortion)

genannt. Einen nicht unwesentlichen Einfluß auf die Übertragungsqualität haben außerdem

- kurzzeitige Leitungsunterbrechungen (dropouts)
- Phasensprünge (phase hits)
- Pegelsprünge (gain hits)
- Reflexionen (return loss)

Der Einfluß von Dämpfungsverzerrungen auf die Bitfehlerhäufigkeit ist wesentlich geringer als der von Gruppenlaufzeitverzerrungen.

Durch die Gruppenlaufzeitverzerrungen werden die Frequenzkomponenten des modulierten Datensignals zeitlich ungleich verzögert, was eine Änderung der Form des Empfangssignals gegenüber dem Sendesignal zur Folge hat. Bei einem Datenimpuls, wie ihn Bild 4 zeigt, entstehen eine unsymmetrische Form und starke Nachschwinger, die Interferenzen zwischen den Impulsen des Datensignals bewirken können.

In sehr anschaulicher Form zeigt das Signalzustandsdiagramm des empfangenen und demodulierten Datensignals den Einfluß von Gruppenlaufzeitverzerrungen. Es entstehen anstelle von Signalpunkten streuende Punkthaufen, wenn das Datensignal aus einer zufälligen Folge besteht (Bild 5). Nachschwinger und die zeitliche Verschiebung des Impulsmaximums verdrehen den Punkthaufen, was bei Dämpfungsverzerrungen nicht der Fall ist. Bitfehler entstehen, wenn

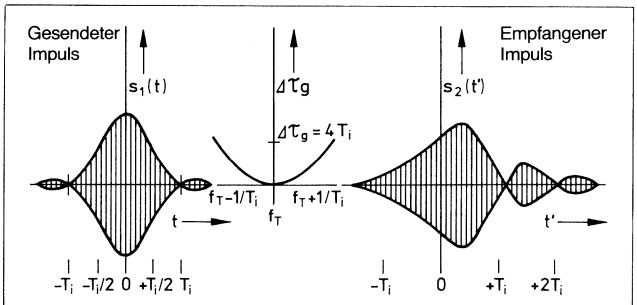


Bild 4 Einfluß einer Gruppenlaufzeitverzerrung auf einen amplitudenmodulierten Datenimpuls

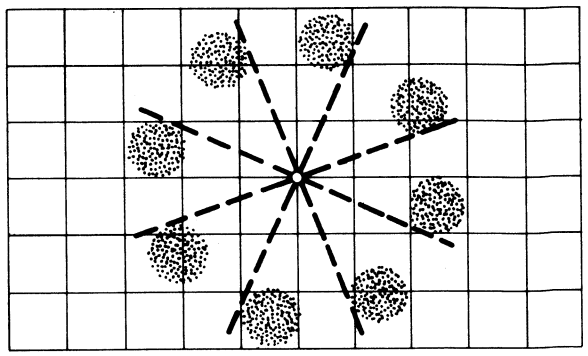


Bild 5 Signalzustandsdiagramm bei der achtstufigen Phasendifferenzmodulation mit Gruppenlaufzeitverzerrung

streuende Signalpunkte die (gestrichelt gezeichneten) Entscheidungslinien überschreiten. Ist das Leitungssignal mit einem Geräusch behaftet, so wächst der Punkthaufen, und die Zahl der Fehler wird zunehmen.
Gruppenlaufzeitverzerrungen entstehen in den verschiedenen Leitungsabschnitten. Ortskabel (R-C-Leitungen) bewirken relativ geringe Verzerrungen. Wesentlich größere Gruppenlaufzeitverzerrungen entstehen durch pupinisierte Kabel und Kanalumsetzer. Diese Geräte (Bild 1) sind zur Frequenzumsetzung eines NF-Signals in ein TF-Signal und zur Rückumsetzung notwendig. Die in den Umsetzern befindlichen Bandpässe (mit 3,1 kHz Bandbreite) haben einen nichtlinearen Verlauf der Phase (ähnlich Bild 2).

Messen der Dämpfungs- und Gruppenlaufzeitverzerrung
Zum Bestimmen der Gruppenlaufzeitverzerrung einer Übertragungsstrecke wurde in der CCITT-Empfehlung O. 81 ein Meßverfahren empfohlen, das folgende Vorteile bietet:

- Das Gruppenlaufzeit-Meßverfahren gestattet Streckenmessungen, bei denen Sender und Empfänger örtlich getrennt sind und nur der zu messende Übertragungsweg beide Meßgeräte verbindet. Eine Phasenmessung über eine Strecke ist nicht ohne weiteres möglich, da am Ausgang der Strecke die gesendete Spannung nicht als Bezugsgröße zur Verfügung steht.
- Die Gruppenlaufzeit ist nicht mehrdeutig, wogegen beim Phasenmaß eine Mehrdeutigkeit auftreten kann: Ein Winkel φ läßt sich prinzipiell nicht von einem Winkel $\varphi \pm 360°$, $\varphi \pm 720°$ usw. unterscheiden.
- Der Verlauf der Gruppenlaufzeit τ_g läßt sich in einen Absolutteil τ_{go} und in eine frequenzabhängige Gruppenlaufzeitänderung $\Delta\tau_g$, im folgenden Gruppenlaufzeitverzerrung genannt, trennen. Die Gruppenlaufzeitverzerrung, die für die Signalverzerrung von Bedeutung ist, unterscheidet sich meist um Größenordnungen vom Absolutteil τ_{go}.

Zum Bestimmen der Gruppenlaufzeit- und Dämpfungsverzerrungen wird das Nyquist-Verfahren in modifizierter Form benützt. Als Meßsignal dient ein amplitudenmoduliertes Signal, wobei im periodischen Wechsel als Träger die Meßfrequenz ω_M und die Vergleichsfrequenz ω_V gesendet werden (Bild 6). Die Modulationsfrequenz ω_S – auch Spaltfrequenz genannt – ist konstant und wesentlich kleiner als die Trägerfrequenz. Hat das Meßobjekt einen nichtlinearen Phasenverlauf, so tritt im Zeitpunkt der Trägerumtastung ein Phasensprung der Hüllkurve auf, der ein Maß für die Gruppenlaufzeitverzerrung $\Delta\tau_g$ ist.

Bei hinreichend kleiner Spaltfrequenz ω_S kann man annehmen, daß wie Bild 7a zeigt, innerhalb des Frequenzintervalls $2\,\omega_S$ (das durch den Abstand der oberen Seitenlinie zur unteren Seitenlinie bestimmt wird) die Phasenkurve b (ω) linear verläuft. Für die Gruppenlaufzeit läßt sich dann

$$\tau_g(\omega) = \frac{db(\omega)}{d\omega} \approx \frac{\Delta b(\omega)}{\omega_s}$$

schreiben. Bei konstanter Spaltfrequenz ω_S ist die Phasendifferenz $\Delta b(\omega)$ der Gruppenlaufzeit $\tau_g(\omega)$ proportional. Für den Frequenzbereich 200 Hz bis 20 kHz ist in der CCITT-Empfehlung O. 81 die Spaltfrequenz $f_S = \omega_S/2\pi$ = 41,66 Hz vorgeschrieben.
Die Gruppenlaufzeitverzerrung im interessierenden Frequenzbereich wird gemessen, indem man die Vergleichsfrequenz konstant hält und die Meßfrequenz ändert. Entsprechend Bild 7a gilt für die Gruppenlaufzeitverzerrung:

$$\Delta\tau_g(\omega) = \tau_g(\omega_M) - \tau_g(\omega_V) \approx \frac{\Delta b_M - \Delta b_V}{2\pi f_S}$$

Ein frequenzabhängiger Dämpfungsverlauf des Objektes hat bei der Trägerumtastung von ω_M auf ω_V einen Amplitudensprung zur Folge (Bild 6). Als Meßergebnis erhält man nach Bild 7b für die Dämpfungsverzerrung:

$$\Delta a(\omega) = a(\omega_M) - a(\omega_V)$$

Das genannte Trägerumtastverfahren gestattet Punkt-für-Punkt-Messungen mit statischer Ergebnisanzeige. Durch Integrationsschaltungen ist ein Mitteln des Meßwertes möglich, so daß sich auch mit Störungen behaftete Signale

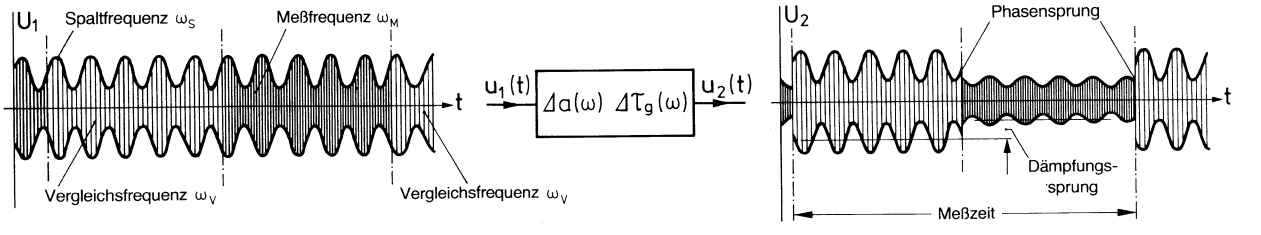


Bild 6 Prinzip des modifizierten Nyquist-Verfahrens zum Messen der Gruppenlaufzeit- und Dämpfungsänderung

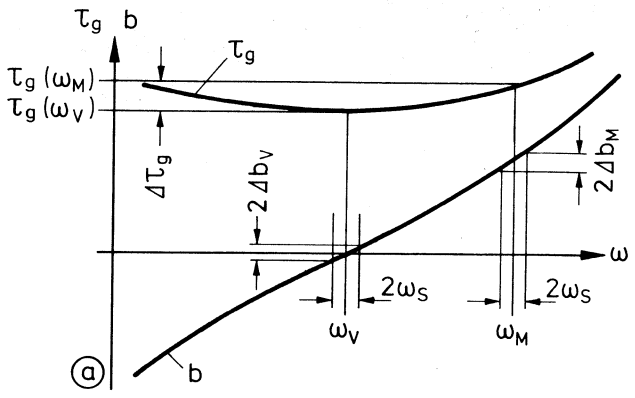


Bild 7 a) Phasen- und Gruppenlaufzeitverlauf **b) Dämpfungsverlauf**

messen lassen. Ein rauschförmiges Störsignal im 3,1 kHz breiten Fernsprechkanal bei nur 26 dB Abstand vom Meßsignal bewirkt den relativ kleinen Meßfehler der Gruppenlaufzeit von $\approx 60\ \mu s$.
Auch Wobbelmessungen sind mit dem Trägerumtastverfahren möglich. Bei dieser Betriebsart bleibt die Vergleichsfrequenz konstant, während die Meßfrequenz zeitproportional geändert wird. Mit einem X-Y-Schreiber lassen sich die Gruppenlaufzeit- und Dämpfungsverzerrungen registrieren.
In Tabelle 1 werden die wichtigsten Daten der Gruppenlaufzeit- und Dämpfungsmeßplätze LD-2, LD-3 und LD-30 von Wandel & Goltermann genannt. Zu den besonderen Eigenschaften des Meßgeräts LD-30 gehört die Rückübertragung der Meßergebnisse und die Fernsteuerung. Bei einer Streckenmessung ist eine Verständigung zwischen den Meßorten A und B mit der im Gerät eingebauten Sprecheinrichtung möglich.

Phasenjitter-, Frequenzversatz- und Geräuschmessungen
Unter Phasenjitter versteht man eine Störphasenmodulation (Bild 8). Sie entsteht zum Beispiel in einem TF-Übertragungssystem, wenn das sende- oder empfangsseitige Trägersignal mit einem niederfrequenten Rufsignal oder Netzoberschwingungen überlagert ist. Eine dem Leitungssignal überlagerte Geräuschspannung hat einen sich statistisch ändernden Phasenhub zur Folge. Bei einem Signal-

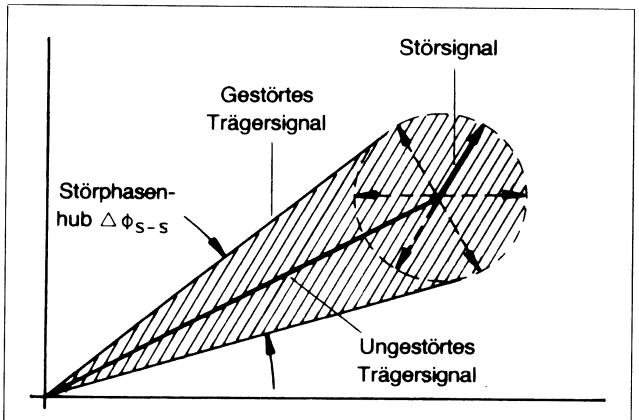


Bild 8 Zeigerbild bei Störungen durch Phasenjitter

	LD-2	LD-3, LD-30*
Frequenzbereich	200 Hz bis 600 kHz	200 Hz bis 20 kHz
Spaltfrequenz	41,66 Hz	41,66 Hz
Meßzeit	240 ms	240 ms
Meßbereiche (Zeigervollausschlag) für $\Delta\ \tau g$	$\pm$ 10 μs . . . $\pm$ 10 ms zusätzlich einschaltbar + 12 ms	$\pm$ 50 μs . . . $\pm$ 10 ms zusätzlich einschaltbar + 5 ms
Meßbereiche (Zeigervollausschlag) für Δ a	$\pm$ 0,5 dB . . . $\pm$ 50 dB	$\pm$ 0,5 dB . . . $\pm$ 50 dB

* Das Meßgerät LD-30 ist mit den Gruppenlaufzeit- und Dämpfungsmeßgeräten LD-2 (bis 20 kHz) und LD-3 kompatibel.

Tabelle 1 Daten der W & G - Gruppenlaufzeit- und Dämpfungsmeßplätze

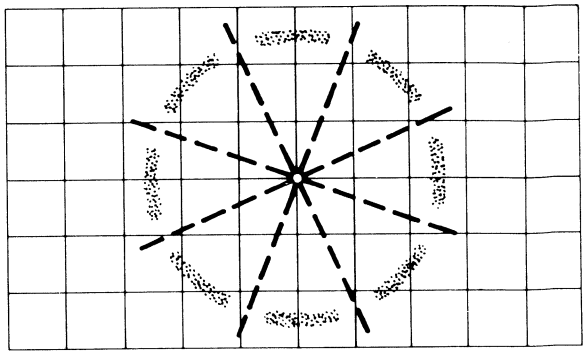


Bild 9 Signalzustandsdiagramm mit Phasenjitter bei der achtstufigen Phasendifferenzmodulation

Geräusch-Abstand ≧ 40 dB ist dieser Störphasenhub vernachlässigbar.
Phasenjitter hat zur Folge, daß sich im Signalzustandsdiagramm (Bild 9) der Signalpunkt in jedem Sektor bogenförmig um den idealen Punkt bewegt. Bitfehler entstehen, wenn die Entscheidungslinien (gestrichelt gezeichnet) überschritten werden.

Mit dem Datenleitungsmeßgerät DLM-1 von Wandel & Goltermann, das die CCITT-Empfehlung O.91 erfüllt, wird die Phasenmodulation eines 1020-Hz-Signals bestimmt. Gemessen wird der in Bild 8 angegebene Störphasenhub, dessen Frequenz oder Frequenzen im Bereich von 20 bis 300 Hz liegen. Als Beispiel für die Anwendung des Gerätes DLM-1, mit dem auch Streckenmessungen möglich sind, zeigt Bild 10 die Phasenjittermessung an einem Kanalumsetzer.

Mit dem Gerät DLM-1 lassen sich neben dem Störphasenhub noch Frequenzversatz und Geräuschpegel messen. Zum Messen des Frequenzversatzes nach der CCITT-Empfehlung O. 111 liefert das Sendeteil des Gerätes DLM-1 ein Testsignal mit den beiden harmonischen Frequenzen 1020 und 2040 Hz. Bei einem Frequenzversatz von ± Δ f entstehen auf der Empfangsseite eines TF-Systems die Frequenzen 1020 Hz ± Δ f und 2040 Hz ± Δ f, die nicht mehr

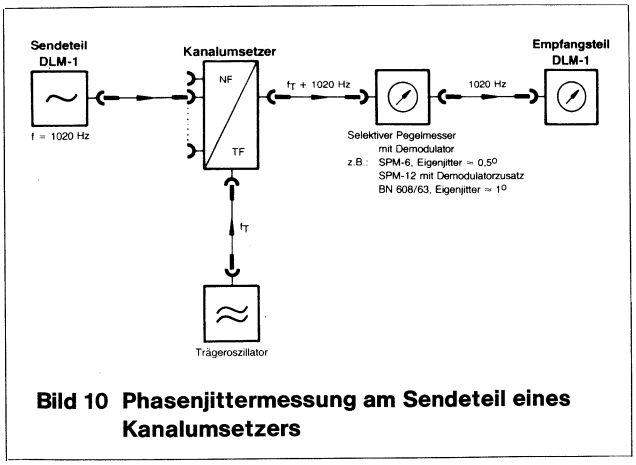


Bild 10 Phasenjittermessung am Sendeteil eines Kanalumsetzers

harmonisch sind. Nach der Frequenzverdopplung im 1020-Hz-Zweig werden zwei Signale mit den Frequenzen
2040 Hz ± 2 Δ f
2040 Hz ± Δ f
gebildet, aus deren Differenz sich der Frequenzversatz ± Δf ergibt.

Laut CCITT-Empfehlung M. 1020 wird für eine Datenleitung auch eine psophometrisch bewertete Geräuschmessung verlangt. Dazu ist das Gerät DLM-1 mit einem Psophometerfilter ausgerüstet, das eine Geräuschmessung nach der Empfehlung P. 53 – im Bereich −30 bis −80 dBmp (entsprechend 1μWp bis 10 pWp) – gestattet.
Weiterhin sind Pegelmessungen von +10 bis −40 dBm möglich. Dafür stehen z. B. die Frequenzen 1020 oder 2040 Hz des Sendeteils zur Verfügung.

Pegel-, Dämpfungs- und Scheinwiderstandsmessungen
Für eine Vielzahl von Pegelmeßaufgaben an Fernwirk-, Wechselstrom-Telegrafie- und Datenübertragungssystemen steht das Pegelmeßgrät PMG-13 von Wandel & Goltermann mit folgenden Rahmendaten zur Verfügung (ausführliches Datenblatt siehe im Teil NF-Meßtechnik):

Frequenzbereich (selektiv):	20 Hz bis 20 kHz
(breitbandig):	20 Hz bis 50 kHz
Selektionsbreite (3 dB):	10, 20, 40, 100, 200, 400, 1600 Hz
Pegelmeßbereich (Vollausschlag):	−70 bis +20 dB bzw. 0,3 mV bis 10 V

Auf Wunsch kann in das Gerät ein psophometrisch bewertendes CCITT-Filter eingebaut werden.
Messen kann man mit dem PMG-13:

- den frequenzabhängigen Verlauf des Leistungsspektrums eines Leitungssignals, wenn das Datensignal aus einer Zufallsfolge besteht,
- die spektrale Verteilung der Frequenzlinien eines Leitungssignals bei einem periodischen Datensignal (10101 . . . -Folge) oder einem Dauersignal (0- oder 1-Zustand),
- die in einem WT- oder Fernsprechkanal auftretenden Störlinien,
- den Pegel des Leitungssignals in den verschiedenen WT-Kanälen und im Fernsprechkanal während des Betriebs,
- die Geräuschleistungen (unbewertet) in den nicht belegten WT-Kanälen,
- die psophometrisch bewertete Geräuschleistung im Fernsprechkanal.

Zum Messen der in Bild 11 dargestellten Frequenzlinien eines WT-Signals eignet sich besonders die schmale 10-Hz-Selektionsbandbreite. Das gilt auch für Störlinien, die innerhalb eines WT-Kanals liegen können.

In vielen Fällen liefert die lückenlose Darstellung des Frequenzganges der Dämpfung ausreichende Hinweise über die Eigenschaften der Übertragungsstrecke. Das gilt besonders für Systeme, die mit relativ kleinen Übertragungsgeschwindigkeiten ≦ 1200 bit/s arbeiten und bei denen

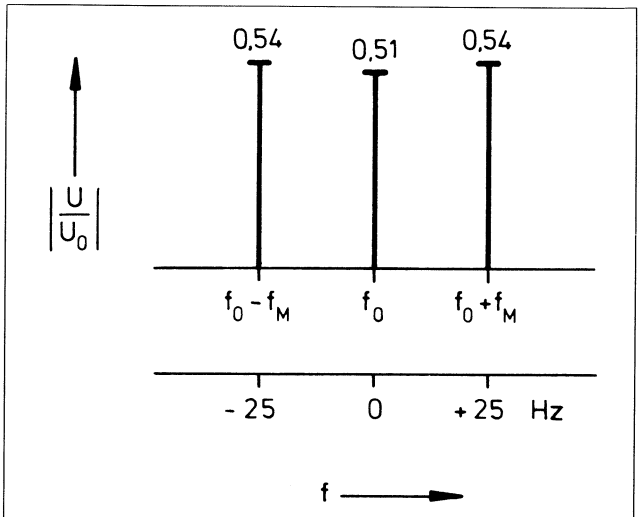


Bild 11 Linienspektrum eines frequenzmodulierten Wechelstromtelegrafiesignals (FM-WT 120) mit der Übertragungsgeschwindigkeit 50 bit/s bei einer periodischen 10101 ...-Folge

die Gruppenlaufzeitverzerrungen vernachlässigbar sind. Für die Dämpfungsmessungen liefert Wandel & Goltermann das NF-Pegelbildgerät WM-20 mit den umschaltbaren Frequenzbereichen 200 Hz bis 4 kHz und 20 Hz bis 20 kHz (ausführliches Datenblatt siehe im Teil NF-Meßtechnik).
Ungenügende Reflexionsdämpfungen können Bitfehler durch Interferenzen bewirken. Ein Maß für die Anpassung der Ein- und Ausgangswiderstände $\underline{Z}_X$ an einen vorgeschriebenen Wellenwiderstand $\underline{Z}_O$ (z.B. 600Ω) ist die Reflexionsdämpfung

$$\frac{a_r}{dB} = 20 \lg \frac{\underline{Z}_X + \underline{Z}_O}{\underline{Z}_X - \underline{Z}_O}$$

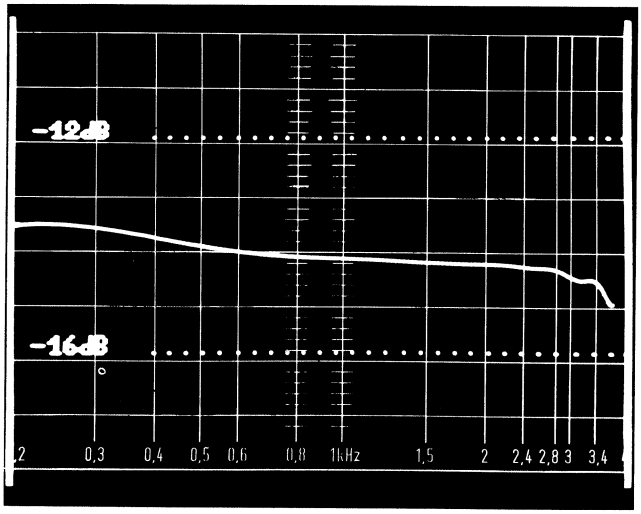


Bild 12 Frequenzgang der Betriebsdämpfung im Bereich 200 Hz bis 4 kHz. Gedehnte Darstellung 1 dB/Teil.
Für die ungedehnte Darstellung gilt 5 dB/Teil.

deren Frequenzgang mit dem Pegelbildgerät WM-20 als Kurvenzug dargestellt wird.
Die Vielseitigkeit des Gerätes WM-20, das einen Sende- und Empfangsteil enthält, wird durch die folgenden Daten ersichtlich:

- Sendepegel +11 bis −46 dBm
- Pegelmessungen von +30 bis −90 dBm
- Dämpfungsmessungen bis 100 dB (Bild 12)
- Geräuschmessungen (Option) bis −90 dBm
- Reflexionsdämpfungsmessungen bis 50 dB
- Scheinwiderstandsmessungen von 100Ω bis 12 kΩ
- Messungen an Zweidrahtleitungen ohne ein zeitraubendes Umklemmen
- Zwei Bildschirmgrößen mit 85 mm x 120 mm und 150 mm x 210 mm stehen zur Verfügung.

Entzerren der Gruppenlaufzeit- und Dämpfungsverzerrungen
Wird eine Datenübertragung mit hoher Übertragungsgeschwindigkeit (2400 bit/s und mehr) gewünscht, so erfüllt eine Fernsprechleitung in den meisten Fällen nicht mehr die vorgeschriebenen Toleranzbereiche für die Dämpfungs- und Gruppenlaufzeitverzerrungen. Mit Hilfe eines Entzerrers lassen sich die Leitungseigenschaften korrigieren und so die empfangsseitige Signalform verbessern. Je sorgfältiger die Entzerrung erfolgt, um so geringer ist der Einfluß von Störspannungen auf die Bitfehlerhäufigkeit. Für Übertragungsgeschwindigkeiten von 2400 bit/s und mehr bieten die Postverwaltungen Leitungen mit „besonderer Güte" an. In diesen Leitungen befinden sich im allgemeinen im Frequenzbereich arbeitende Entzerrer, die von den Verwaltungen in den Ortsämtern installiert worden sind.
Das Entzerren der Gruppenlaufzeit geschieht durch „Auffüllen und Einebnen" des frequenzabhängigen Gruppenlaufzeitverlaufs (Bild 13).
Ein Vermindern der Gruppenlaufzeit ist nicht möglich, da die zum Entzerren benützten Schaltungen nur eine positive Gruppenlaufzeit haben. Zum Erzeugen einer Laufzeit-

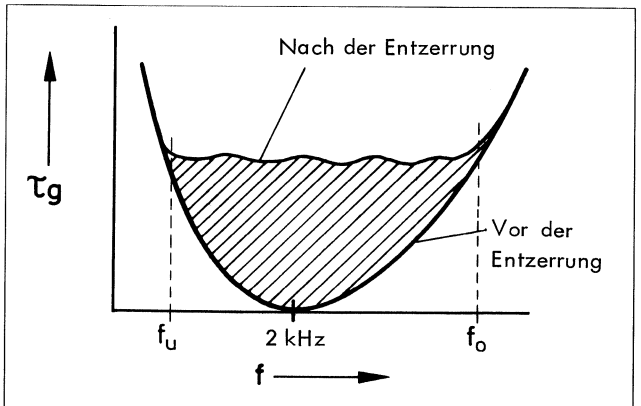


Bild 13 Entzerren des Gruppenlaufzeitverlaufs

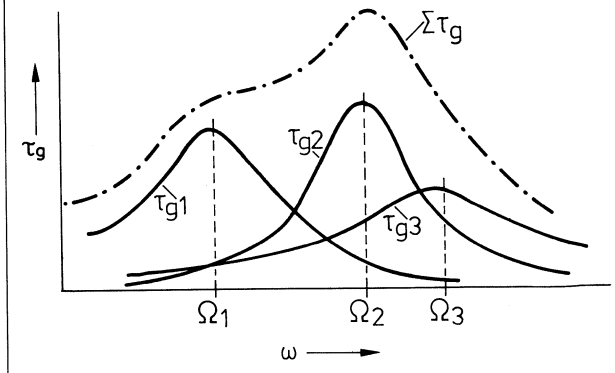


Bild 14 Gruppenlaufzeitverlauf von 3 Allpässen 2. Ordnung

fläche sind Allpässe notwendig: das sind Vierpole, bei denen die Dämpfung konstant bleibt und nur die Phase sich mit der Frequenz ändert. Da es sich um von der Frequenz abhängige Laufzeitflächen handelt, muß jeder der in Kette geschalteten und einstellbaren Allpässe eine bestimmte Teillaufzeitfläche (wie aus Bild 14 ersichtlich) erzeugen, was nur mit Allpässen 2. Ordnung möglich ist.

Das Entzerren des frequenzabhängigen Dämpfungsverlaufs erfolgt mit ähnlichen Einstellelementen, die einen frequenzabhängigen Verstärkungs- oder Dämpfungsverlauf erzeugen. Untere und obere Dämpfungsflanke werden im Entzerrer mit Netzwerken minimaler Phase begradigt.
Als Beispiel für die Eigenschaften eines Entzerrers wird der Dämpfungs- und Gruppenlaufzeit-Entzerrer DLZ-4 von Wandel & Goltermann genannt. Mit seinen verschiedenen Einschüben ist eine individuelle Bestückung mit Teilentzerrern, je nach den Leitungseigenschaften (TF-Übertragungswege, pupinisierte Leitungen) möglich.

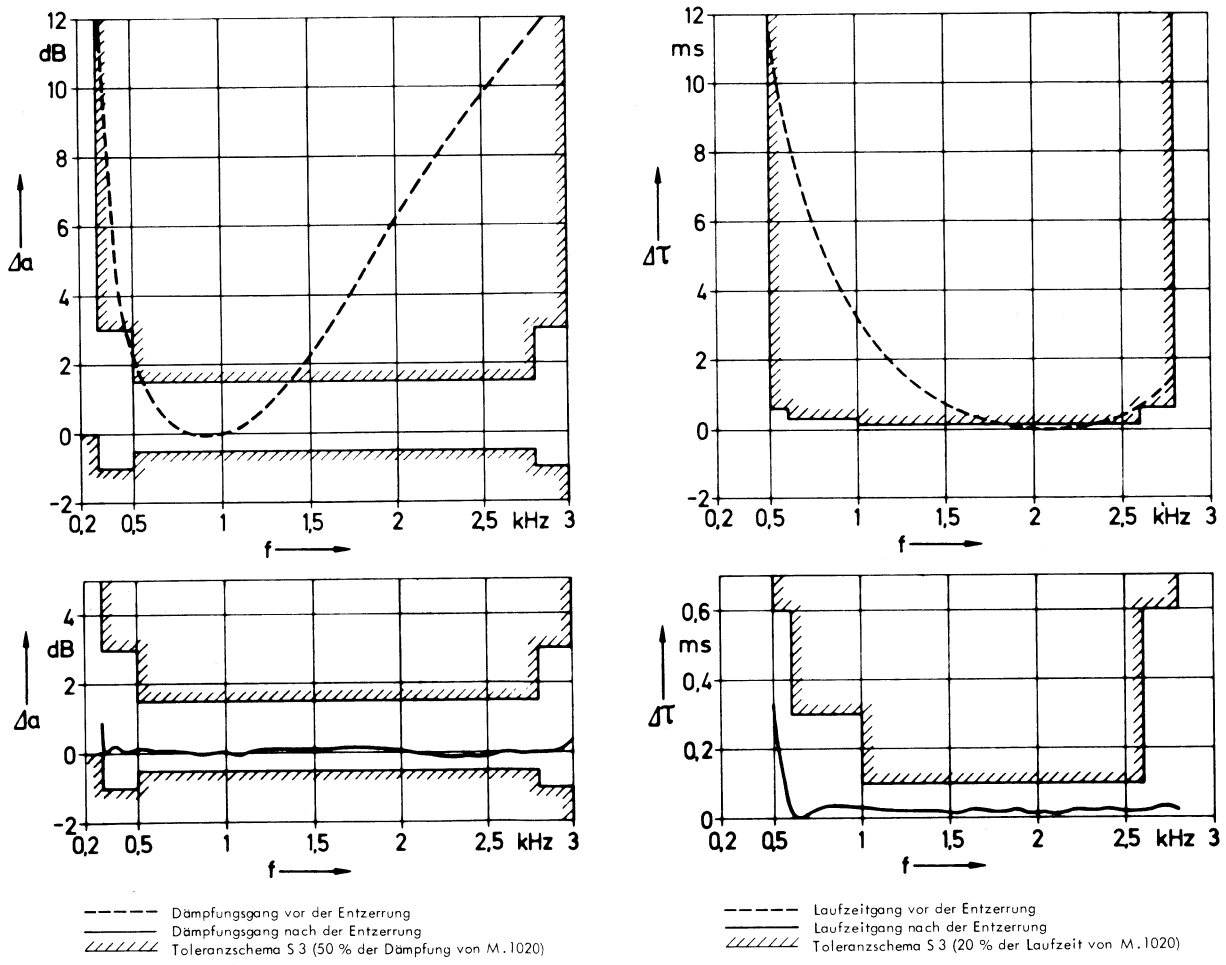


Bild 15 Entzerren eines stark verzerrten Dämpfungs- und Gruppenlaufzeitverlaufes. Für die Toleranzschemen gilt die US-Norm S 3

Da von einem Entzerrer ein schneller, übersichtlicher, optimaler und reproduzierbarer Abgleich verlangt wird, stehen für den DLZ-4 ein Rechnerprogramm und ein Entzerrkatalog zur Verfügung. Das Rechnerprogramm – in der Programmsprache FORTRAN IV – liefert nach Eingabe der gemessenen Gruppenlaufzeit- und Dämpfungsverzerrungen die zum Entzerren notwendigen Einschübe und deren Einstellwerte. Anstelle des Rechnerprogramms ist auch ein Handabgleich nach einem Entzerrkatalog möglich. Mit beiden Abgleichverfahren können stark verzerrte Übertragungswege, die zum Beispiel durch mehr als 10 TF-Abschnitte entstehen, entzerrt werden. Der Entzerrer DLZ-4 bietet Platz für 28 Einschübe: Maximal 4 Fernsprechkanäle können somit nach dem Toleranzschema M.1020 entzerrt werden, wenn jeder Übertragungsweg aus etwa 4 TF-Abschnitten besteht.
Die Leistungsfähigkeit des Entzerrers ist aus dem folgenden Beispiel ersichtlich: Bild 15 zeigt die Entzerrung der Dämpfungs- und Gruppenlaufzeitverläufe eines stark verzerrten Übertragungsweges, der über etwa 10 TF-Abschnitte führt, was bei einer internationalen Verbindung durchaus der Fall sein kann. Das eingezeichnete Toleranzfeld gilt für die US-Norm S 3. Das Ergebnis der Entzerrung zeigt, daß die verbleibenden Restabweichungen wesentlich kleiner als die Toleranzgrenzen sind.

Simulation von Übertragungsverzerrungen

Zur Simulation der frequenzabhängigen Dämpfungs- und Gruppenlaufzeitverzerrungen eines Fernsprechkanals steht mit der Leitungsnachbildung TLN-1 von Wandel & Goltermann ein Gerät zur Verfügung, das vor allem zum Prüfen von Modemgeräten interessant ist. Mit 3 Stufenschaltern lassen sich unabhängig voneinander

- Gruppenlaufzeitverzerrungen von TF-Abschnitten,
- Gruppenlaufzeitverzerrungen von pupinisierten Ortsleitungen,
- Dämpfungsverzerrungen

simulieren. Das Einstellen der Gruppenlaufzeitverzerrung hat praktisch keine Dämpfungsverzerrung zur Folge, was umgekehrt auch gilt.
Reichen 6 TF-Abschnitte bzw. 6 pupinisierte Leitungsabschnitte zur Simulation nicht aus, so können zwei oder mehrere Leitungsnachbildungen TLN-1 in Kette geschaltet werden. Durch die Reihenschaltung lassen sich sehr lange und stark verzerrte internationale Übertragungswege simulieren.
Zum Messen der Übertragungsgüte von Modems mit der Nachbildung TLN-1 kann auch ein Störsignal (z.B. weißes Rauschen) eingespeist werden (Bild 16). Liegt das Störsignal am Eingang der Nachbildung, so wird es mit der eingestellten Übertragungscharakteristik bewertet.
Als Störsignalquelle eignet sich der Rauschgenerator RG-1; zusammen mit dem Universalfilter UF-1 lassen sich besonders schmale Frequenzbänder des Rauschsignals herstellen.

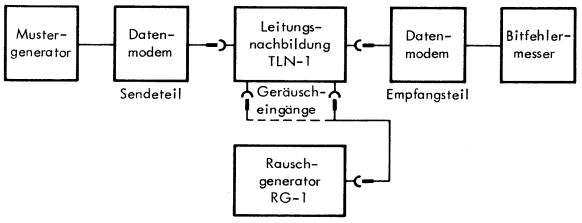
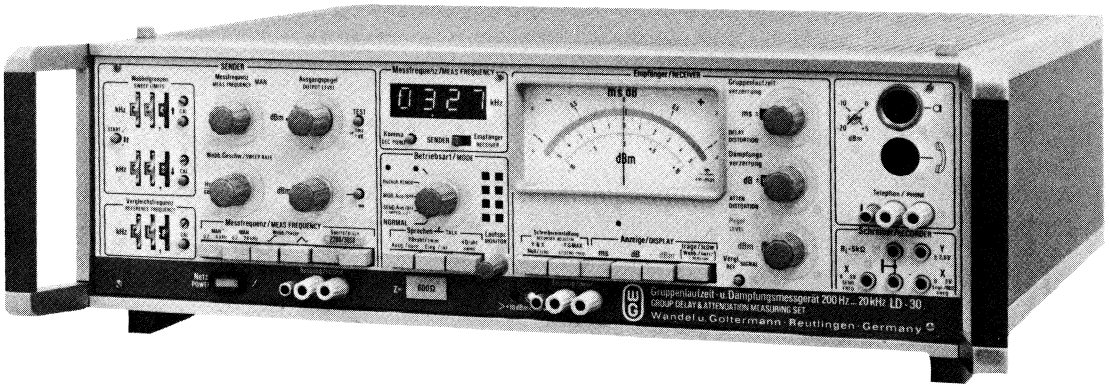


Bild 16 Prüfen eines Datenmodems

LD-30
Gruppenlaufzeit- und Dämpfungsmeßgerät

für den Frequenzbereich 200 Hz bis 20 kHz



- **Entsprechend der CCITT-Empfehlung O.81, Genf 1972**
- **Sender und Empfänger in einem Gehäuse**
- **Großer Sende- und Empfangspegelbereich von −50 bis +10 dBm**
- **Digitale Frequenzanzeige**
- **Einzelfrequenzdurchlauf oder Dauerwobbeln mit digital einstellbaren Wobbelgrenzen**
- **Eingebaute Sprecheinrichtung für Zwei- und Vierdrahtleitungen**
- **Rückübertragung der Meßergebnisse bei Streckenmessung**
- **Sendefrequenz- und -pegeleinstellung über Strecke fernsteuerbar**
- **Tonwahlfrequenz-Sperre auf Wunsch (für max. 2 Sperrfrequenzen)**
- **Verwendung auch als Pegelmeßplatz**

Anwendung und Eigenschaften

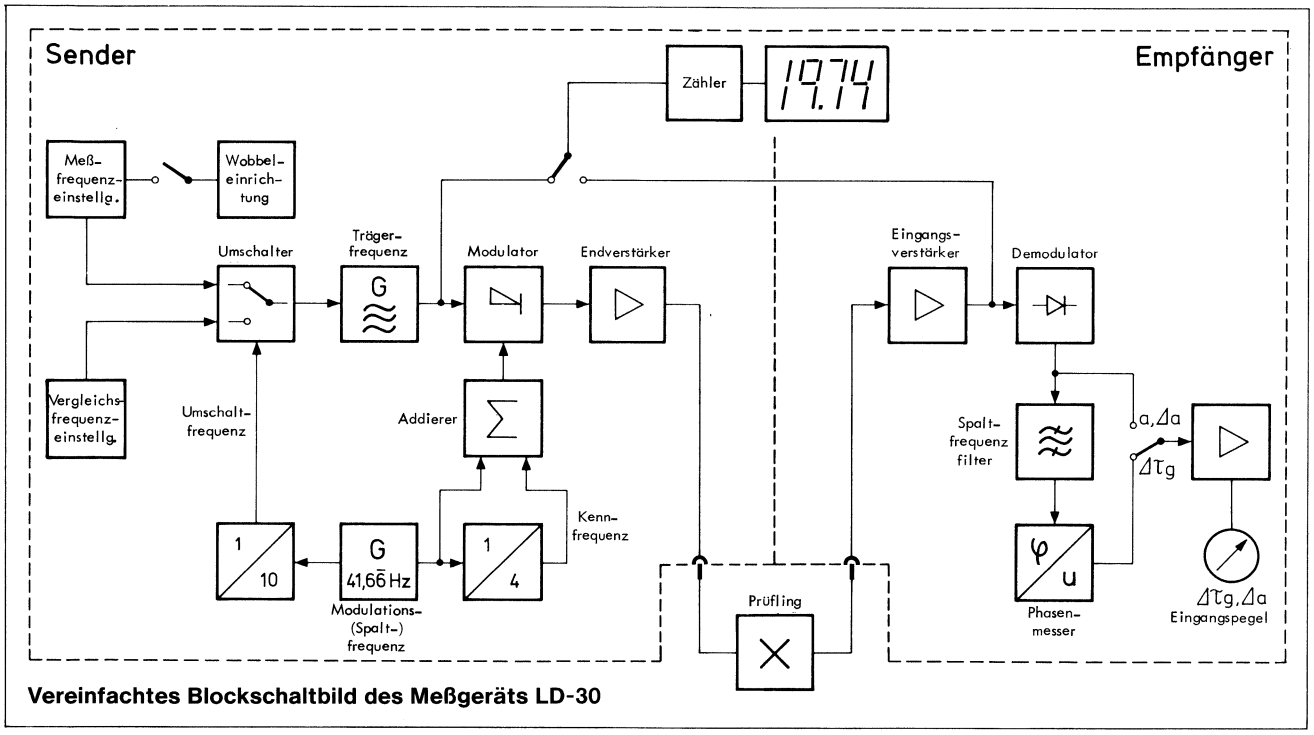
Der Trend bei der Datenübertragung auf Fernsprechleitungen geht zu immer höheren Übertragungsgeschwindigkeiten (gegenwärtig bis zu 9600 bit/s). Um Fehler bei der Übertragung zu vermeiden, müssen die Gruppenlaufzeit- und Dämpfungsverzerrungen im Frequenzbereich 0,3 bis 3,4 kHz gemessen und ihre Frequenzgänge, insbesondere bei fest verdrahteten Leitungen (Mietleitungen), entsprechend der CCITT-Empfehlung M. 102 entzerrt werden. Für die Messung der Verzerrungen eignet sich das Gruppenlaufzeit- und Dämpfungsmeßgerät LD-30, das in allen Punkten die CCITT-Empfehlung O.81 erfüllt und darüber hinaus noch weitere wesentliche Vorteile bietet. Zusammen mit unserem Dämpfungs- und Laufzeitentzerrer DLZ-4 können somit sehr rasch und optimal Leitungsentzerrungen vorgenommen werden.

Das im Meßgerät LD-30 zur Anwendung kommende Trägerumtastverfahren[1]), das sich seit 15 Jahren in unseren Gruppenlaufzeit- und Dämpfungsmeßplätzen bewährt hat und Streckenmessungen besonders erleichtert, ist eine Erweiterung des Nyquist-Verfahrens. Zwei von einem Sender erzeugte, periodisch mit 4,166 Hz umgetastete Trägerfrequenzen werden hierbei mit der Modulations-(Spalt-) Frequenz 41,66 Hz fortlaufend amplitudenmoduliert. Eine der beiden Trägerfrequenzen wird im interessierenden Frequenzbereich verändert (Meßfrequenz), während die andere auf einen beliebigen Wert im Übertragungsbereich

[1]) DBP 1025072 und 1050441

des Prüflings fest abgestimmt ist (Vergleichsfrequenz). Zur Kennzeichnung des Vergleichstakts erfolgt während des letzten Fünftels der Vergleichszeit eine zusätzliche Modulation des Vergleichsträgers mit einer Kennfrequenz von 166,6 Hz. Gelangt das Meßsignal über einen Prüfling mit unterschiedlichen Gruppenlaufzeiten für die beiden Trägerfrequenzen, so weist die Hüllkurve des Signals am Prüflingsausgang eine zeitliche Verschiebung auf, Dämpfungsunterschiede haben einen Sprung in der Trägeramplitude zur Folge. Vom Empfänger am fernen Ende werden diese Zeitverschiebungen bzw. Dämpfungssprünge ausgewertet und angezeigt.

Das Meßgerät LD-30 ist eine Weiterentwicklung unseres Gruppenlaufzeit- und Dämpfungsmeßplatzes LD-3 mit einer noch weitgehenderen Anpassung an die Bedürfnisse der Praxis. So hat sich z.B. gezeigt, daß Sender und Empfänger durchaus nicht als getrennte Geräte ausgeführt sein müssen, da bei Streckenmessungen das Vorhandensein eines Gruppenlaufzeit- und Dämpfungsmeßplatzes am fernen Ende in den meisten Fällen vorausgesetzt werden kann. Aus der Eingehäusebauweise ergeben sich Vorteile wie Einsparung doppelter Baugruppen (z.B. Frequenzanzeige, Netzteil), Wegfall bisher notwendiger Kabelverbindungen durch interne Verschaltung, bessere Schreiber-Eichmöglichkeit, geringeres Gewicht, kleinere Abmessungen und günstigerer Preis.
Das Meßgerät LD 30 zeichnet sich durch seine Servicefreundlichkeit aus. Ein Teil der Baugruppen ist in einem Klappchassis untergebracht, das sich zu Servicezwecken aus dem Gerät herausklappen läßt. Jede Schaltung kann bei vollem Gerätebetrieb getestet werden.
Zur Aufbewahrung von Zubehör und Bedienungsanleitung befindet sich unter dem Gerät ein besonderes Fach.
Alle genannten Vorteile verbunden mit einfacher Bedienbarkeit und guter Handlichkeit machen das Gruppenlaufzeit- und Dämpfungsmeßgerät LD-30 zu einem echten Betriebsmeßgerät.



Vereinfachtes Blockschaltbild des Meßgeräts LD-30

Technische Einzelheiten

Das Meßgerät LD-30 ist in mehrere große Funktionsblöcke unterteilt, die an der Frontplatte durch eine Umrahmung der zu den einzelnen Blöcken gehörenden Bedienelemente leicht zu erkennen sind.
Sender: Der Sendepegel läßt sich im Bereich −45 bis +10 dBm grob in 5-dB-Schritten und mit einem geeichten Potentiometer zwischen −6 und +1 dB zusätzlich fein einstellen.
Die manuelle Einstellung der Meßfrequenz erfolgt mit einem Drehknopf und der Frequenzanzeige in den Bereichen 0,2 bis 4 kHz oder 0,2 bis 20 kHz, wobei die Bereichswahl mit zwei Drucktasten vorzunehmen ist.
Die Vergleichsfrequenz kann in 100-Hz-Schritten im ganzen Frequenzbereich des Meßgeräts eingestellt werden; ein zusätzliches Potentiometer erlaubt eine Feinverstellung innerhalb der 100-Hz-Schritte. Die Messung und Anzeige der eingestellten Vergleichsfrequenz erfolgt bei Betätigung eines Druckknopfes wie bei der Meßfrequenz mit Hilfe des eingebauten Zählers.
Besonders einfach sind Wobbelmessungen durchführbar. Die obere und untere Wobbelgrenze wird in gleicher Weise wie die Vergleichsfrequenz eingestellt. Sie lassen sich mit Hilfe des eingebauten Zählers kontrollieren. Wobbelgeschwindigkeiten sind zwischen 10 und 200 Hz/s wählbar, und zwar für Einzeldurchlauf (⎍) oder Dauerwobbeln (⩘). Die Einstellung der Wobbelbetriebsart erfolgt mit zwei Drucktasten. Die Wobbelrichtung kann während des Durchlaufs umgekehrt werden.

Um das Ansprechen von Tonwahlempfängern zu verhindern, kann auf Wunsch eine Tonwahlfrequenz-Sperre für zwei beliebige Frequenzen eingebaut werden.
Das Ausgangssignal steht symmetrisch und erdfrei an einem Innenwiderstand von normalerweise 600 Ω zur Verfügung. Auf Wunsch kann auf einen zweiten Innenwiderstand (150, 400, 800 oder 900 Ω) umgeschaltet werden. Mit einem Druckknopf läßt sich zu Signalisierungszwecken das Ausgangssignal austasten.

Frequenzanzeige: Sende- und Empfangsfrequenzanzeige erfolgen wahlweise durch Umschaltung an vier 7-Segment-Leuchtziffern.
Mit einer Drucktaste kann von 10-Hz-Auflösung auf 1-Hz-Auflösung umgeschaltet werden. Durch eine auf Wunsch erhältliche Quarzzeitbasis läßt sich die Genauigkeit der Frequenzeinstellung über die CCITT-Empfehlungen hinaus erhöhen.

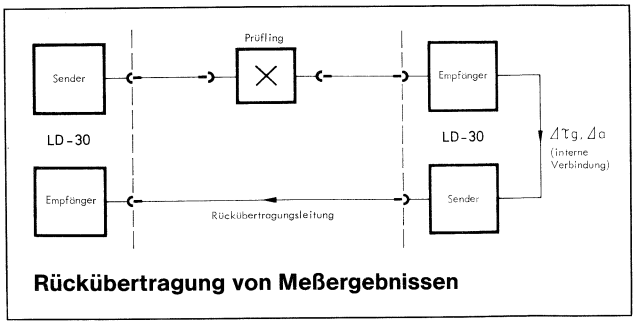
Empfänger: Das vom Prüfling kommende Signal erfaßt der Empfänger im Bereich −50 bis +10 dBm ohne Empfindlichkeitsumschaltung. Eine Über- oder Unterschreitung dieser Werte wird angezeigt. Der Widerstand des symmetrischen und erdfreien Eingangs beträgt normalerweise 600 Ω. Die Wahl eines weiteren Eingangswiderstands (150, 400, 800 oder 900 Ω) ist möglich; Bedingung ist jedoch, daß zusätzlich gewählter Innen- bzw. Eingangswiderstand von Sender und Empfänger gleich sein müssen.
Die Ergebnisse der Gruppenlaufzeit- und Dämpfungsverzerrungsmessung sowie der Eingangspegel des Meß- bzw. Vergleichssignals können über Drucktastenumschaltung nacheinander auf dem Instrument angezeigt werden. Die Bereichswahl erfolgt mit drei getrennten Schaltern für $\Delta\tau_g$, Δa und Pegel. Zur Messung von Gruppenlaufzeitverzerrungen sind 8 Meßbereiche zwischen ± 50 µs und ± 10 ms einschaltbar. Mit der zusätzlich einschaltbaren Meßbereich-Grundverschiebung um +5 ms im Meßbereich ± 10 ms erhöht sich der Wert der maximal meßbaren Gruppenlaufzeitverzerrungen auf +15 ms. Dämpfungsverzerrungen können in 7 Bereichen zwischen ± 0,5 und ± 50 dB erfaßt werden. Bei Eingangspegelmessungen ist der Meßbereichsschalter in 10-dB-Schritten zwischen −40 und 0 dBm veränderbar, so daß sich zusammen mit dem Skalenbereich des Instruments von ± 10 dB ein gesamter Anzeigebereich von −50 bis + 10 dBm ergibt.

Schreiberanschlußfeld: Für Schreiberbetrieb steht an zwei X-Ausgängen eine der Sende- und eine der Empfangsfrequenz proportionale Gleichspannung zur Verfügung; der Y-Ausgang liefert eine der Instrumentenanzeige proportionale Gleichspannung. Die Schreibereinstellung ist besonders einfach, weil durch Tastendruck die dafür benötigten Signale an den Schreiberausgängen bereitgestellt werden: Instrumentenanzeige 0, Frequenz 0 für die Nullpunktseichung und Instrumentenvollausschlag, Frequenz ≙ Sendefrequenzeinstellung für die Empfindlichkeitseichung in in Y- und X-Richtung.

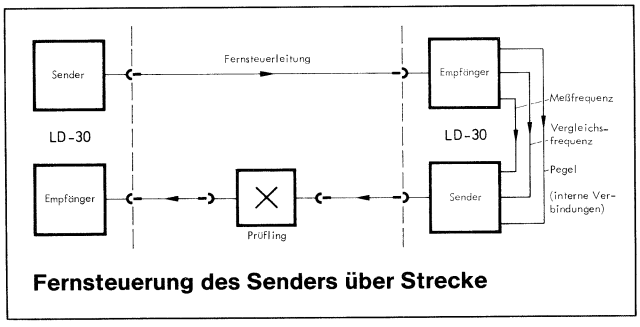
Sprecheinrichtung[1]: Durch eine eingebaute Sprecheinrichtung wird die bei Streckenmessungen erforderliche Verständigung zwischen beiden Meßorten erleichtert. Über ein und dieselbe Leitung – sowohl Zweidraht- als auch Vierdrahtverbindungen – ist die Umschaltung zwischen Meß- und Sprechbetrieb möglich, ein zusätzlicher Sprachkanal wird also nicht beansprucht. Unabhängig von der Art der Verbindung (Zweidraht/Vierdraht) kann zum Sprechen ein Mikrofon zusammen mit dem eingebauten Lautsprecher, ein Handapparat (mit Klinkenstecker) oder ein Telefon (Tischapparat) benutzt werden.

Besondere Eigenschaften des Meßgeräts

Bei Streckenmessungen ist oft die Rückübertragung des Meßergebnisses[2]) vom Empfangs- zum Sendeort wünschenswert. Hierbei wird das im Empfänger am fernen Ende demodulierte Meßsignal intern dem Sender zugeführt und einer konstanten Trägerfrequenz aufmoduliert. Bei konstanter Trägerfrequenz gehen Dämpfung und Laufzeit der Rückübertragungsstrecke nicht in das Meßergebnis ein. Im Empfänger am nahen Ende wird das Meßergebnis angezeigt. Zur Realisierung dieser Betriebsart bedarf es am Meßgerät LD-30 am fernen Ende nur einer Schalterdrehung.
Eine Fernsteuerung des Senders über Strecke[2]) bezüglich der Meß- und Vergleichsfrequenz sowie des Pegels ist ebenfalls möglich. Dabei werden die entsprechenden Informationen dem Empfänger eines Meßgeräts LD-30 am fernen Ende zugeführt, der damit den Sender steuert. Voraussetzung für diese Betriebsart ist, daß das Meßgerät LD-30 am fernen Ende mit insgesamt 3 zusätzlichen Steckkarten ausgerüstet wird (näheres in den technischen Daten).
Das Meßgerät LD-30 ist außerdem als Pegel- oder Wobbelmeßplatz anwendbar. Modulation und Trägerumtastung lassen sich zu diesem Zweck am Sender abschalten. Der Empfänger arbeitet als Breitband-Pegelmesser. Weiterhin erfüllt er die Funktion eines Frequenzzählers. Bei Auflösung des Frequenzmeßergebnisses auf 1 Hz und Ausrüstung des Meßgeräts mit der auf Wunsch erhältlichen Quarzzeitbasis ist der Anzeigefehler ≦ 10^{-5} ± 2 Hz, d.h. es können auch Frequenzversatzmessungen durchgeführt werden.



Rückübertragung von Meßergebnissen



Fernsteuerung des Senders über Strecke

[1]) DBP 2312653; US-PS · 3881153
[2]) DBP 2221256; US-PS · 3899738

Bei ständiger Pegelaustastung, die gleichfalls möglich ist, bleibt der Innen- bzw. Eingangswiderstand von Sender und Empfänger erhalten, so daß die Meßgeräte LD-30 auch als Abschlußwiderstände des Prüflings bei anderen Meßaufgaben verwendet werden können.
Zur Aufrechterhaltung der Amtsschleife bei Messungen in Telefonnetzen übernimmt je eine auf Wunsch lieferbare Halteschaltung für den Sender und den Empfänger den Haltestrom.

Eine Testschaltung erlaubt eine Überprüfung des Meßgeräts auf seine Funktionen. Beim Drücken der Testtaste am Sender stellt sich bei direkter Verbindung am Empfänger ein Meßergebnis von ca. +1 ms bzw. ca. 1 dB ein. Bei einer Verbindung über den Prüfling addieren sich diese Werte zum eigentlichen Meßergebnis.
Das Meßgerät LD-30 ist mit unseren Gruppenlaufzeit- und Dämpfungsmeßplätzen LD-2 (bis 20 kHz) und LD-3 voll kompatibel.

Technische Daten des Gruppenlaufzeit- und Dämpfungsmeßgeräts LD-30

Nenngebrauchsbedingungen

Die Nenngebrauchsbedingungen beschreiben diejenigen Betriebsbedingungen (in beliebiger Kombination), für die die angegebenen Fehlergrenzen gelten.
Einschränkungen gegenüber den Nenngebrauchsbedingungen sind besonders vermerkt.

Netzspannung	110 / 117 / 128 / 220 / 227 / 238 V – 15% bis + 10%
Netzfrequenz	45 bis 66 Hz
Umgebungstemperatur	+ 5 bis + 50° C
Anwärmzeit	10 min
Sender	
Trägerschwingung Meßfrequenz MF und Vergleichsfrequenz VF	200 Hz bis 20 kHz
Ausgangspegel	– 50 bis + 11 dBm
Abschlußwiderstand symmetrisch, erdfrei	600 Ω
Empfänger	
Trägerschwingung Meßfrequenz MF Vergleichsfrequenz VF	200 Hz bis 20 kHz 400 Hz bis 20 kHz
Eingangspegel der Trägerschwingung bei der Meß- u. der Vergleichsfrequenz	– 40 bis + 10 dBm
Innenwiderstand der Quelle	600 Ω
Pegeldifferenz der Trägerschwingung bei Vergleichs- und Meßfrequenz	Für Gruppenlaufzeitverzerrungsmessung: – 30 bis + 30 dB Für Dämpfungsverzerrungs- und Pegelmessung: –50 bis + 50 dB
Gruppenlaufzeitdifferenz zwischen Meß- und Vergleichsfrequenz	– 10 bis + 15 ms

Gesamtgerät

Frequenzbereich . . . . . 200 Hz bis 20 kHz

Pegelbereich . . . . . – 50 bis + 10 dBm

Meßbare Gruppenlaufzeitverzerrungen . . . . . ± 10 µs bis + 15 / – 10 ms

Meßbare Dämpfungsverzerrungen . . . . . ± 0,05 dB bis ± 50 dB

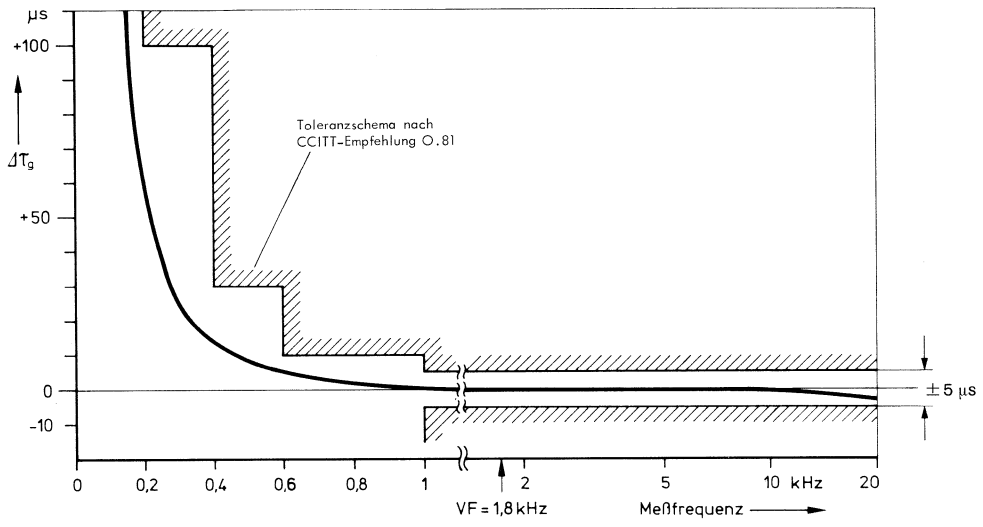
Fehlergrenzen bei Gruppenlaufzeitverzerrungsmessungen

Fehlergrenzen der Anzeige
im Temperaturbereich +15 bis +35° C . . . . . ± 2% v. Meßber.-Endwert
bei Nenngebrauchsbedingungen . . . . . ± 4% v. Meßber.-Endwert

Zusatzfehler bei gleichzeitig vorhandener Dämpfungsverzerrung
bis ± 10 dB . . . . . ± 3 µs
bis ± 20 dB . . . . . ± 5 µs
bis ± 30 dB . . . . . ± 10 µs

Der Nullpunkt- und Frequenzgangfehler (bei vernachlässigbarer Dämpfungsverzerrung) ist dem Toleranzschema des folgenden Bildes zu entnehmen.
Dieser Fehler kann bei Kurzschlußverbindung von Sender und Empfänger ermittelt und ggf. zur Meßergebniskorrektur herangezogen werden.

Die folgende Kurve zeigt den mittleren Verlauf für eine größere Anzahl von Meßgeräten.



Fehlergrenzen bei Dämpfungsverzerrungsmessungen

Fehlergrenzen der Anzeige . . . . . ± 3% v. Meßber.-Endwert ± 0,05 dB
Frequenzgang . . . . . ± 0,15 dB

Dieser Fehler kann bei Kurzschlußverbindung von Sender und Empfänger im Pegelbereich −40 bis +10 dBm ermittelt und ggf. zu Meßergebniskorrektur herangezogen werden.

Meßergebnis-Rückübertragung

Ohne zusätzliche Einrichtungen mit einem zweiten Meßgerät LD-30 möglich.
Fehlergrenzen der rückübertragenen Ergebnisse von Gruppenlaufzeit- und Dämpfungsverzerrungen gleich denen des messenden Empfängers
bei Dämpfungsverzerrungsmessungen zuzüglich . . ± 3 % vom Meßbereich ± 0,05 dB

Sender

Das Sendesignal entspricht im Aufbau und in seiner Genauigkeit der CCITT-Empfehlung O.81, Genf 1972.

Meßfrequenz

stetig einstellbar im Bereich . . . . . 0,2 bis 4 kHz
im Bereich . . . . . 0,2 bis 20 kHz

Vergleichsfrequenz

dekadisch einstellbar in 0,1-kHz-Schritten im Bereich . . . . . 0,4 bis 20 kHz
zusätzlich stetig verstellbar jeweils um . . . . . ± 0,15 kHz

Fehlergrenzen der Einstellung bzw. Anzeige von Meß- oder Vergleichsfrequenz
im Temperaturbereich + 15 bis + 35° C . . . . . ± 0,5% ± 1 digit
bei Nenngebrauchsbedingungen . . . . . ± 1% ± 1 digit
mit eingesetzter Quarzzeitbasis (BN 691/13) . . . . . ± 0,001% ± 1 digit
(1 digit ≙ 10 Hz bzw. 1 Hz bei gedrückter Kommataste)

Wobbelbetrieb d. Meßfrequenz Die obere und untere Wobbelgrenze sind einstellbar wie die Vergleichsfrequenz.
Wobbelgeschwindigkeit für
Frequenzablauf „⌐¯“ oder „∧“ . . . . . 10, 20, 50, 100, 200 Hz/s ± 15%

Modulationsfrequenz
. . . . . 41,66 Hz
Fehlergrenzen der Modulationsfrequenz
im Temperaturbereich + 15 bis + 35° C . . . . . ± 0,5%
bei Nenngebrauchsbedingungen . . . . . ± 1%
Modulationsgrad . . . . . 0,4 ± 0,02

Umschaltfrequenz (1/10 x Modulationsfrequenz) . . . . . 4,166 Hz

Sendepegel
der unmodulierten Trägerschwingung
Einstellbereich . . . . . – 51 bis + 11 dBm
stufig in 5-dB-Schritten . . . . . – 45, – 40, ..., + 10 dBm
stetig mit geeichtem „Pegel fein“-Potentiometer . . . . . – 6 bis + 1 dB

Fehlergrenzen des Sendepegels
Im Temperaturbereich +15 bis +35° C
am Frequ. Punkt 1,8 kHz (CCITT-Empf. O.81) . . . . . ± 0,25 dB
für beliebige Frequenzen . . . . . ± 0,3 dB

Bei Nenngebrauchsbedingungen
am Frequ. Punkt 1,8 kHz (CCITT-Empf. O.81) . . . . . ± 0,3 dB
für beliebige Frequenzen . . . . . ± 0,35 dB

Störschwingungen
Oberschwingungsgehalt der Trägerschwingung
Klirrdämpfungsmaß . . . . . ≧ 46 dB

Dämpfungsmaß der zur Trägerschwingung nicht harmonischen Anteile . . . . . ≧ 60 dB

Gruppenlaufzeitverzerrung des Sendepegels . . . . . entspricht der CCITT-Empf. O.81

Ausgang
für das Sendesignal . . . . . symmetrisch, erdfrei
Höchste zulässige Gleichspannung gegen Erde (Gehäuse) . . . . . 100 V
Innenwiderstand, Nennwert . . . . . 600 Ω
(auf Wunsch: umschaltbar auf einen der Innenwiderstände 150, 400, 800 oder 900 Ω)
Reflexionsdämpfungsmaß . . . . . ≧ 40 dB
Betriebs-Unsymmetriedämpfungsmaß . . . . . ≧ 46 dB

Empfänger

Eingang
. . . . . symmetrisch, erdfrei
Höchste zulässige Gleichspannung gegen Erde (Gehäuse) . . . . . 100 V
Eingangswiderstand, Nennwert . . . . . 600 Ω
(auf Wunsch: umschaltbar auf einen der Eingangswiderstände 150, 400, 800 oder 900 Ω)
Reflexionsdämpfungsmaß . . . . . ≧ 40 dB
Betriebs-Unsymmetriedämpfungsmaß . . . . . ≧ 46 dB

Pegelmessung
der Meßträgerschwingung (umschaltbar auf Vergleichsträgerschwingung)
Anzeigebereich . . . . . – 50 bis + 10 dBm
umschaltbar in 10-dB-Schritten . . . . . – 40, – 30, . . ., 0 dBm
Meßbereich des Instruments . . . . . – 10 bis + 10 dB

Fehlergrenzen des Empfangspegels (nach 1 h Anwärmzeit)
Im Temperaturbereich +15 bis +35° C
und Pegelbereich –20 bis +10 dBm
am Frequ. Punkt 1,8 kHz (CCITT-Empf. O.81) . . . . . ± 0,25 dB
für beliebige Frequenzen . . . . . ± 0,35 dB

Bei Nenngebrauchsbedingungen
am Frequ. Punkt 1,8 kHz (CCITT-Empf. O.81) . . . . . ± 1 dB
für beliebige Frequenzen . . . . . ± 1,1 dB

Frequenzmessung

der Meßträgerschwingung (umschaltbar auf Vergleichsträgerschwingung)
Meßbereich . . . . . 200 Hz bis 20 kHz

Fehlergrenzen der Frequenzmessung
im Temperaturbereich +15 bis +35° C . . . . . ± 0,5 % ± 1 Hz ± 1 digit
bei Nenngebrauchsbedingungen . . . . . ± 1 % ± 1 Hz ± 1 digit
mit eingesetzter Quarzzeitbasis (BN 691/13) . . . . . ± 0,001 % ± 1 Hz ± 1 digit
(1 digit ≙ 10 Hz bzw. 1 Hz bei gedrückter Kommataste)

Gruppenlaufzeit-verzerrungsmessung

Meßbereiche . . . . . ± 50 µs; +100 µs; ± 200 µs; . . . ; ± 10 ms
zusätzlich . . . . . −5 bis +15 ms
Fehlergrenzen der Anzeige . . . . . siehe Abschnitt Gesamtmeßgerät

Meßfrequenzabhängiger Fehleranteil am Gesamtfehler der Gruppenlaufzeitverzerrungsmessung, hervorgerufen durch den Empfänger . . . entspricht der CCITT-Empf. O.81

Störsicherheit der Anzeige
Effektivwert der Anzeigeschwankung bei Störung durch weißes Rauschen mit 4 kHz Bandbreite und 26 dB Abstand zum Pegel der Trägerschwingung (MF und VF)
Anzeige »flink« . . . . . ≦ 60 µs
Anzeige »träge« . . . . . ≦ 20 µs

Scheitelwert der Anzeigeschwankung bei träger Anzeige bei Störung durch Sinusschwingungen mit 26 dB Abstand zum Pegel der Trägerschwingung (MF und VF) und einem Abstand zur Meß- oder Vergleichsfrequenz
von ± 150 Hz . . . . . ≦ 20 µs
von ± 200 Hz . . . . . ≦ 2 µs

Dämpfungsverzerrungs-messung

Meßbereiche . . . . . ± 0,5; ± 1; ± 2; . . . ; ± 50 dB
Fehlergrenzen der Anzeige . . . . . siehe Abschnitt Gesamtmeßgerät

---

Gleichspannungsausgänge für XY-Schreiber

X-Ausgänge
für eine der sendeseitigen und empfangsseitigen Meßfrequenz proportionale Spannung
0 bis 20 kHz entsprechen . . . . . 0 bis +5 V
Innenwiderstand . . . . . 5 kΩ

Y-Ausgang
für eine dem Meßergebnis proportionale Spannung
Ausgangsspannung bei Plus-Minus-Vollausschlag des Instruments . . . . . ± 2,5 V
Innenwiderstand . . . . . 5 kΩ

Sprecheinrichtung

Umschaltmöglichkeit zwischen Meß- und Sprechbetrieb.
Sprechbetrieb an Zwei- oder Vierdrahtverbindungen.
Beim Umschalten zwischen „Messen" und „Sprechen" wird die Amtsschleife nicht unterbrochen.
Unabhängig von der Art der Verbindung (2- oder 4-Draht) kann zum Sprechen benutzt werden:
- Mikrofon und eingebauter Lautsprecher
- Handapparat (mit Klinkenstecker)
- Telefon (Tischapparat)

Sprechpegel und Lautstärke des eingebauten Lautsprechers sind regelbar.

Allgemeine Daten

Umgebungstemperatur
Lager und Transport . . . . . −40 bis +70° C
Nenngebrauchsbereich (≙ Grenzbetriebsbereich) . . . . . +5 bis +50° C

Netzanschluß
Einstellung am Netzspannungswähler . . . . . 110/117/127/220/227/235 V
Netzfrequenz . . . . . 45 bis 66 Hz

Leistungsaufnahme . . . . . 70 VA

Abmessungen	Tischgerät		19"-Einschub (DIN 41 494)	
	Breite mit Griffen	478 mm	Einschubbreite	443 mm
	Höhe über alles	155 mm	Einschubhöhe	131 mm
	Tiefe mit Griffen	407 mm	Einbautiefe	353 mm

Gewicht (ohne Zusatzeinrichtungen) . . . . . ca. 14,5 kg
FTZ-K-Nummer 272 775 804

Meßzubehör

Fernsteuerung

des Senders durch den Empfänger

Meßfrequenzfernsteuerung
Meßfrequenz des Senders . . . . . MF des empfangenen Signals ± 2 Hz
Vergleichsfrequenzfernsteuerung
Vergleichsfrequenz des Senders . . . . VF des empfangenen Signals ± 5% ± 20 Hz
Pegelfernsteuerung
Ausgangspegel des Senders . . Pegel der Vergleichsträgerschwingung am Empfänger im Bereich −30 bis +1 dBm + Sendepegeleinstellung ± 0,8 dB

Zur Fernsteuerung benötigte Zusatzkarten:
Meßfrequenzfernsteuerung, Vergleichsfrequenzdiskriminator, Speicher für Pegelfernsteuerung

Tonwahlfrequenz-Sperre

Zahl der Sperrfrequenzen . . . . . max. 2
Sperrfrequenzen, beliebig ausrüstbar im Bereich . . . . . 1,6 bis 20 kHz
Sperrbereich, bezogen auf die jeweilige Sperrfrequenz . . . . . ± 150 Hz

Die Tonwahlfrequenz-Sperre ist als Zusatzkarte für den Sender ausgeführt.

Gleichstrom-Halteschaltung

Maximal zulässiger Haltestrom . . . . . 100 mA
Spannungsabfall an der Halteschaltung bei Maximalstrom . . . . . 13,5 V
Dynamischer Innenwiderstand . . . . . ca. 60 kΩ
Unsymmetriedämpfungsmaß . . . . . ca. 50 dB

Die Gleichstrom-Halteschaltung ist als Zusatzkarte sowohl für den Sender als auch den Empfänger erforderlich.

Quarzzeitbasis

Fehlergrenzen der Quarzzeitbasis . . . . . ± 0,001%
Die Quarzzeitbasis besteht aus den beiden Zusatzkarten »1-MHz-Oszillator« und »Frequenzteiler«.

Tiefpaß

Der Tiefpaß dient zur Reduzierung von Störinterferenzen und zur Unterdrückung von 16-kHz-Zählimpulsen.
Gruppenlaufzeitverzerrung bis 4 kHz . . . . . ≦ 10 µs
Dämpfungsverzerrung bis 4 kHz . . . . . ≦ 0,1 dB

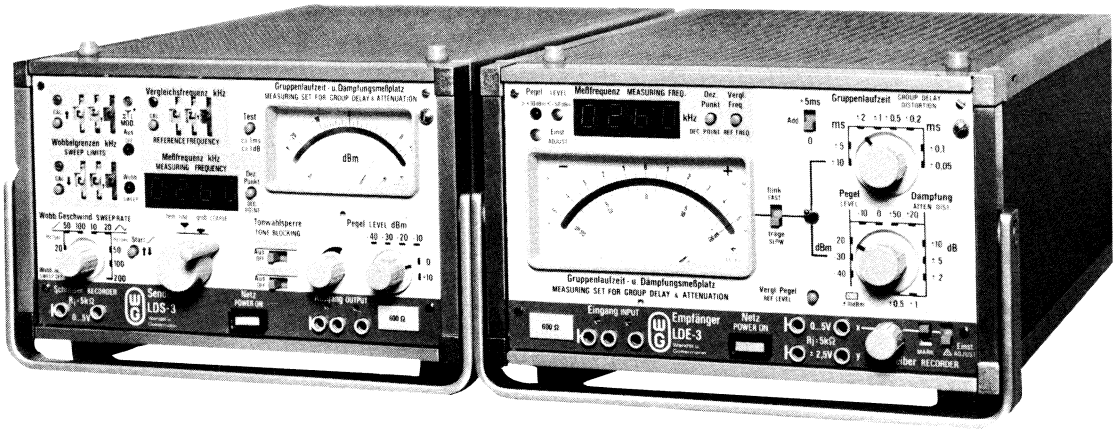
Bestellangaben

Bei der Bestellung den neben 600 Ω gewünschten Innen- bzw. Eingangswiderstand angeben (gegen Aufpreis).

Gruppenlaufzeit- und Dämpfungsmeßgerät LD-30	BN 691
Gruppenlaufzeit- und Dämpfungsmeßgerät LD-30 (Sendepegel max. +1 dBm, Innenwiderstand für Sender und Empfänger nur 600 Ω)	**BN 691/3**
Zubehör (gegen Aufpreis lieferbar)	
Fernsteuerung	BN 691/11
Tonwahlfrequenz-Sperre (bei Bestellung max. 2 Frequenzen angeben)	BN 691/12
Quarzzeitbasis	BN 691/13
Gleichstrom-Halteschaltung (2 Stück pro Gerät)	BN 691/14
Tiefpaß	BN 691/15
Mikrofon und Kabel	MD 430/2 + K 194
Transportschutzdeckel	DE 2

LD-3
Gruppenlaufzeit- und Dämpfungsmeßplatz

für den Frequenzbereich 200 Hz bis 20 kHz



- **Entsprechend der CCITT-Empfehlung O.81, Genf 1972**
- **Großer Sende- und Empfangspegelbereich von – 50 bis +10 dBm**
- **Digitale Frequenzanzeige bei Sender und Empfänger**
- **Digital einstellbare Wobbelgrenzen**
- **Wobbelvorgang einzeln auslösbar oder periodisch**
- **Rückübertragung der Meßergebnisse bei Streckenmessung möglich**
- **Frequenz- und Pegeleinstellung des Senders über Strecke fernsteuerbar**
- **Tonwahlfrequenz-Sperre auf Wunsch (für max. 2 Sperrfrequenzen)**
- **Sender und Empfänger auch als Pegelmeßplatz verwendbar**
- **Kleine Abmessungen – leicht transportierbar**

Anwendungen und technische Einzelheiten

Um bei der Datenübertragung auf Fernsprechleitungen zu hohen Übertragungsgeschwindigkeiten zu gelangen, müssen die frequenzabhängigen Änderungen der Gruppenlaufzeit und Dämpfung im betrachteten Frequenzbereich bekannt sein und ihr Frequenzgang, insbesondere bei Mietleitungen, entsprechend der CCITT-Empfehlung M. 102 geebnet werden. Mit dem Meßplatz LD-3, bestehend aus dem Sender LDS-3 und dem Empfänger LDE-3, können diese Gruppenlaufzeit- und Dämpfungsmessungen im Frequenzbereich von 200 Hz bis 20 kHz durchgeführt werden. Er erfüllt in allen Punkten die CCITT-Empfehlung O.81 und bietet darüber hinaus noch wesentliche Vorteile. Zusammen mit unserem Dämpfungs- und Laufzeitentzerrer DLZ-4 (siehe Blatt DLZ-4) können sehr rasch und optimal Leitungsentzerrungen vorgenommen werden.

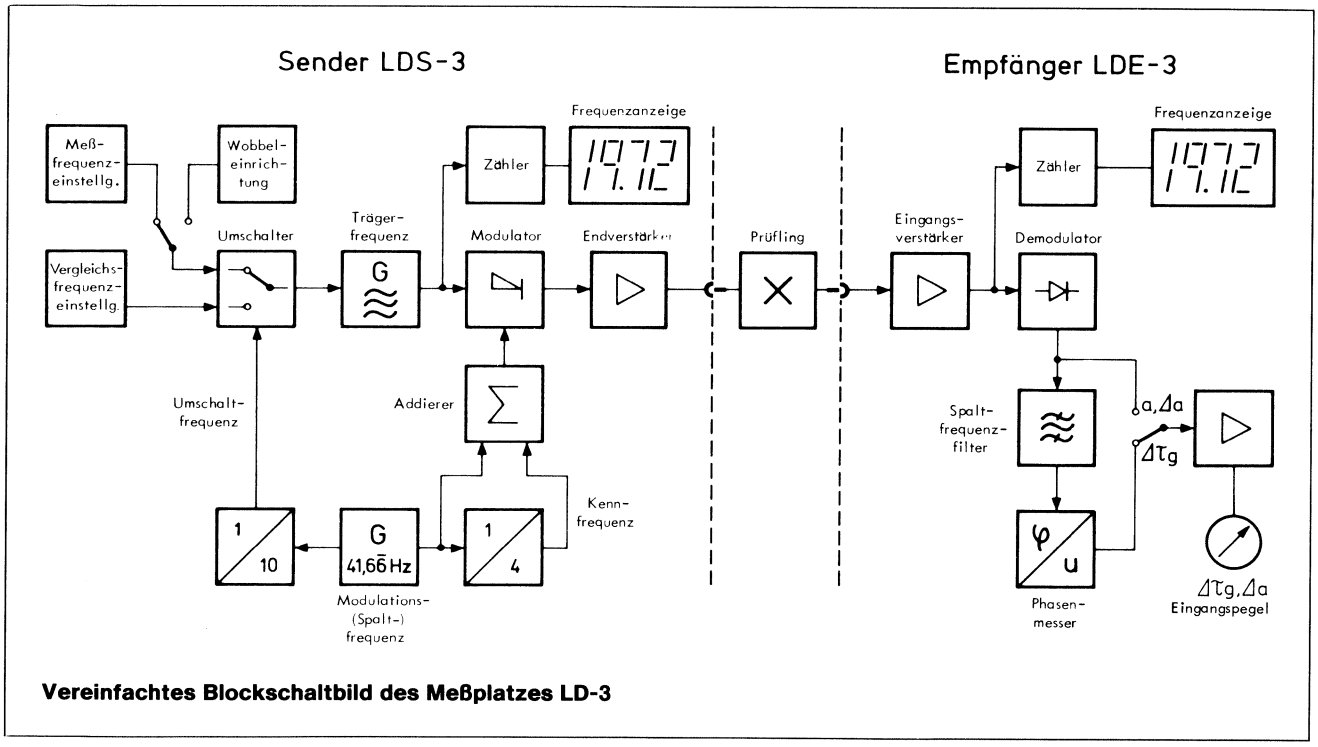
Das im Meßplatz LD-3 zur Anwendung kommende Trägerumtastverfahren[1]), das sich seit 15 Jahren in unseren Meßplätzen LD-1 und LD-2 bewährt hat, ist eine Erweiterung des Nyquist-Verfahrens. Zwei von einem Sender erzeugte, periodisch mit 4,166 Hz umgetastete Trägerfrequenzen werden hierbei mit der Modulations-(Spalt-)Frequenz 41,66 Hz fortlaufend amplitudenmoduliert. Eine der beiden Trägerfrequenzen wird im interessierenden Frequenzbereich verändert (Meßfrequenz), während die andere auf einen beliebigen Wert im Übertragungsbereich des Prüflings fest abgestimmt ist (Vergleichsfrequenz). Zur Kennzeichnung des

1) DBP 1025072 und 1050441

Vergleichstakts erfolgt während des letzten Fünftels der Vergleichszeit eine zusätzliche Modulation des Vergleichsträgers mit einer Kennfrequenz von 166,6 Hz. Gelangt das Meßsignal über einen Prüfling mit unterschiedlichen Gruppenlaufzeiten für die beiden Trägerfrequenzen, so weist die Hüllkurve des Signals am Prüflingsausgang einen Phasensprung auf, Dämpfungsunterschiede haben einen Sprung in der Trägeramplitude zur Folge. Vom Empfänger werden diese Phasen- bzw. Dämpfungssprünge ausgewertet und angezeigt.

Sender LDS-3

Der Sendepegel läßt sich im Bereich −50 bis +10 dBm grob in 10-dB-Schritten und zusätzlich fein einstellen. Der Skalenumfang des Anzeigeinstruments beträgt ca. 20 dB. Die gewünschte Meßfrequenz wird an einem Drehknopf mit Grob- und Feinantrieb gewählt, wobei die Anzeige mittels Frequenzzähler über vier 7-Segment-Leuchtziffern erfolgt. Mit einer Drucktaste kann die 10-Hz-Auflösung auf 1-Hz-Auflösung umgeschaltet werden. Durch eine auf Wunsch erhältliche Quarzzeitbasis läßt sich die Genauigkeit der Frequenzeinstellung über die CCITT-Empfehlungen hinaus erhöhen (Fehler $\leqq 1 \cdot 10^{-5}$).
Die Vergleichsfrequenz kann in 100-Hz-Schritten im ganzen Frequenzbereich des Meßplatzes eingestellt werden, darüber hinaus ist eine Feinverstellung innerhalb der 100-Hz-Schritte möglich. Die Messung und Anzeige der eingestellten Vergleichsfrequenz erfolgt bei Betätigung eines Druckknopfes wie bei der Meßfrequenz.
Besonders einfach sind Wobbelmessungen durchführbar. Die obere und untere Wobbelgrenze wird in gleicher Weise wie die Vergleichsfrequenz eingestellt. Die Wobbelgrenzen lassen sich mit Hilfe des eingebauten Zählers kontrollieren. Die Wobbelgeschwindigkeit ist zwischen 10 und 200 Hz/s wählbar, und zwar für Einzeldurchlauf oder Dauerwobbeln. Die Wobbelrichtung kann während des Durchlaufs umgekehrt werden.
Zur Verhinderung des Ansprechens von Tonwahlfrequenzempfängern können auf Wunsch Tonwahlfrequenz-Sperren für zwei beliebige Frequenzen eingebaut werden.
Das Ausgangssignal steht symmetrisch und erdfrei an einem Innenwiderstand von normalerweise 600 Ω, oder auf Wunsch an einem zusätzlichen Wert (von 150 Ω, 400 Ω, 800 Ω oder 900 Ω) zur Verfügung.



Vereinfachtes Blockschaltbild des Meßplatzes LD-3

Empfänger LDE-3

Die Bedienung des Empfängers ist durch den großen Eingangspegelbereich von −50 bis +10 dBm, der ohne Umschaltung erfaßt wird, besonders einfach und sicher. Eine Unter- oder Überschreitung dieser Werte wird angezeigt. Der Widerstand des symmetrisch und erdfreien Eingangs beträgt normalerweise 600 Ω, ein zusätzlicher Wert (von 150 Ω, 400 Ω, 800 Ω oder 900 Ω) auf Wunsch.

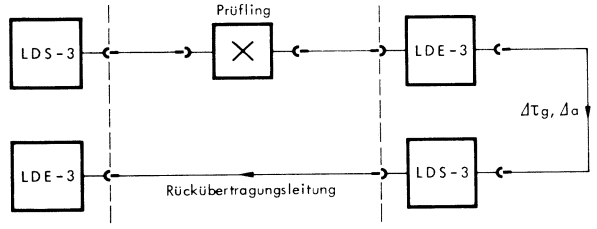
Die Frequenzanzeige erfolgt wie beim Sender digital, wobei ebenfalls durch Knopfdruck von Meß- auf Vergleichsfrequenzanzeige umgeschaltet werden kann.
Das Instrument des Empfängers zeigt wahlweise den Eingangspegel des Meß- bzw. Vergleichssignals oder Gruppenlaufzeit- bzw. Dämpfungsverzerrungen an. Zur Messung von Gruppenlaufzeitverzerrungen sind 8 Meßbereiche zwischen

±50 µs und ±10 ms einschaltbar. Mit der zusätzlich einschaltbaren Meßbereich-Grundverschiebung um +5 ms erhöht sich der Wert der maximal meßbaren Gruppenlaufzeitverzerrungen auf + 15 ms. Dämpfungsverzerrungen können in 7 Bereichen zwischen ± 0,5 und ± 50 dB erfaßt werden. Bei Eingangspegelmessungen ist der Meßbereichsschalter in 10-dB-Schritten zwischen −40 und 0 dBm veränderbar, so daß sich zusammen mit dem Skalenbereich des Instruments von ± 10 dB ein gesamter Anzeigebereich von −50 bis +10 dBm ergibt.
Für den Schreiberbetrieb steht am X-Ausgang eine der Meßfrequenz proportionale Gleichspannung zur Verfügung; eine genaue Justierung der X-Achse des Schreibers ist mittels eines in der Frequenz veränderbaren Generators und des eingebauten Frequenzzählers leicht möglich. Am Y-Ausgang ist eine der jeweiligen Instrumentenanzeige proportionale Gleichspannung vorhanden.

Eine Testschaltung erlaubt eine Überprüfung des Meßplatzes auf seine Funktionen. Beim Drücken der Testtaste am Sender stellt sich bei direkter Verbindung am Empfänger ein Meßergebnis von ca. +1 ms bzw. ca. 1dB ein. Bei einer Verbindung über den Prüfling addieren sich diese Werte zum eigentlichen Meßergebnis.

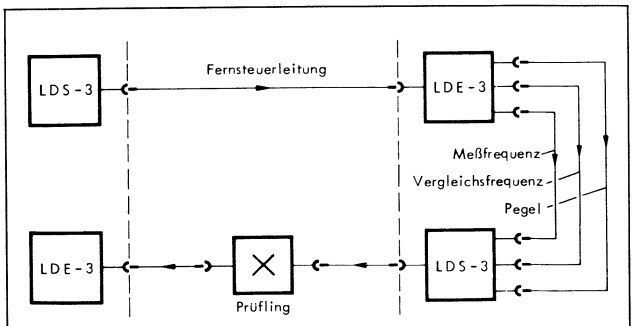
Besondere Eigenschaften des Meßplatzes

Bei Streckenmessungen ist oft die Rückübertragung des Meßergebnisses[1]) vom Empfangs- zum Sendeort wünschenswert. Dies ist mit Hilfe von zwei Meßplätzen möglich. Hierbei wird das im Empfänger demodulierte Meßsignal dem Sender LDS-3 zugeführt und dort einer konstanten Trägerfrequenz aufmoduliert. Bei konstanter Trägerfrequenz gehen Dämpfung und Laufzeit der Rückübertragungsstrecke nicht in das Meßergebnis ein. Im Empfänger am Sendeort wird das Meßergebnis angezeigt.



Rückübertragung von Meßergebnissen

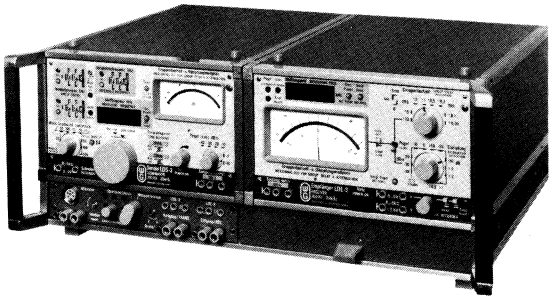
Eine Fernsteuerung des Senders über Strecke[2]) bezüglich der Meß- und Vergleichsfrequenz sowie des Pegels ist ebenfalls möglich. Dabei werden über einen zweiten Kanal die entsprechenden Informationen einem Empfänger LDE-3 am fernen Ort zugeführt, der einen dort befindlichen Sender LDS-3 steuert. Voraussetzung für diese Betriebsart ist, daß Empfänger und Sender am fernen Ort mit insgesamt 3 zusätzlichen Steckkarten ausgerüstet werden (näheres in den technischen Daten).



Fernsteuerung des Senders über Strecke

1) und 2) DBP 222 1256; US-PS · 3899738
3) DBP 231 2653; US-PS · 3881153

Der Meßplatz LD-3 ist außerdem als Pegel- oder Wobbelmeßplatz anwendbar. Modulation und Trägerumtastung lassen sich zu diesem Zweck am Sender abschalten. Der Empfänger arbeitet als Breitband-Pegelmesser. Weiterhin erfüllt er die Funktion eines Frequenzzählers. Bei Auflösung des Frequenzmeßergebnisses auf 1 Hz und Ausrüstung des Empfängers mit der auf Wunsch erhältlichen Quarzzeitbasis ist der Anzeigefehler $\leqq 10^{-5} \pm 2$ Hz.
Zur Aufrechterhaltung der Amtsschleife bei Messungen in Telefonnetzen übernimmt je eine auf Wunsch lieferbare Halteschaltung für den Sender und den Empfänger den Haltestrom.
Zur Herstellung einer Sprechverbindung bei Streckenmessungen dient ein zusätzlich lieferbarer Sprechzusatz[3]) LDZ-3. Über ein und dieselbe Leitung – und zwar bei Zwei- oder Vierdrahtverbindungen – ist die Umschaltung zwischen Meß- und Sprechbetrieb möglich, ein zusätzlicher Sprechkanal wird also nicht beansprucht.
Sender, Empfänger und Sprechzusatz sind miteinander zu einem einzigen Gerät kombiniert, und in jedem der beiden Meßorte ist eine derartige Gerätekombination aufzustellen.



Meßplatz LD-3 mit Sprechzusatz LDZ-3

Der Sender LDS-3 und der Empfänger LDE-3 sind mit dem Meßplatz LD-30 und im Bereich bis 20 kHz mit den Geräten des Gruppenlaufzeit- und Dämpfungsmeßplatzes LD-2 (Frequenzbereich 200 Hz bis 600 kHz) voll kompatibel.
Sender und Empfänger werden als Einzelgeräte mit Klappgriff (siehe Titelbild) oder kombiniert zu einem Gerät mit seitlichen Tragegriffen geliefert. In kombinierter Form eignet sich der Meßplatz zum Einbau in 19"-Gestelle.

Technische Daten des Gruppenlaufzeit- und Dämpfungsmeßplatzes LD-3

Alle wesentlichen Geräteeigenschaften sind durch garantierte Toleranz- und Grenzwertangaben und nicht durch typische Werte gekennzeichnet. Sie gelten nicht nur bei Auslieferung, sondern mindestens für die gesamte Garantiezeit.

Nenngebrauchs-bedingungen

Die Nenngebrauchsbedingungen beschreiben diejenigen Betriebsbedingungen (in beliebiger Kombination), für die die angegebenen Fehlergrenzen gelten.
Einschränkungen gegenüber den Nenngebrauchsbedingungen sind besonders vermerkt.

Netzspannung	110 / 118 / 127 / 220 / 227 / 238 V – 15% bis + 10%
Netzfrequenz	45 bis 66 Hz
Umgebungstemperatur	+ 5 bis + 50 °C
Anwärmzeit	10 min
Sender LDS-3	
Trägerschwingung Meßfrequenz MF und Vergleichsfrequenz VF	200 Hz bis 20 kHz
Ausgangspegel	– 50 bis + 11 dBm bei Instrumentenanzeige – 10 bis + 1 dB
Abschlußwiderstand symmetrisch, erdfrei	600 Ω
Empfänger LDE-3	
Trägerschwingung Meßfrequenz MF Vergleichsfrequenz VF	200 Hz bis 20 kHz 400 Hz bis 20 kHz
Eingangspegel der Trägerschwingung bei der Meß- u. der Vergleichsfrequenz	– 40 bis + 10 dBm
Innenwiderstand der Quelle	600 Ω
Pegeldifferenz der Trägerschwingung bei Vergleichs- und Meßfrequenz	Für Gruppenlaufzeitverzerrungsmessung: – 30 bis + 30 dB Für Dämpfungsverzerrungs- und Pegelmessung: –50 bis + 50 dB
Gruppenlaufzeitdifferenz zwischen Meß- und Vergleichsfrequenz	– 10 bis + 15 ms

Gesamtmeßplatz

Frequenzbereich . . . . . 200 Hz bis 20 kHz

Pegelbereich . . . . . – 50 bis + 10 dBm

Gruppenlaufzeitverzerrungs-messung

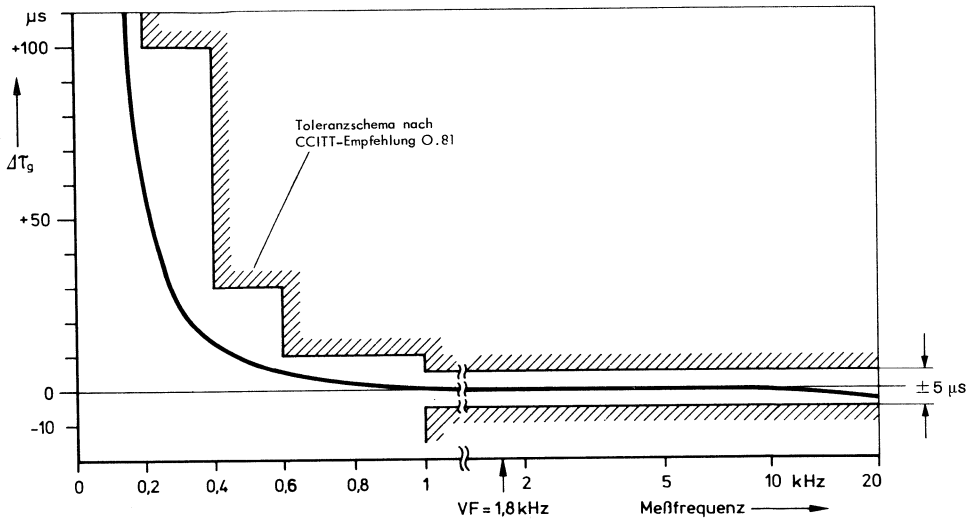
Meßbereiche der Gruppenlaufzeitverzerrung . . ± 0,05, ± 0,1, ± 0,2, ± 0,5,..., ± 10 ms
Zusätzlich einschaltbare Meßbereich-Grundverschiebung . . . . . + 5 ms ± 1%

Fehlergrenzen der Anzeige
nach Abzug des Fehleranteils B
im Temperaturbereich + 15 bis + 35 °C . . . . . ± 2% v. Meßber.-Endwert ± A
bei Nenngebrauchsbedingungen . . . . . ± 4% v. Meßber.-Endwert ± 10 µs

A : Zusatzfehler bei gleichzeitig vorhandener Dämpfungsverzerrung
bis ± 10 dB . . . . . ± 3 µs
bis ± 20 dB . . . . . ± 5 µs
bis ± 30 dB . . . . . ± 10 µs

B : Von der Meßfrequenz abhängiger Fehleranteil einschließlich Nullpunktabweichung, bezogen auf die Vergleichsfrequenz VF = 1,8 kHz

Dieser Fehleranteil kann für jeden Meßplatz individuell durch unmittelbare Verbindung von Sender und Empfänger bei einem Pegel von 0 dBm am Empfänger abgelesen werden.
Die folgende Kurve zeigt den mittleren Verlauf für eine größere Anzahl von Meßplätzen.



Dämpfungsverzerrungs-messung

Meßbereiche der Dämpfungsverzerrung . . . . . ± 0,5, ± 1, ± 2, ± 5,..., ± 50 dB
Fehlergrenzen der Anzeige im Pegelbereich − 30 bis + 10 dBm
nach Abzug des Fehleranteils C . . . . . ± 3% v. Meßber.-Endwert ± 0,05 dB

C : Von der Meßfrequenz abhängiger Fehleranteil,
bezogen auf die Vergleichsfrequenz VF = 1,8 kHz
Dieser Fehleranteil kann für jeden Meßplatz individuell durch unmittelbare Verbindung von Sender und Empfänger im Pegelbereich − 40 bis + 10 dBm bestimmt werden.
(Größenordnung des Fehlers . . . . . .≈0,05dB)

Meßergebnis-Rückübertragung

Ohne zusätzliche Einrichtungen mit einem zweiten Meßplatz LD-3 möglich.
Fehlergrenzen der rückübertragenen Ergebnisse von Gruppenlaufzeit- und Dämpfungsverzerrungen gleich denen des messenden Empfängers
bei Dämpfungsverzerrungsmessungen zuzüglich . . . . . .± 3 % vom Meßbereich

---

Sender LDS-3

Das Sendesignal entspricht im Aufbau und in seiner Genauigkeit der CCITT-Empfehlung O.81, Genf 1972.

Meßfrequenz

stetig einstellbar . . . . . 0 bis ca. 23 kHz

Vergleichsfrequenz

dekadisch einstellbar in 0,1-kHz-Schritten . . . . . 0; 0,1; 0,2;...; 19,9 kHz
stetig verstellbar jeweils um . . . . . ± 0,15 kHz

Fehlergrenzen der Meß- oder Vergleichsfrequenz
im Temperaturbereich + 15 bis + 35 °C . . . . . ± 0,5% ± 1 digit
bei Nenngebrauchsbedingungen . . . . . ± 1% ± 1 digit
mit eingesetzter Quarzzeitbasis (BN 615 / 13) . . . . . ± 0,001% ± 1 digit
(1 digit ≙ 10 Hz bzw. 1 Hz bei gedrückter Kommataste)

Wobbelbetrieb d. Meßfrequenz

Die obere und untere Wobbelgrenze sind einstellbar wie die Vergleichsfrequenz.
Wobbelgeschwindigkeit
Frequenzablauf einmalig . . . . . 10, 20, 50, 100 Hz/s ± 15%
Frequenzablauf dauernd . . . . . 10, 20, 50, 100, 200 Hz/s ± 15%

Modulationsfrequenz

. . . . . 41,66 Hz
Fehlergrenzen der Modulationsfrequenz
im Temperaturbereich + 15 bis + 35 °C . . . . . ± 0,5%
bei Nenngebrauchsbedingungen . . . . . ± 1%
Modulationsgrad . . . . . 0,4 ± 0,05

Umschaltfrequenz

(1/10 x Modulationsfrequenz) . . . . . 4,166 Hz

Ausgangspegel

der unmodulierten Trägerschwingung
Einstellbereich . . . . . – 60 bis + 11 dBm
stufig in 10-dB-Schritten . . . . . – 40, – 30,..., + 10 dBm
stetig nach der Skala des Instruments . . . . . – 20 bis + 1 dB

Fehlergrenzen des Ausgangspegels
im Pegelbereich – 44 bis + 11 dBm und
im Temperaturbereich + 15 bis + 35 °C . . . . . ± 0,3 dB
bei den Pegelwerten – 40, – 30,..., + 10 dBm,
einer Instrumentenanzeige 0 dB und bei der
Frequenz 1,8 kHz . . . . . ± 0,3 dB
im Pegelbereich – 44 bis + 11 dBm . . . . . ± 0,5 dB
bei Nenngebrauchsbedingungen . . . . . ± 0,7 dB

Störschwingungen

Oberschwingungsgehalt der Trägerschwingung
Klirrdämpfungsmaß . . . . . ≧ 46 dB
Zur Trägerschwingung nichtharmonische Anteile
(außer Modulationsseitenbandschwingungen)
Störschwingungsmaß . . . . . ≧ 60 dB
Oberschwingungsgehalt der Modulation
Klirrdämpfungsmaß . . . . . ≧ 40 dB

Gruppenlaufzeitverzerrung

des Sendesignals . . . . . entspricht der CCITT-Empf. O.81

Ausgang

für das Sendesignal . . . . . symmetrisch, erdfrei
Höchste zulässige Gleichspannung gegen Erde (Gehäuse) . . . . . 100 V
Innenwiderstand, Nennwert . . . . . 600 Ω
(zusätzlicher Innenwiderstand 150, 400, 800 oder 900 Ω auf Wunsch)
Reflexionsdämpfungsmaß . . . . . ≧ 40 dB
Betriebs-Unsymmetriedämpfungsmaß . . . . . ≧ 46 dB

Ausgang »Schreiber«

für eine der Meßfrequenz proportionale Spannung
Ausgangs-Leerlaufgleichspannung . . . . . $U_A = 0{,}25\ V \cdot MF/kHz$
Ausgangs-Kurzschlußstrom . . . . . $I_A = 0{,}05\ mA \cdot MF/kHz$
Innenwiderstand . . . . . 5 kΩ

Empfänger LDE-3

Eingang

. . . . . symmetrisch, erdfrei
Höchste zulässige Gleichspannung gegen Erde (Gehäuse) . . . . . 100 V
Eingangswiderstand, Nennwert . . . . . 600 Ω
(zusätzlicher Eingangswiderstand 150, 400, 800 oder 900 Ω auf Wunsch)
Reflexionsdämpfungsmaß . . . . . ≧ 40 dB
Betriebs-Unsymmetriedämpfungsmaß . . . . . ≧ 46 dB

Pegelmessung

der Meßträgerschwingung (umschaltbar auf Vergleichsträgerschwingung)
Anzeigebereich . . . . . – 50 bis + 10 dBm
umschaltbar in 10-dB-Schritten . . . . . – 40, – 30, . . ., 0 dBm
Meßbereich des Instruments . . . . . – 10 bis + 10 dB

Fehlergrenzen nach einer verlängerten Anwärmzeit von 1 h
für eine Anzeige der Vergleichsträgerschwingung VF = 1,8 kHz
im Pegelbereich – 20 bis + 10 dBm und
im Temperaturbereich + 15 bis + 35 °C . . . . . ± 0,25 dB
im Nenngebrauchsbereich der Temperatur . . . . . ± 0,7 dB

für eine Anzeige der Meß- oder Vergleichsträgerschwingung
im Pegelbereich – 20 bis + 10 dBm
und im Temperaturbereich + 15 bis + 35 °C . . . . . ± 0,4 dB
im Temperaturbereich + 15 bis + 35 °C . . . . . ± 0,65 dB
im Pegelbereich – 20 bis + 10 dBm . . . . . ± 0,75 dB
bei Nenngebrauchsbedingungen (jedoch Anwärmzeit 1 h) . . . . . ± 1,1 dB

Frequenzmessung

Meßbereiche
Meßfrequenz . . . . . 200 Hz bis 20 kHz
Vergleichsfrequenz . . . . . 400 Hz bis 20 kHz

Fehlergrenzen der Frequenzmessung
im Temperaturbereich +15 bis +35 °C . . . . . ± 0,2% ± 1 Hz ± 1 digit

bei Nenngebrauchsbedingungen . . . . . ± 0,4 % ± 1 Hz ± 1 digit
mit eingesetzter Quarzzeitbasis (BN 615/13) . . . . . ± 0,001 % ± 1 Hz ± 1 digit
(1 digit ≙ 10 Hz bzw. 1 Hz bei gedrückter Kommataste)

Gruppenlaufzeit-verzerrungsmessung

Meßbereiche und Fehlergrenzen der Anzeige . . . siehe Abschnitt Gesamtmeßplatz

Meßfrequenzabhängiger Fehleranteil am Gesamtfehler der Gruppenlaufzeitverzerrungsmessung, hervorgerufen durch den Empfänger . . . entspricht der CCITT-Empf. O.81

Anzeigeschwankung infolge von Störungen
Effektivwert der Anzeigeschwankung durch Störung mit bandbegrenztem (4 kHz) weißen Rauschen und 26 dB Abstand zum Pegel der Trägerschwingung (MF und VF)
Anzeige »flink« . . . . . ≦ 60 µs
Anzeige »träge« . . . . . ≦ 20 µs

Scheitelwert der Anzeigeschwankung bei träger Anzeige durch Störung mit Sinusschwingungen und 26 dB Abstand zum Pegel der Trägerschwingung (MF und VF) und einer Frequenzdifferenz zur Meß- oder Vergleichsfrequenz
von ± 150 Hz . . . . . ≦ 20 µs
von ± 200 Hz . . . . . ≦ 2 µs

Dämpfungsverzerrungs-messung

Meßbereiche und Fehlergrenzen der Anzeige . . . siehe Abschnitt Gesamtmeßplatz

Gleichspannungsausgänge für XY-Schreiber

X-Ausgang
für eine der Meßfrequenz proportionale Spannung
Ausgangs-Leerlaufgleichspannung . . . . . U_A = 0,25 V · MF/kHz
Ausgangs-Kurzschlußstrom . . . . . I_A = 0,05 mA · MF/kHz
Innenwiderstand . . . . . 5 kΩ

Y-Ausgang
für eine dem Meßergebnis proportionale Spannung
Ausgangsspannung bei Plus-Minus-Vollausschlag des Instruments . . . . . ± 2,5 V
Innenwiderstand . . . . . 5 kΩ

Allgemeine Daten

Umgebungstemperatur
Lager und Transport . . . . . −40 bis +70 °C
Nenngebrauchsbereich (≙ Grenzbetriebsbereich) . . . . . +5 bis +50 °C

Netzanschluß
Einstellung am Netzspannungswähler . . . . . 110/117/127/220/227/235 V
Netzfrequenz . . . . . 45 bis 66 Hz

Leistungsaufnahme
Sender LDS-3 . . . . . ca. 40 VA
Empfänger LDE-3 . . . . . ca. 40 VA

Abmessungen

Einzelgerät mit Klappgriff		kombiniertes Gerät mit seitlichen Tragegriffen	
Breite	233 mm	Breite mit Griffen	478 mm
Höhe über alles	155 mm	Höhe über alles	155 mm
Tiefe	390 mm	Tiefe mit Griffen	407 mm
		Höhe mit LDZ-3	199 mm

Gewicht
LDS-3 bzw. LDE-3 . . . . . 7,2 kg
LD-3 mit LDZ-3 . . . . . 18 kg

Meßzubehör

Fernsteuerung

des Senders LDS-3 durch den Empfänger LDE-3

Meßfrequenzfernsteuerung
Meßfrequenz des Senders . . . . . MF des empfangenen Signals ± 2 Hz
Vergleichsfrequenzfernsteuerung
Vergleichsfrequenz des Senders . . VF des empfangenen Signals ± 5 % + 20 Hz/−4 Hz
Pegelfernsteuerung
Ausgangspegel des Senders . . Pegel der Vergleichsträgerschwingung am Empfänger im Pegelbereich − 20 bis + 1 dBm + Grobpegelteiler-Stellung des Senders ± 0,8 dB
Zur Fernsteuerung benötigte Zusatzkarten
Meßfrequenzfernsteuerung (zum Einbau in den Sender LDS-3)

Vergleichsfrequenzdiskriminator (zum Einbau in den Empfänger LDE-3)
Speicher für Pegelfernsteuerung (zum Einbau in den Empfänger LDE-3)

Tonwahlfrequenz-Sperre

Zahl der Sperrfrequenzen . . . . . max. 2
Sperrfrequenzen, beliebig ausrüstbar im Bereich . . . . . 1,6 bis 20 kHz
Sperrbereich, bezogen auf die jeweilige Sperrfrequenz . . . . . ± 150 Hz

Die Tonwahlsperre ist als Zusatzkarte für den Sender LDS-3 ausgeführt.

Gleichstrom-Halteschaltung

Maximal zulässiger Haltestrom . . . . . 100 mA
Spannungsabfall an der Halteschaltung bei Maximalstrom . . . . . 13,5 V
Dynamischer Innenwiderstand
im Bereich 200 Hz bis 20 kHz . . . . . ca. 60 kΩ
Unsymmetriedämpfungsmaß . . . . . ca. 50 dB

Die Gleichstrom-Halteschaltung ist als Zusatzkarte für den Sender LDS-3 und den Empfänger LDE-3 ausgeführt.

Quarzzeitbasis

Fehlergrenzen der Quarzzeitbasis . . . . . ± 0,001%
Die Quarzzeitbasis ist eine Zusatzeinrichtung für den Sender LDS-3 und den Empfänger LDE-3. Sie besteht aus den beiden Zusatzkarten »1-MHz-Oszillator« und »Frequenzteiler«.

Sprechzusatz LDZ-3

(wird nur kombiniert mit dem Meßplatz LD-3 geliefert).
Umschaltmöglichkeit zwischen Meß- und Sprechbetrieb.
Für den Sprechbetrieb kann entweder ein Fernsprechapparat, Feldtelefon oder ein Mikrofon angeschlossen werden. Beim Umschalten zwischen »Messen« und »Sprechen« wird die Amtsschleife nicht unterbrochen.

Lautsprecher
Rückwirkungsfreier Anschluß am Sender oder Empfänger, so daß der Lautsprecher auch während der Messung benutzbar bleibt.

Gabelschaltung
Eingebaute Gabelschaltung für Sprechbetrieb an Vierdrahtverbindungen.

Tiefpaß

Der Tiefpaß dient zur Reduzierung von Störinterferenzen und zur Unterdrückung von 16-kHz-Zählimpulsen.
Gruppenlaufzeitverzerrung bis 4 kHz . . . . . ≦ 10 µs
Dämpfungsverzerrung bis 4 kHz . . . . . ≦ 0,1 dB

Der Tiefpaß ist als Zusatzkarte zum Sprechzusatz LDZ-3 ausgeführt.

Bestellangaben

Bei der Bestellung ist außer der Bestellnummer anzugeben:
Sender LDS-3 und Empfänger LDE-3 als Einzelgeräte mit Klappgriff oder kombiniert als 19"-Gerät mit seitlichen Tragegriffen.

gewünschter Innen- bzw. Eingangswiderstand von Sender LDS-3 bzw. Empfänger LDE-3.

Sender LDS-3	BN 616
Empfänger LDE-3	BN 615
Meßplatz LD-3 mit Sprechzusatz LDZ-3	BN 617/20
Meßzubehör (gegen Aufpreis)	
Zusatzkarten zum Sender LDS-3:	
Tonwahlfrequenz-Sperre (2 Sperrfrequenzen angeben)	BN 616/11
Meßfrequenzfernsteuerung	BN 616/12
Quarzzeitbasis (1-MHz-Oszillator und Frequenzteiler)	BN 615/13
Gleichstrom-Halteschaltung	BN 615/14
Zusatzkarten zum Empfänger LDE-3:	
Speicher für Pegelfernsteuerung	BN 615/11
Vergleichsfrequenzdiskriminator	BN 615/12
Quarzzeitbasis (1-MHz-Oszillator und Frequenzteiler)	BN 615/13
Gleichstrom-Halteschaltung	BN 615/14
Zubehör zum Sprechzusatz LDZ-3:	
Tiefpaß	BN 617/51
Mikrofon mit Kabel	MD 430/2 + K 194

LD-2
Gruppenlaufzeit- und Dämpfungsmeßplatz

für den Frequenzbereich 200 Hz bis 600 kHz

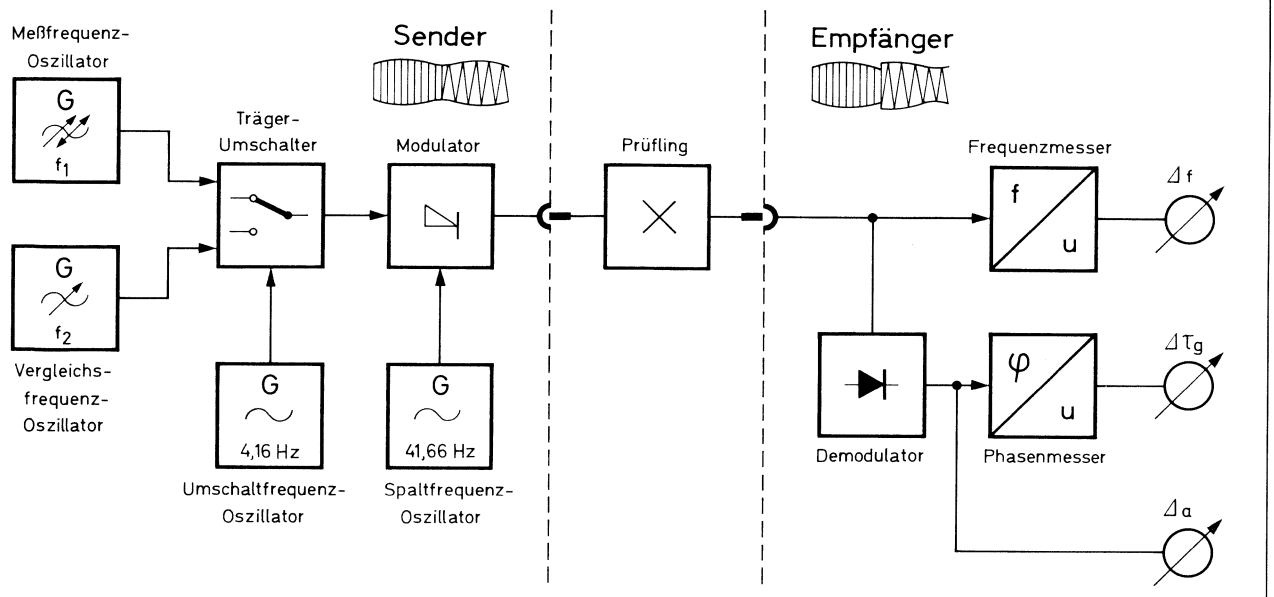


- **Für Schleifen- und Streckenmessung**
- **Punkt- und Wobbelmessungen durchführbar**
- **Schreiberausgang**
- **Für Netz- und Batteriebetrieb**
- **Vollständig mit Halbleitern bestückt**
- **Zusatzgeräte zum Ausblenden von Tonwahlfrequenzen und zur Unterdrückung tieffrequenter Störspannungen**
- **Spaltfrequenz 41,66 Hz gemäß CCITT-Empfehlung O.81**

Anwendung und technische Einzelheiten

Der Meßplatz LD-2 dient zur Bestimmung frequenzabhängiger Gruppenlaufzeit- und Dämpfungsänderungen im Frequenzbereich 200 Hz bis 600 kHz. Jede frequenzabhängige Änderung der Gruppenlaufzeit verursacht Formverzerrungen eines Signals, was insbesondere bei der Übertragung von Impulsen unerwünscht ist.
Will man beispielsweise bei der Datenübertragung auf Fernsprechleitungen zu hohen Übertragungsgeschwindigkeiten kommen, so muß die Gruppenlaufzeit im betrachteten Frequenzbereich bekannt sein und gegebenenfalls ihr Frequenzgang geebnet werden. Für die hier auftretenden Meßaufgaben wurde der Meßplatz LD-2 entwickelt.
Sein breiter Frequenzbereich von 200 Hz bis 600 kHz gestattet sowohl Messungen im Sprachbereich eines Fernsprechkanals von 200 Hz bis etwa 4 kHz als auch Messungen in höheren Frequenzlagen, z. B. von Trägerfrequenzsystemen.
Das hohe zeitliche Auflösungsvermögen bis herab zu 1 µs ermöglicht noch die Ermittlung sehr kleiner Fehler an Einzelteilen eines Übertragungssystems, die erst bei Hintereinanderschaltung die Übertragungsgüte merklich beeinflussen würden. Dabei werden Gruppenlaufzeitschwankungen, die sich über ein Frequenzband von mehr als 80 Hz erstrecken, um so genauer angezeigt, je größer die Bandbreite der Schwankung ist.
Hohe Meßgenauigkeit und leichte Bedienbarkeit des Meß-

platzes sind sowohl bei der Strecken- als auch bei der Schleifenmessung gewährleistet.
Die Messung basiert auf dem sogenannten Nyquist-Verfahren, nach welchem die Phasenverschiebung bestimmt wird, die die Hüllkurve einer amplitudenmodulierten Schwingung beim Durchlaufen eines Prüflings erleidet. Diese Phasenverschiebung ist bei hinreichend kleiner Modulationsfrequenz ein direktes Maß für die Gruppenlaufzeit des Prüflings. Durch Verändern der Trägerfrequenz lassen sich die Gruppenlaufzeitschwankungen in Abhängigkeit von der Frequenz feststellen.
Das im LD-2 zur Anwendung kommende Meßprinzip stellt eine Erweiterung des Nyquist-Verfahrens dar. Das nachstehende Blockschaltbild zeigt in stark vereinfachter Form das Arbeitsprinzip des Meßplatzes, wobei unter anderem unberücksichtigt bleibt, daß die Sendefrequenzen f_1 und f_2 nicht in Oszillatoren direkt erzeugt werden, sondern durch Mischung höherfrequenter Signale entstehen.



LD-2 Vereinfachtes Blockschaltbild

Der Sender erzeugt zwei kohärent mit der Spaltfrequenz von 41,66 Hz amplitudenmodulierte Trägerfrequenzen f_1 und f_2, die periodisch im 4,16-Hz-Rhythmus umgeschaltet werden. Die eine Trägerfrequenz stimmt man auf eine mittlere Übertragungsfrequenz des Prüflings (Vergleichsfrequenz) fest ab, während die andere im interessierenden Frequenzbereich verändert wird. Damit stellt das Sendesignal eine amplitudenmodulierte Schwingung dar, deren Trägerfrequenz periodisch mit 4,16 Hz wechselt, deren Hüllkurve jedoch weiterhin einen unveränderten Verlauf aufweist.
Dieses Sendesignal gelangt zum Prüfling. Hat dieser für die beiden Trägerfrequenzen unterschiedliche Gruppenlaufzeiten, so weist die Hüllkurve des Signals am Prüflingsausgang einen Phasensprung auf; Dämpfungsunterschiede dagegen haben einen Sprung in der Trägeramplitude zur Folge.
Der Empfänger des Meßplatzes LD-2 hat die Aufgabe, diesen Phasen- bzw. Dämpfungssprung an der Trägerumschaltstelle auszuwerten.
Das angewandte Verfahren gestattet Wobbelmessungen innerhalb eines vorgegebenen Frequenzbereichs sowie Punktmessungen (auch über Strecke), bei denen der Meßfrequenzwechsel sendeseitig beliebig langsam erfolgen kann. Ein Phasennullabgleich vor oder während der Messung ist nicht erforderlich.
Die Resultate der Laufzeit- und Dämpfungsmessung ebenso wie die entsprechende Frequenzdifferenz werden an drei im Empfänger eingebauten Instrumenten angezeigt.
Überdies lassen sich die Meßergebnisse auch mit XY-Schreibern (z. B. Schreiber 7035 B der Firma Hewlett Packard) oder lang nachleuchtenden Oszillografen festhalten.
Bei der Ermittlung des Gruppenlaufzeitverhaltens einer Übertragungsstrecke besteht durch einen Schalter an der Frontplatte die Umschaltmöglichkeit zwischen flinker und träger Anzeige. In Stellung »träge« reduziert ein RC-Glied das Anzeigestörungen verursachende Rauschen um etwa den Faktor 2. Die größere Unempfindlichkeit gegenüber derartigen Anzeigestörungen wirkt sich sowohl am $\Delta\tau_g$-Anzeigeinstrument als auch am $\Delta\tau_g$-Schreiberausgang aus.
Eine besondere Vorrichtung des Meßplatzes ermöglicht auf ein Normal bezogene Differenzmessungen. Ist das Normal eine kurze Leitung, so sind auch absolute Gruppenlaufzeit- und Dämpfungsmessungen möglich.
Bei der Messung an Fernsprecheinrichtungen kann es notwendig sein, daß über den Senderausgang bzw. Empfängereingang ein Gleichstrom zur Aufrechterhaltung der Amtsschleife fließt. Senderausgang und Empfängereingang sind hierzu entsprechend ausgelegt und gestatten eine Gleichstromüberlagerung von max. 50 mA.
Der Meßplatz zeichnet sich durch besonders schnelle Betriebsbereitschaft aus, da er zum einen ausschließlich mit Halbleitern bestückt ist und zum andern die Genauigkeit bei dem zugrunde gelegten Meßprinzip der Trägerumtastung von einem »Einbrennen« der Schaltung praktisch unbeeinflußt bleibt. Auch Streckenmessungen lassen sich sofort durch-

führen, denn die Bezugsoszillatorfrequenz des empfangsseitigen Phasenmessers wird mit Hilfe einer Regelschaltung auf die sendeseitige Spaltfrequenz synchronisiert. Daher haben temperatur- oder zeitabhängige Frequenzänderungen keinen Einfluß auf die Anwendbarkeit des Meßverfahrens. Der Meßplatz ist für den Betrieb am Wechselspannungsnetz sowie an einer 24-Volt-Batterie vorgesehen.

Wähltonsperre LDSW-2

Die auf Wunsch als Einschub zum Sender LDS-2 lieferbare Wähltonsperre LDSW-2 dient zur Ausblendung von Tonwahlfrequenzen während der Messung an Trägerfrequenzsystemen mit Tonwahlempfängern.
Dieses Zusatzgerät verwendet anstelle der Frequenzaustastung eine Schaltung, die einen besonders schnellen Frequenzwechsel in der Nähe der Tonwahlfrequenzen bewirkt und so ein Ansprechen der Tonwahlempfänger während der Messung verhindert. Hierzu dient ein Frequenzdiskriminator, der von der Sendefrequenz angesteuert wird und der zusammen mit einer auf den Abstimmoszillator wirkenden Reaktanzschaltung eine Rückkoppelschleife bildet. Frequenzen innerhalb der beiden Höcker der Diskriminatorkennlinie lassen sich dank dieser Schaltung nicht stabil einstellen, sondern werden in einer Zeit von etwa 1 ms durchlaufen.
Die Wähltonsperre kann für maximal fünf unterschiedliche Tonwahlfrequenzen ausgelegt werden. Die entsprechenden Frequenzdiskriminatoren sind auf kleine Steckkarten montiert und somit leicht auswechselbar.
Insofern sich die Sperrbereiche nicht überlappen, können mehrere Frequenzen gleichzeitig ausgesperrt werden. Weiterhin besteht die Möglichkeit, alle Sperrfrequenzen abzuschalten. Die Wähltonsperre LDSW-2 kann auch später nachbestellt und ohne Schwierigkeiten eingesetzt werden.

Vorschaltfilter LDEF-2

Das auf Wunsch lieferbare Vorschaltfilter zum Empfänger LDE-2 enthält einen umschaltbaren Hochpaß zur Unterdrükkung tieffrequenter Störspannungen, die z. B. durch Wählgeräusche verursacht werden. Im Gerät befindet sich auch ein Tiefpaßfilter zur Unterdrückung der 16-kHz-Zählimpulse für die Gebührenermittlung.

Technische Daten des Gruppenlaufzeit- und Dämpfungsmeßplatzes LD-2

Alle wesentlichen Geräteeigenschaften sind durch garantierte Toleranz- und Grenzwertangaben und nicht durch typische Werte gekennzeichnet. Sie gelten nicht nur bei Auslieferung, sondern mindestens für die gesamte Garantiezeit.

Sender LDS-2

2 Frequenzbereiche
Bereich I . . . . . 200 Hz bis 60 kHz
Bereich II . . . . . 10 kHz bis 600 kHz

Ausgangspegelbereiche
umschaltbar . . . . . −15 bis +10 dB / −35 bis −10 dB
bzw. −1,5 bis +1,1 Np / −3,5 bis −0,9 Np
Frequenzgang, Abweichungen vom Bezugswert bei 50 kHz . . . . . ± 0,15 dB

Ausgangswiderstand
Ausgangswiderstand . . . . 75, 150, 600, ≈0 Ω (symmetrisch, erdfrei; unsymmetrisch)

Spaltfrequenz
(1 kHz : 24) . . . . . 41,66 Hz ± 0,5%

Umschaltfrequenz
Umschaltfrequenz . . . . . 4,16 Hz

Wobbelgrenzen
kontinuierlich und in Stufen sowie unabhängig voneinander einstellbar, bezogen auf Vergleichsfrequenz f_{ref}

	Bereich I	Bereich II
Obere Wobbelgrenze . .	f_{ref} +200 Hz bis f_{ref} +50 kHz	f_{ref} +2 kHz bis f_{ref} +500 kHz
Untere Wobbelgrenze . .	f_{ref} −200 Hz bis f_{ref} −50 kHz	f_{ref} −2 kHz bis f_{ref} −500 kHz
Wobbelgeschwindigkeit (7 Stufen)	Bereich I	15 Hz/s ... 1,3 kHz/s
	Bereich II	150 Hz/s ... 13 kHz/s

Empfänger LDE-2

Frequenzbereich
Frequenzbereich . . . . . 200 Hz bis 600 kHz

Erforderlicher Eingangspegel
Erforderlicher Eingangspegel . . . . . −50 bis +10 dB
bzw. −5,6 bis +1 Np
Eingangswiderstand . . . . . 75, 150, 600 Ω, 10 kΩ (symmetrisch, erdfrei)

Meßbereiche für Gruppenlaufzeit
($\Delta\tau_g$ bzw. τ_g)
11 Teilbereiche . . . . . ± 10, ± 20, ± 50, ± 100 µs, ..., ± 10 ms; + 22 ms
Kleinster meßbarer Wert . . . . . ± 1 µs
Meßfehler bei Eingangspegelanzeige ≧ −10 dB und
Dämpfungsunterschied $\Delta a \leqq 10$ dB für f = 1 bis 600 kHz . . . . . ± 3 % ± 1,5 µs

Meßbereiche für Dämpfung (Δ a bzw. a)

7 Teilbereiche	± 0,5, ± 1, ± 2, ± 5,..., ± 50 dB bzw. ± 0,05, ± 0,1, ± 0,2, ± 0,5,..., ± 5 Np
Größter meßbarer Wert	± 40 dB bzw. ± 4,6 Np
Kleinster meßbarer Wert	± 0,05 dB bzw. ± 0,005 Np
Meßfehler	± 3% ± 0,025 dB

Meßbereiche für Frequenzunterschiede (Δ f)

11 Teilbereiche	± 0,2, ± 0,5, ±1, ± 2,..., ± 500 kHz
Meßfehler bei max. 10 dB Pegelunterschied zwischen Meß- und Vergleichssignal	± 3% ± 25 Hz
Max. zulässiger Pegelunterschied zwischen Meß- und Vergleichsträgersignal	40 dB
Ausgangsgleichspannung, entsprechend dem jeweiligen Vollausschlag der Instrumente	ca. ± 4 V
Ausgangswiderstand	ca. 40 kΩ

Allgemeine Daten des Meßplatzes

Stromversorgung		
Netzbetrieb	Netzfrequenz	45 bis 65 Hz
	2 umschaltbare Spannungsbereiche	99 bis 132 V und 198 bis 264 V
	Leistungsaufnahme	ca. 60 VA je Gerät
Batteriebetrieb	Spannungsbereich	20 bis 30 V
	Leistungsaufnahme	ca. 48 W je Gerät

Abmessungen je Gerät

Tischgerät		19"-Einschub (DIN 41 494)	
Breite mit Griffen	478 mm	Einschubbreite	443 mm
Höhe über alles	288 mm	Einschubhöhe	265 mm
Tiefe mit Griffen	407 mm	Einbautiefe	353 mm

Gewicht je Gerät . . . . . 25 kg

Meßzubehör

Wähltonsperre LDSW-2

Lieferbare Wähltonfrequenzen	1600, 2040, 2280, 2400, 2600, 3000, 3700, 3850 Hz Weitere Frequenzen zwischen 500 und 4000 Hz gegen Aufpreis
Sperrbereich, bezogen auf die eingeschaltete Wähltonfrequenz	± 150 Hz

Vorschaltfilter LDEF-2

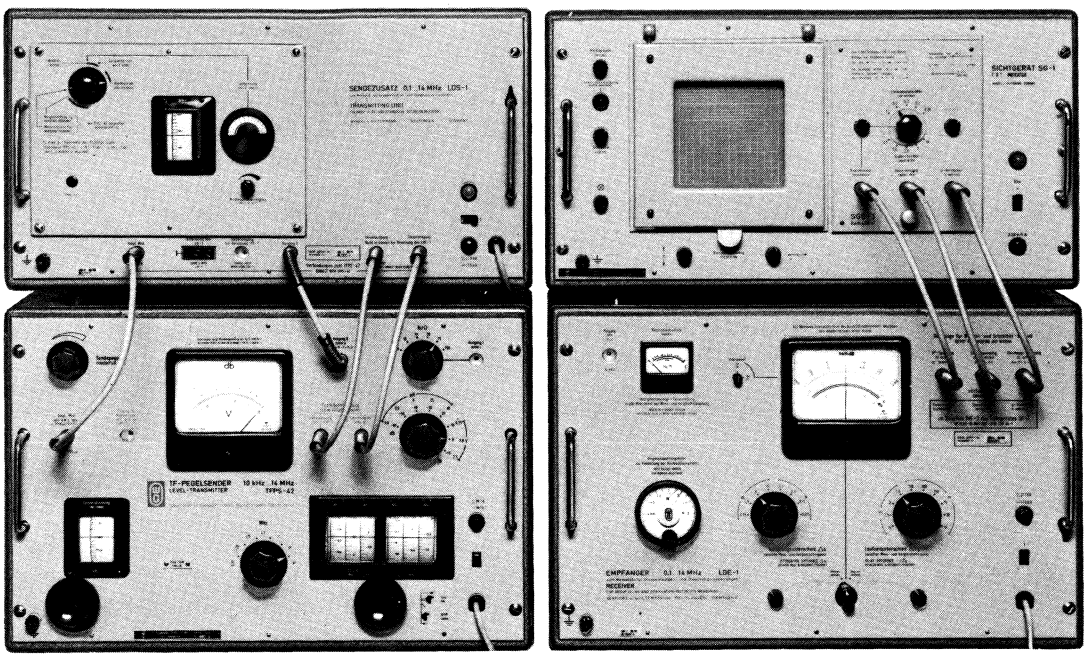
Anwendungsbereich		300 Hz bis 4 kHz
Eingangswiderstand		600 Ω (symmetrisch)
Ausgangswiderstand		600 Ω (symmetrisch)
Hochpaß	3-dB-Grenzfrequenzen, bezogen auf 2 kHz, umschaltbar	≦ 20, 40, 60 Hz
	Dämpfung bei 300 Hz, bezogen auf 2 kHz	≦ 0,1 dB
Tiefpaß	3-dB-Grenzfrequenz, bezogen auf 2 kHz	≧ 13 kHz
	Dämpfung, bezogen auf 2 kHz bei 16 kHz	≧ 55 dB
	über 16 bis 60 kHz	≧ 40 dB

Bestellangaben

Sender LDS-2	BN 280
Empfänger LDE-2	BN 281
Sender LDS-2 } für Anschaltung an das	BN 280/3
Empfänger LDE-2 } Postnetz (näheres auf Anfrage)	BN 281/3
Meßzubehör (gegen Aufpreis)	
Wähltonsperre LDSW-2	BN 400
Vorschaltfilter LDEF-2	BN 422
Transportschutzdeckel für LDS-2 bzw. LDE-2	DE 5

LD-1
Gruppenlaufzeit- und Dämpfungsmeßplatz

für den Frequenzbereich 100 kHz bis 14 MHz



- **Hohes zeitliches Auflösungsvermögen von 1 ns**
- **Für Schleifen- und Streckenmessung**
- **Absolut- und Vergleichsmessungen möglich**
- **Leichte Bedienbarkeit**
- **Punkt- und Wobbelmessungen durchführbar**

Anwendung und Eigenschaften

Der Meßplatz LD-1 dient zur Bestimmung frequenzabhängiger Gruppenlaufzeit- und Dämpfungsänderungen im Frequenzbereich 100 kHz bis 14 MHz. Jede frequenzabhängige Änderung der Gruppenlaufzeit verursacht Formverzerrungen eines Signals, was insbesondere bei der Übertragung von Impulsen unerwünscht ist. Um beispielsweise bei der Datenübertragung auf Fernsprechleitungen zu hohen Übertragungsgeschwindigkeiten zu kommen, muß die Gruppenlaufzeit im betrachteten Frequenzbereich bekannt sein und gegebenenfalls ihr Frequenzgang geebnet werden.
Der Meßplatz LD-1 mit seinem großen Frequenzbereich gestattet insbesondere Messungen im Videoband von Fernsehübertragungssystemen sowie an Systemen mit Frequenz- und Pulsphasenmodulation. Das hohe zeitliche Auflösungsvermögen des Geräts bis herab zu 1 ns ermöglicht auch noch die Ermittlung sehr kleiner Fehler an einzelnen Baugruppen eines Übertragungssystems, die erst bei deren Hintereinanderschaltung die Übertragungsgüte merklich beeinflussen würden. Dabei werden Gruppenlaufzeitschwankungen, die sich über ein Frequenzband von mehr als 40 kHz erstrecken, um so genauer angezeigt, je größer die Bandbreite der Schwankung ist.

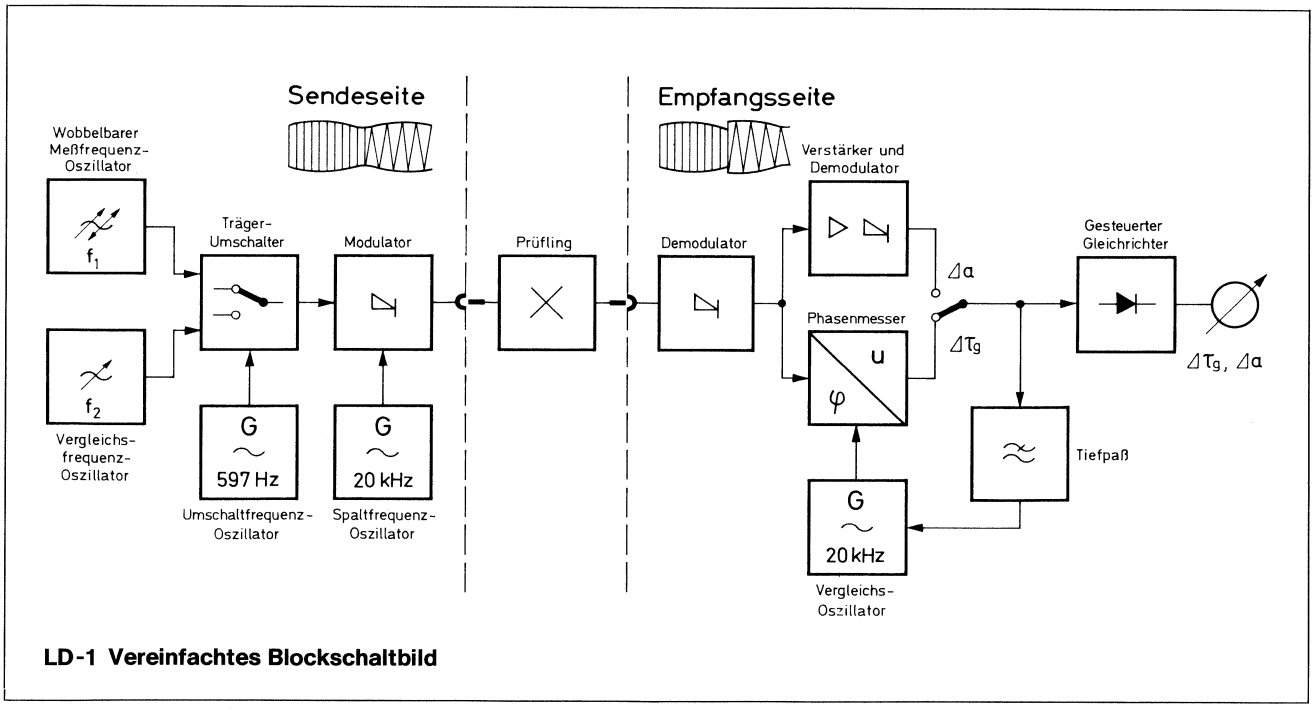
Hohe Meßgenauigkeit und leichte Bedienbarkeit des Meßplatzes sind sowohl bei der Strecken- als auch bei der Schleifenmessung gewährleistet.

Das Meßergebnis kann bei punktweisen Messungen am Anzeigeinstrument des Empfängers abgelesen werden. Durch Hinzufügen des Sichtgeräts SG-1/SGE-3 ergibt sich ein Wobbelmeßplatz mit oszillografischer Darstellung der Gruppenlaufzeit- oder Dämpfungskurven in Abhängigkeit von der Frequenz.

Technische Einzelheiten

Der Meßplatz LD-1 besteht auf der Sendeseite aus einem Trägerfrequenz-Pegelsender TFPS-42 (siehe Blatt TFPS-42) und dem Sendezusatz LDS-1 mit wobbelbarem Steueroszillator WO-1. Auf der Empfangsseite befindet sich der Empfänger LDE-1, an den für Wobbelmessungen das Sichtgerät SG-1 mit dem Einschub SGE-3 angeschlossen wird. Für Vergleichsmessungen ist als Zusatzgerät der Umschalter LDU-1 erforderlich.
Die Messung basiert auf dem sogenannten Nyquist-Verfahren, nach welchem die Phasenverschiebung bestimmt wird, die die Hüllkurve einer amplitudenmodulierten Schwingung beim Durchlaufen eines Prüflings erleidet. Diese Phasenverschiebung ist bei hinreichend kleiner Modulationsfrequenz ein direktes Maß für die Gruppenlaufzeit des Prüflings. Durch Verändern der Trägerfrequenz lassen sich die Gruppenlaufzeitschwankungen in Abhängigkeit von der Frequenz feststellen.
Das im LD-1 zur Anwendung kommende Meßprinzip stellt eine Modifikation des Nyquist-Verfahrens dar. Das nachstehende Blockschaltbild zeigt in stark vereinfachter Form das Arbeitsprinzip des Meßplatzes, wobei unter anderem unberücksichtigt bleibt, daß die Sendefrequenzen f_1 und f_2 nicht in Oszillatoren direkt erzeugt werden, sondern durch Mischung höherfrequenter Signale entstehen.
Der Sender erzeugt zwei kohärent mit der Spaltfrequenz von 20 kHz amplitudenmodulierte Trägerfrequenzen f_1 und f_2, die periodisch im 597-Hz-Rhythmus umgeschaltet werden. Die eine Trägerfrequenz stimmt man auf eine mittlere Übertragungsfrequenz des Prüflings (Vergleichsfrequenz) fest ab, während die andere im interessierenden Frequenzbereich verändert wird. Damit stellt das Sendesignal eine amplitudenmodulierte Schwingung dar, deren Trägerfrequenz periodisch mit 597 Hz wechselt; die Hüllkurve dagegen verläuft weiterhin unverändert.
Gelangt dieses Sendesignal auf einen Prüfling mit unterschiedlichen Gruppenlaufzeiten für die beiden Trägerfrequenzen, so weist die Hüllkurve des Signals am Prüflingsausgang einen Phasensprung auf; Dämpfungsunterschiede dagegen haben einen Sprung in der Trägeramplitude zur Folge.

Der Empfänger des Meßplatzes LD-1 hat die Aufgabe, diesen Phasen- bzw. Dämpfungssprung an der Trägerumschaltstelle auszuwerten.
Das angewandte Verfahren gestattet Wobbelmessungen innerhalb eines vorgegebenen Frequenzbereichs sowie punktweise Messungen. Im Wobbelbetrieb liefert ein Diskriminator im Sichtgerät-Einschub SGE-3 die frequenzproportionale X-Ablenkspannung. Ein Phasennullabgleich vor oder während der Messung ist nicht erforderlich, denn die Bezugsoszillatorfrequenz des empfangsseitigen Phasenmessers wird mit Hilfe einer Regelschaltung auf die sendeseitige Spaltfrequenz synchronisiert. Daher haben temperatur- oder zeitabhängige Frequenzänderungen keinen Einfluß auf die Anwendbarkeit des Meßverfahrens.



LD-1 Vereinfachtes Blockschaltbild

Technische Daten des Gruppenlaufzeit- und Dämpfungsmeßplatzes LD-1

Alle wesentlichen Geräteeigenschaften sind durch garantierte Toleranz- und Grenzwertangaben und nicht durch typische Werte gekennzeichnet. Sie gelten nicht nur bei Auslieferung, sondern mindestens für die gesamte Garantiezeit.

TF-Pegelsender TFPS-42 Technische Daten siehe . . . . . Blatt TFPS-42

Sendezusatz LDS-1

Frequenzbereich

Meßfrequenz	100 kHz bis 14 MHz
Vergleichsfrequenz	200 kHz bis 14 MHz
Frequenzbereich der Steuerspannung zur Erzeugung der Meß- oder Vergleichsfrequenz	20,1 bis 34 MHz
Fehlergrenzen der Meß- oder Vergleichsfrequenz	± 1% ± 20 kHz
Modulationsfrequenz (Spaltfrequenz)	20 kHz ± 20 Hz
Umschaltfrequenz	597 Hz ± 2 Hz
Kennfrequenz	70,1 kHz ± 0,5%

Wobbelgrenzen

innerhalb des Meßfrequenzbereichs kontinuierlich einstellbar	
Wobbelgeschwindigkeit, veränderbar	ca. 2 bis 14 MHz/s

Laufzeitverzerrung

der Sendespannung im Pegelbereich 0 dB des Pegelsenders TFPS-42 und für Anzeige −15 bis −3 dB	
im Frequenzbereich 0,15 bis 10 MHz	± 1 ns
von 0,1 bis 0,15 MHz und über 10 bis 14 MHz	± 2 ns

Dämpfungsverzerrung

der Sendespannung im Pegelbereich 0 dB des Pegelsenders TFPS-42 und für Anzeige −15 bis −3 dB	
im Frequenzbereich 0,15 bis 10 MHz	± 0,1 dB
von 0,1 bis 0,15 MHz und über 10 bis 14 MHz	± 0,2 dB

Empfänger LDE-1

Frequenzbereich

Frequenzbereich	100 kHz bis 14 MHz
Eingangswiderstand	75 Ω ± 5%

Eingangspegel

Meßbereich	−42 bis +18 dB bzw. −4,8 bis + 2 Np
Fehlergrenzen der Eingangspegelanzeige für Frequenzen von 0,1 bis 14 MHz bei 40% AM mit 20 kHz	≦ 10% v.E.
Max. zulässiger Dämpfungsunterschied zwischen Meß- und Vergleichsfrequenz für Laufzeit- und Dämpfungsmessung	20 dB

Laufzeitmeßbereich

10 Bereiche für Vollausschlag	± 15 / ± 30 / ± 75 / ± 150 ns /... / ± 15 µs
Fehlergrenzen bei 0 dB Dämpfungsunterschied zwischen Meß- und Vergleichssignal	
im Frequenzbereich 0,15 bis 10 MHz	± 3% ± 2 ns
von 0,1 bis 0,15 MHz und über 10 bis 14 MHz	± 3% ± 3 ns

Dämpfungsmeßbereich

4 Bereiche für Vollausschlag	± 0,75 / ± 1,5 / ± 3 / ± 20 dB bzw. ± 0,075 / ± 0,15 / ± 0,3 / ± 2,3 Np
Fehlergrenzen bei max. 3 dB Dämpfungsunterschied zwischen Meß- und Vergleichssignal	
im Frequenzbereich 0,15 bis 10 MHz	± 5% ± 0,1 dB
von 0,1 bis 0,15 MHz und über 10 bis 14 MHz	± 5% ± 0,2 dB

Störeinflüsse

Netzspannungsabhängigkeit bei ± 5% Netzspannungsänderung ohne Nacheichung	± 0,5% vom angezeigten Wert
Störspannungen bei Betrieb mit Sichtgerät SG-1	
Rauschanteil der Laufzeitanzeige	ca. ± 1,5 ns
Rauschanteil der Dämpfungsanzeige	ca. ± 0,02 dB

Gleichspannungsausgang

Max. Ausgangsgleichspannung an ca. 10 kΩ Innenwiderstand	± 15 V

Sichtgerät-Einschub SGE-3

Daten gelten in Verbindung mit dem Sichtgerät SG-1

Nutzbare Schirmbildfläche mit beleuchtbarer Rasterscheibe . . . . . 10 cm x 10 cm

X-Ablenkung

Frequenzbereich des Diskriminators . . . . . 0,1 bis 14 MHz
Eingangsspannung . . . . . 40 bis 400 mV
Eingangswiderstand . . . . . ca. 75 Ω
Bildbreiten für 10 cm Auslenkung (umschaltbar) . . . . . 0,7 / 1,4 / 2,8 / 7 / 14 MHz
Gesamtfehler der Frequenzskala . . . . . ca. 5%

Y-Ablenkung

Eingangsspannung für ± 5 cm Auslenkung . . . . . ± 7,5 V
Eingangswiderstand . . . . . ca. 900 kΩ
Bildhöhe für Dämpfungs- oder Laufzeitmessung entspr. Vollausschlag am LDE-1-Instrument

Steuereingang

für den Anschluß des LDE-1 . . . . . $U'_{ss} \approx 76$ V bei 597 Hz

Elektronischer Umschalter LDU-1

Frequenzbereich . . . . . 0,2 bis 14 MHz
Eingangspegelbereich . . . . . – 37 bis 0 dB
Eingangswiderstand . . . . . 75 Ω ± 2%
Grunddämpfung des Umschalters . . . . . ≦ 5,2 dB

Übersprechdämpfung zwischen beiden Kanälen
für Frequenzen von 0,1 bis 1 MHz . . . . . ≧ 60 dB
bei 14 MHz . . . . . ≧ 38 dB

Dämpfungsunterschied der beiden Kanäle
für Frequenzen bis 10 MHz . . . . . ± 0,02 dB
über 10 MHz . . . . . ± 0,05 dB

Gruppenlaufzeitunterschied der beiden Kanäle
für Frequenzen bis 10 MHz . . . . . ± 0,2 ns
über 10 MHz . . . . . ± 1 ns

Bildmittenfrequenz für den Betrieb
mit Sichtgerät . . . . . 0,5/1,5/2,5/3,5/4,5/6,5/8,5/10,5/12,5 MHz
Umschaltfrequenz . . . . . 597 ± 2 Hz

Allgemeine Daten

Netzanschluß (50 bis 60 Hz) . . . . . 110/115/220 V
Leistungsaufnahme
TFPS-42 . . . . . 190 VA
LDS-1 . . . . . 70 VA
LDE-1 . . . . . 180 VA
SG-1 . . . . . 90 VA
LDU-1 . . . . . 42 VA

Abmessungen, Gewichte

Gerät	Abmessungen b x h x t in mm	Gewicht
TFPS-42	565 x 380 x 280	33 kg
LDS-1	565 x 320 x 235	20 kg
WO-1	Einschub in LDS-1	
LDE-1	565 x 380 x 345	35 kg
SG-1	565 x 320 x 420	25 kg
SGE-3	Einschub in SG-1	
LDU-1	565 x 200 x 345	15 kg

Bestellangaben

Pegelsender TFPS-42	BN 84/1
Sendezusatz LDS-1	BN 112
Empfänger LDE-1	BN 111
Sichtgerät SG-1	BN 551
Sichtgeräte-Einschub SGE-3	BN 122
Umschalter LDU-1	BN 156

Sonderausführung des Meßplatzes LD-1 bis 18 MHz gegen Mehrpreis

DLM-1
Datenleitungsmeßgerät

zur Messung von Phasenjitter, Grundgeräusch und Frequenzversatz an Datenübertragungsleitungen

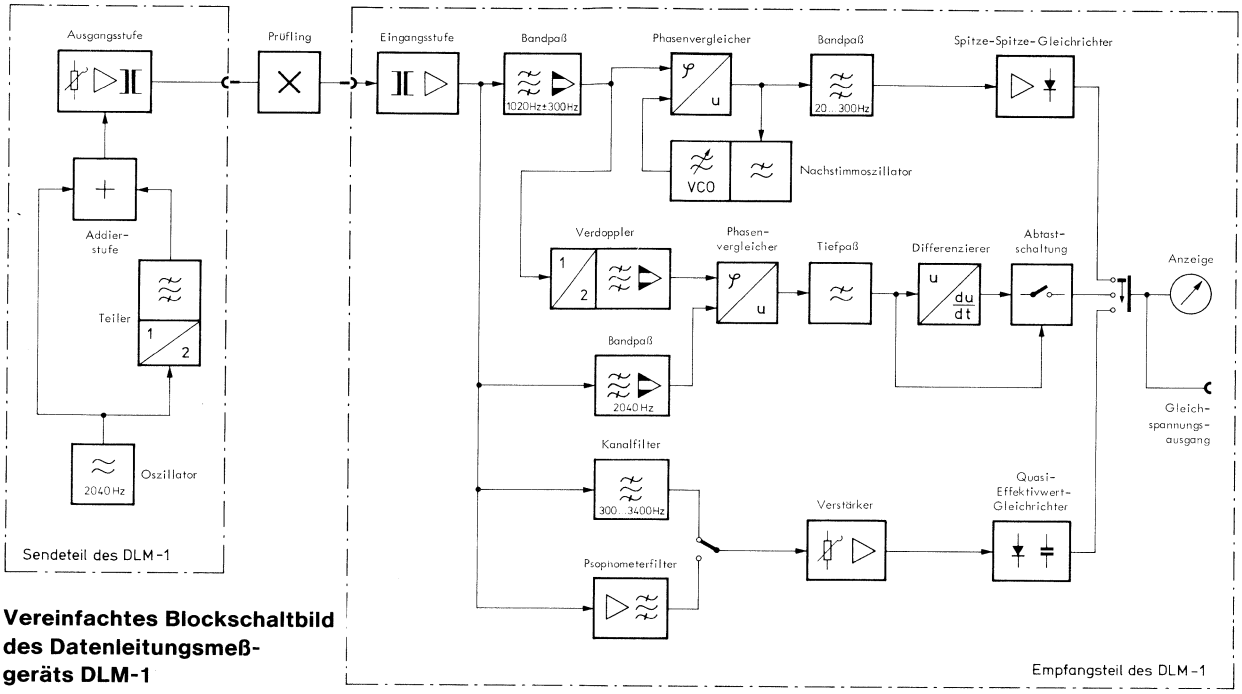


- **Phasenjittermessungen entsprechend der CCITT-Empfehlung O.91, Genf 1972**
- **Geräuschmessung psophometrisch bewertet**
- **Pegelmessung**
- **Testfrequenzen 1020 Hz und 2040 Hz**
- **Sende- und Empfangsteil in einem Gehäuse**
- **Gleichstrom-Halteschaltungen (Option)**
- **Frequenzversatzmessungen nach CCITT-Empfehlung O.111, Genf 1972 (Option)**

Anwendung und Eigenschaften

Fernsprechleitungen, die für Datenübertragung benutzt werden, sollen bezüglich ihrer Übertragungsparameter der CCITT-Empfehlung M. 1020 entsprechen. Neben den Gruppenlaufzeit- und Dämpfungsverzerrungen, die vorteilhaft mit unseren Gruppenlaufzeit- und Dämpfungsmeßplätzen LD-3 und LD-30 erfaßt werden können, interessieren vor allem der Phasenjitter, das Systemgrundgeräusch sowie der Frequenzversatz.
Das Datenleitungsmeßgerät DLM-1 mißt diese Größen entsprechend den in den CCITT-Empfehlungen O.91 und O.111 festgelegten Bedingungen.
Der an übertragenen Datensignalen beobachtete Phasenjitter wird in Trägerfrequenzsystemen hauptsächlich durch unerwünschte Phasenmodulation der Trägergeneratoren verursacht. Diese Modulation wird durch die Frequenzumsetzung auf den Sprachkanal übertragen. Da die hauptsächlichen Modulationskomponenten vom Rufstrom sowie der Netzfrequenz und ihren Harmonischen verursacht werden, erfolgt die Phasenjittermessung innerhalb eines Frequenzbereichs von ± 300 Hz um einen niederfrequenten Testton von 1020 Hz.

Um den Einfluß des Kanalgrundgeräusches auf den Phasenjitter zu erkennen, sollte im Zusammenhang mit einer Phasenjittermessung immer auch eine Messung des Grundgeräusches erfolgen.



Vereinfachtes Blockschaltbild des Datenleitungsmeß-geräts DLM-1

Ein Frequenzversatz kann an Trägerfrequenzsystemen durch nicht synchronisierte Trägergeneratoren entstehen. Das Datenleitungsmeßgerät DLM-1 gestattet es, diesen Frequenzversatz im Bereich 0,1 bis 10 Hz zu messen.
Außer der Normalausführung des DLM-1 mit einem Netzfrequenzbereich von 45 bis 66 Hz ist eine Sonderausführung lieferbar, die den Betrieb an 400-Hz-Netzen oder bei Zwischenschalten des Wechselrichters WR 420 (Ausgangsfrequenz 400 Hz) den Anschluß an Batteriespannungen zwischen 12 und 60 V ermöglicht.

Technische Einzelheiten

Gesamtgerät

Das Datenleitungsmeßgerät DLM-1 besteht aus einem Sende- und einem Empfangsteil, die in einem Gehäuse zusammengefaßt sind. Der Sender erzeugt zwei Testfrequenzen 1020 Hz und 2040 Hz, die je nach der Meßaufgabe einzeln oder gemeinsam eingeschaltet werden. Der Sendepegel läßt sich in Stufen zu 5 dB im Bereich −30 bis 0 dBm einstellen. Das Ausgangssignal steht symmetrisch und erdfrei mit einem umschaltbaren Innenwiderstand von 600 Ω oder ca. 0 Ω zur Verfügung (andere Innenwiderstände im Bereich 150 Ω bis 900 Ω sind möglich).
Der Empfänger hat ebenfalls einen symmetrischen und erdfreien Eingang mit zwei umschaltbaren Eingangswiderständen von 600 Ω und ca. 20 kΩ (auf andere Werte umrüstbar). Entsprechend den verschiedenen Meßaufgaben wird das Eingangssignal über verschiedene Meßpfade ausgewertet.
Zur Aufrechterhaltung der Amtsschleife bei Messungen in Telefonnetzen übernimmt eine auf Wunsch lieferbare Gleichstrom-Halteschaltung sowohl im Sender als auch im Empfänger den Haltestrom.

Phasenjittermessung

Der Sender gibt einen Testton von 1020 Hz an den Prüfling oder die Übertragungsstrecke ab. Empfangsseitig gelangt das zu messende Eingangssignal nach dem Aussieben von Störsignalen durch einen Bandpaß zu einer Phasenmeßeinrichtung. Der Phasenmesser arbeitet mit einem träge nachgeregelten Referenzoszillator. Das Meßergebnis wird über einen Spitze-Spitze-Gleichrichter am Instrument angezeigt. Der Meßbereich kann zwischen 3 Grad, 10 Grad und 30 Grad umgeschaltet werden. Zur externen Weiterverarbeitung der Phasenjitter-Meßergebnisse ist vor und nach dem Gleichrichter ein Ausgang zur Frequenzanalyse der Störphasenmodulation und zum Betrieb eines Streifenschreibers vorgesehen.
Außerdem steht das Ausgangssignal des Referenzoszillators für direkte Frequenz- bzw. Frequenzversatzmessungen mit Hilfe eines Frequenzzählers an einer Buchse zur Verfügung.

Pegel- und Geräuschmessung

Eine Pegelmessung im Bereich − 40 bis + 10 dBm kann wahlweise mit einem Testton von 1020 Hz oder 2040 Hz durchgeführt werden. Der Empfänger enthält für diese Messung ein Kanalfilter 300 bis 3400 Hz.
Bei Geräuschmessungen ist der Sender automatisch ausgetastet. Das Grundgeräusch der Datenleitung wird psophometrisch bewertet im Bereich − 80 bis − 30 dBmp gemessen.

Frequenzversatzmessung

Als Ergänzung kann auf Wunsch ein Zusatz zur Messung des Frequenzversatzes nach der Zweitonmeßmethode eingebaut werden. Der Sender gibt hierzu gleichzeitig zwei

Testtöne mit den Frequenzen 1020 Hz und 2040 Hz ab. Erfahren die beiden Signale bei der Übertragung einen Frequenzversatz, so hat dieser bei beiden zwar den gleichen Betrag Δf, jedoch unterschiedlichen relativen Versatz. Im Empfänger wird diese Frequenzverschiebung ausgewertet und als absoluter Frequenzversatz Δf angezeigt.

Am Anzeigeinstrument ist der Betrag des Frequenzversatzes ablesbar; das Vorzeichen ist an zwei Leuchtdioden ersichtlich. Sehr kleine Frequenzversätze können am Aufblitzen einer Leuchtdiode ausgezählt werden. Ein Gleichspannungsausgang erlaubt eine vorzeichenrichtige Registrierung des Meßergebnisses.

Technische Daten des Datenleitungsmeßgeräts — DLM-1

Die Daten entsprechen den CCITT-Empfehlungen O.91 und O.111, Genf 1972. Die angegebenen Fehlergrenzen gelten, wenn nicht anders vermerkt, für die Nenngebrauchsbereiche der Umgebungstemperatur, Netzspannung und Netzfrequenz.

Sendeteil

Sendefrequenzen

$f_1 = 1020$ Hz ± 1%
und $f_2 = 2040$ Hz, harmonisch zu f_1
Auswahl der Sendefrequenzen mit dem Betriebsartschalter

Sendepegel

schaltbar in 5-dB-Stufen . . . . . – 30 bis 0 dBm
Bei breitbandiger effektiver Messung beider Sendesignale erfolgt eine Mehranzeige von 3 dB

Ausgang

. . . . . symmetrisch, erdfrei
Innenwiderstand, Nennwerte . . . . . 600 Ω, ca. 0 Ω
(auf andere Werte im Bereich 150 Ω bis 900 Ω umrüstbar)
Reflexionsdämpfungsmaß bei R_i = 600 Ω
im Bereich 300 Hz bis 6 kHz . . . . . ≧ 30 dB
Betriebs-Unsymmetriedämpfungsmaß
im Bereich 300 Hz bis 6 kHz . . . . . ≧ 50 dB
Gleichstrom-Halteschaltung (max. Haltestrom 100 mA) . Zusatzeinrichtung auf Wunsch

Empfangsteil

Eingang

. . . . . symmetrisch, erdfrei
Eingangswiderstand, Nennwerte . . . . . 600 Ω, ca. 20 kΩ
(auf andere Werte im Bereich 150 Ω bis 900 Ω umrüstbar)
Reflexionsdämpfungsmaß bei R_e = 600 Ω
im Bereich 300 Hz bis 6 kHz . . . . . ≧ 30 dB
Betriebs-Unsymmetriedämpfungsmaß
im Bereich 300 Hz bis 6 kHz . . . . . ≧ 50 dB
Gleichstrom-Halteschaltung (max. Haltestrom 100 mA) . Zusatzeinrichtung auf Wunsch

Pegelmessung

Empfangsband . . . . . 300 bis 3400 Hz
Meßbereich
Stellungen des Pegelschalters . . . . . – 30, – 20, – 10, 0, + 10 dBm
Anzeigebereich des Instruments . . . . . – 20 bis + 1 dB

Geräuschmessung

Bewertung . . . . . psophometrisch nach CCITT[1])
Meßbereich
Stellungen des Pegelschalters . . . . . – 70, – 60, – 50, – 40, – 30 dBmp
Anzeigebereich des Instruments . . . . . – 20 bis + 1 dB

Phasenjittermessung

Meßfrequenz . . . . . 980 bis 1040 Hz
Meßbereiche . . . . . 3, 10, 30 Grad
Es wird der Spitze-Spitze-Jitter angezeigt
Fehlergrenzen des angezeigten Jitters bei sinusförmiger Phasenmodulation mit 50 oder 60 Hz
im Eingangspegelbereich –20 bis +10 dBm . . . . . ± 5% v. M. ± 0,2 Grad
bei Eingangspegel –30 dBm . . . . . ± 5% v. M. –0,2/+0,3 Grad
bei Eingangspegel –40 dBm . . . . . ± 5% v. M. –0,2/+0,5 Grad
Frequenzgang der Anzeige, bezogen auf f_{mod} = 50 oder 60 Hz
im Bereich f_{mod} = 20 bis 300 Hz . . . . . ± 5%
Anzeige
bei f_{mod} = 12 bzw. 400 Hz . . . . . < 85%
bei f_{mod} = 2 bzw. 500 Hz . . . . . < 25%
bei f_{mod} ≧ 2 kHz . . . . . < 3%

1) CCITT-Grünbuch V, Rec. P. 53, 1972

Dämpfung des Eingangsfilters bei f ≦ 60 Hz und f ≧ 20 kHz . . . . . ≧ 40 dB

AM/PM-Umwandlung . . . . . ≦ 0,2 Grad/10%

Frequenzversatzmessung

(Zusatzeinrichtung auf Wunsch)
Meßfrequenzen . . . . . $f_1 = f_o \pm \Delta f$ (f_o = 990 bis 1030 Hz)
$f_2 = 2 f_o \pm \Delta f$
Meßbereiche . . . . . 1, 3, 10 Hz

Anzeige des Vorzeichens mit zwei Leuchtdioden.
Für Frequenzversatz < 1 Hz kann der Versatz mit einer blinkenden Leuchtdiode ausgezählt werden.

Fehlergrenzen des angezeigten Frequenzversatzes, Meßsignal jitter- und rauschfrei
im Meßbereich 1 Hz . . . . . ± 0,05 Hz
im Meßbereich 3 Hz . . . . . ± 0,15 Hz
im Meßbereich 10 Hz . . . . . ± 0,5 Hz

Ausgänge
(Geräterückseite)

Wechselspannungsausgänge
für . . . . . Jitter
und . . . . . Pegel bzw. Geräusch
Innenwiderstand . . . . . 600 Ω
Ausgangsspannung bei Instrumentenvollausschlag und $R_i = R_a$ . . . . . 0 dB

Ausgang für die jitterfreie Referenzspannung des Phasenregelkreises bei Jittermessung
Signalform . . . . . Rechteck

Gleichspannungsausgänge
Ausgang für Jitter, Pegel, Geräusch (je nach Stellung des Betriebsartschalters)
Innenwiderstand . . . . . 5 kΩ
Leerlaufspannung bei Instrumentenvollausschlag . . . . . + 5 V

Ausgang für Frequenzversatz (bei entsprechender Stellung des Betriebsartschalters)
Innenwiderstand . . . . . 5 kΩ

Leerlaufspannung
bei positivem Frequenzversatz . . . . . + 2,5 bis + 5 V
bei negativem Frequenzversatz . . . . . + 2,5 bis 0 V

Allgemeine Daten

Umgebungstemperatur
Lager und Transport . . . . . − 40 bis + 70° C
Nenngebrauchsbereich (≙ Grenzbetriebsbereich) . . . . . + 5 bis + 40° C

Stromversorgung
Nenngebrauchsbereiche der Netzspannung . . . 110 / 117 / 127 / 220 / 227 / 235 V
− 15% / + 10%
Nenngebrauchsbereich der Netzfrequenz . . . . . 45 bis 66 Hz

Netzfrequenzbereich bei Sonderausführung des DLM-1 . . . . . bis 400 Hz

Abmessungen Breite . . . . . 233 mm
Höhe . . . . . 199 mm
Tiefe . . . . . 390 mm

Gewicht . . . . . 7,5 kg

Bestellangaben

Datenleitungsmeßgerät DLM-1	BN 672
Datenleitungsmeßgerät DLM-1 für Netzfrequenzen bis 400 Hz	BN 672/3
Zusatzeinrichtungen (gegen Aufpreis)	
Frequenzversatz-Meßeinrichtung	BN 672/1
Gleichstrom-Halteschaltung (gemeinsam für Sende- u. Empfangsteil)	BN 672/2
Wechselrichter WR 420 (für Batteriebetrieb der 400-Hz-Ausführung des DLM-1/BN 672/3)	BN 678
Transportschutzdeckel	DE 13

FVM-1
Frequenzversatzmeßgerät

für Trägerfrequenz-Systeme



- **Meßfrequenzen nach CCITT**
- **Einfache Bedienung**
- **Kompakte Bauform**
- **Batterie- oder Netzbetrieb**

Anwendung und Eigenschaften

Das Frequenzversatzmeßgerät FVM-1 mißt im Telefonkanal die Frequenzverschiebung bei der Übertragung von Informationen über Trägerfrequenzeinrichtungen. Derartige Frequenzverschiebungen können zwischen Eingang und Ausgang eines TF-Systems im Sprachkanal auftreten, wenn auf der Übertragungsstrecke nichtsynchronisierte Trägergeneratoren zur Signalumsetzung benutzt werden. Das CCITT Grünbuch empfiehlt im Band III unter G. 135, daß der Frequenzversatz bei Wechselstromtelegrafie über einen Telefonkanal ± 2 Hz nicht überschreiten soll, wobei ein hypothetischer Bezugskreis von 2500 km Länge zugrundegelegt ist. Erfahrungsgemäß gilt diese Forderung meist als gesichert, wenn nach Empfehlung G. 225 der relative Fehler $\Delta f/f$ der Trägerfrequenzgeneratoren je nach Umfang der zusammengefaßten Gruppe kleiner als 10^{-6} bis 10^{-8} gehalten wird.

Für die Übertragung von Rundfunk und Stereophonie gelten strengere Anforderungen. Laut CCIR-Empf. 505 soll der Frequenzversatz hierfür höchstens 1 Hz betragen oder noch wesentlich darunter liegen. Mit dem Gerät FVM-1 lassen sich Frequenzverschiebungen im Bereich von 0,1 Hz bis 10 Hz messen. Betriebe der Datenübertragungstechnik können mit diesem Gerät zum Beispiel auch den künstlich erzeugten Frequenzversatz innerhalb eines Modem-Meßplatzes kontrollieren.

Die in der CCITT Empfehlung 0.111 genannten harmonischen

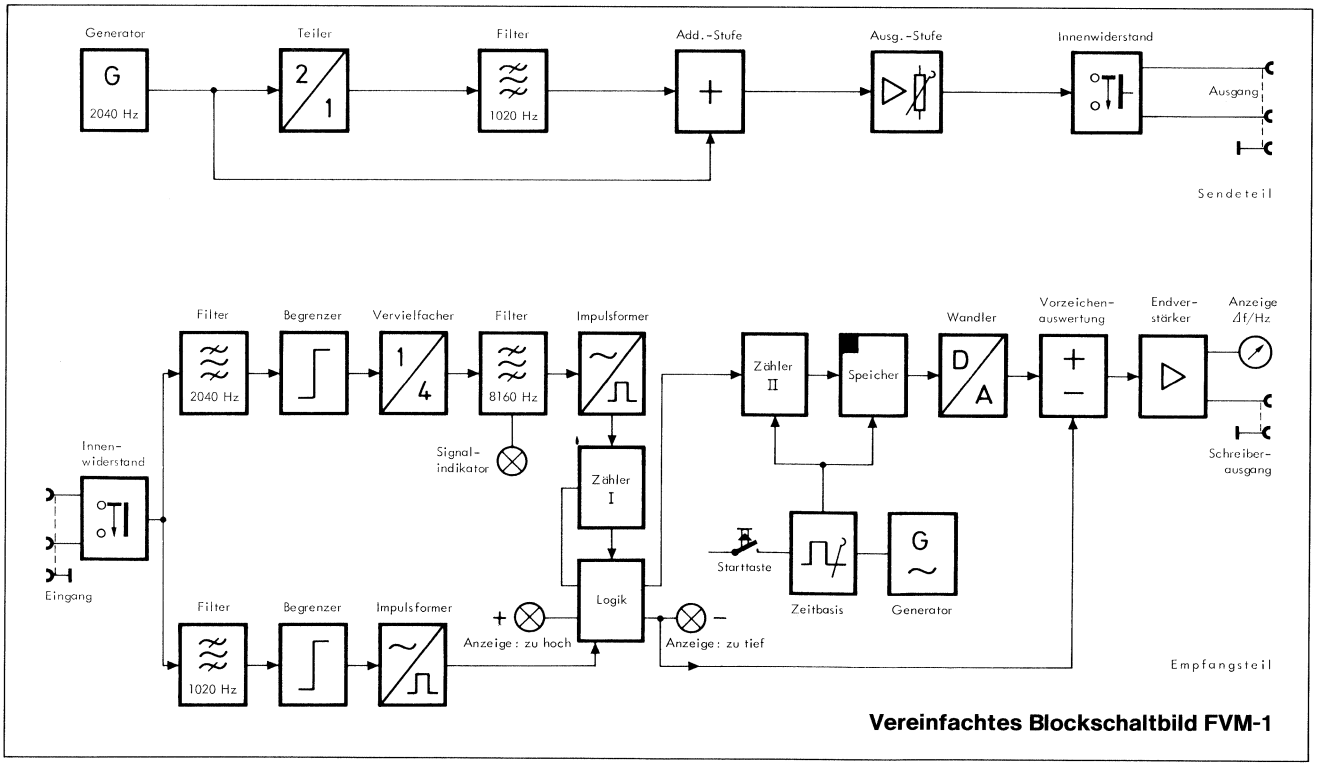
Frequenzen 1020 Hz und 2040 Hz werden gleichzeitig über die zu messende Strecke gegeben und bei der Übertragung um einen absolut gleichen Wert Δf – das ist die wiederhergestellte Frequenz minus der gesendeten Frequenz – verschoben.
Der relative Frequenzversatz ist jedoch unterschiedlich, d.h. die beiden Meßsignale sind empfangsseitig nicht mehr harmonisch. Auf dieser physikalischen Voraussetzung beruht das Meßverfahren des FVM-1. Der relative Frequenzversatz wird im Gerät als Änderung ΔT der Periodendauer beider Empfangsfrequenzen über mehrere Perioden aufsummiert. Das Ergebnis wird so ausgewertet, daß es an einem Meßinstrument als Frequenzversatz im Bereich 0,1 bis 10 Hz ablesbar ist.
Frequenzverschiebungen, die kleiner als 0,1 Hz sind, lassen sich durch Auszählen der Blinkfrequenz einer Leuchtdiode auswerten, wobei eine Unterscheidung zwischen positiver und negativer Ablage möglich ist.

Das Frequenzversatzmeßgerät FVM-1 enthält den Sende- und Empfangsteil in einem handlichen, leicht transportablen Gehäuse. Die Stromversorgung erfolgt je nach Gerätetyp entweder vom Wechselstromnetz oder durch Batterien (Monozellen oder Powerpack). Durch getrenntes Schalten des Sende- oder Empfangsteils ist ein sparsamer Batterieverbrauch gewährleistet.
Der Sendepegel ist zwischen –30 dB und 0 dB umschaltbar. Senderausgang und Empfängereingang sind symmetrisch ausgelegt, im Bedarfsfall bei einseitiger Verbindung mit Masse auch koaxial zu betreiben.

Die Innenwiderstände lassen sich zur Anpassung an die Strecke umschalten; für den Senderausgang 600 Ω bzw. ≈ 0 Ω, für den Empfängereingang 600 Ω bzw. ≧ 10 kΩ. Ein Gleichspannungsausgang gestattet den Anschluß externer Registriergeräte.

Technische Einzelheiten

Auf der Sendeseite wird die Frequenz des Ausgangssignals eines 2040-Hz-Oszillators halbiert, die entstehende 1020-Hz-Spannung ausgesiebt und dem ursprünglichen 2040-Hz-Signal in einer Addierstufe zugesetzt. Die gewonnene Summenspannung steht nach Durchlaufen eines Endverstärkers und Ausgangsteilers am symmetrischen Ausgang mit 600 Ω bzw. 0 Ω Innenwiderstand zur Verfügung. Der Sendepegel (Effektivwert des Summensignals) ist in 5-dB-Stufen zwischen –30 dB und 0 dB umschaltbar. Der Pegel jedes Einzelsignals ist um 3 dB kleiner.
Nach Durchlaufen der Übertragungsstrecke oder deren Nachbildung gelangt die 1020-Hz- und 2040-Hz-Spannung auf der Empfangsseite – durch Filter getrennt – an zwei Begrenzer. Damit ist die Meßeinrichtung unabhängig von Eingangspegelschwankungen. Das 2040-Hz-Signal wird aus Gründen einer genaueren Auflösung vervierfacht und durchläuft einen 8160-Hz-Bandpaß. Der Ausgang dieser Schaltung ist mit einer Leuchtdiode verbunden, die den Zustand »Signal vorhanden« anzeigt.
Das 8160-Hz-Signal gelangt außerdem über einen Impulsformer an den Zähler I. Der Stand dieses Zählers wird laufend durch Impulse abgefragt, die aus der 1020-Hz-Frequenz



Vereinfachtes Blockschaltbild FVM-1

gewonnen sind. Mit Hilfe mehrerer Flipflops wird die Periodendauer der beiden Meßfrequenzen miteinander verglichen. Bei vorhandenem Frequenzversatz Δf wertet eine Logikschaltung in Verbindung mit dem Zähler I die geringen Zeitunterschiede Δt als »zu hoch« oder »zu tief« aus, und zwar jedesmal dann, wenn nach Aufsummieren dieser Zeitintervalle eine bestimmte Toleranzgrenze T_p nach der Plus- oder Minusseite überschritten wurde. Die Auswerteimpulse sind dem Frequenzversatz proportional (z. B. 4 Impulse/s für 1 Hz Ablage). Im Rhythmus der Impulse blinkt diejenige Leuchtdiode, die dem positiven bzw. negativen Frequenzversatz zugeordnet ist. Damit läßt sich der absolute Frequenzversatz nach Vorzeichen und Größe bestimmen.
Die weiteren Schaltungen des Geräts gestatten, das ausgewertete Meßergebnis als absoluten Frequenzversatz $\pm \Delta f$ am Zeigerinstrument abzulesen. Dazu müssen die digitalen Auswerteimpulse in eine Analogspannung umgeformt werden. Der 64stellige Binärzähler II registriert die Auswerteimpulse des Zählers I und überträgt seinen Zählinhalt auf einen Flipflopspeicher. Diesen Vorgang, Zählen und Speichern, steuert eine umschaltbare Zeitbasis im Rhythmus von ca. 15 s (im Meßbereich 1 Hz) bzw. ca. 1,5 s (im Meßbereich 10 Hz). Ein Digital-Analog-Wandler übernimmt den Speicherinhalt im gleichen Rhythmus und wandelt ihn um in einen Strom, der proportional zur Frequenz der Auswerteimpulse (Blinkfrequenz der Leuchtdioden) ist. Die aus dem Strom gewonnene Gleichspannung gelangt über eine Vorzeichen-Auswerteschaltung an den Plus- oder Minuseingang des Endverstärkers und wird am Instrument als absoluter Frequenzversatz $\pm \Delta f$ in Hz angezeigt. Das Signal für die Vorzeichen-Umschaltung der Anzeige wird aus der Information »zu hoch/zu tief« gewonnen. Am Schreiberausgang des Geräts steht eine Gleichspannung von 0 V bis $\pm$ 2,5 V für Registrierzwecke zur Verfügung.

Technische Daten des Frequenzversatzmeßgeräts — FVM-1

Alle wesentlichen Geräteeigenschaften sind durch garantierte Toleranz- und Grenzwertangaben und nicht durch typische Werte gekennzeichnet. Sie gelten nicht nur bei Auslieferung, sondern mindestens für die gesamte Garantiezeit.

Sendeteil

Meßfrequenzen	Meßfrequenzen	$f_1 = 1020\ \text{Hz} \pm 2\%$ $f_2 = 2 \times f_1 = 2040\ \text{Hz} \pm 2\%$
Sendepegel	(Effektivwert des Summensignals) in 5-dB-Stufen einstellbar	$-30\ \text{dB} \ldots 0\ \text{dB}$
Ausgang	symmetrisch, einseitig erdbar	
	Innenwiderstand, umschaltbar	600 Ω, 0 Ω (ca. 50 Ω)
	Reflexionsdämpfung (R_i = 600 Ω)	≧ 30 dB
	Unsymmetriedämpfungsmaß	≧ 50 dB

Empfangsteil

Meßfrequenzen	Meßfrequenzen	$f_1 = 1020\ \text{Hz} \pm 2\% \pm \Delta f$ $f_2 = 2 \times f_1 = 2040\ \text{Hz} \pm 2\% \pm \Delta f$
Eingangspegelbereich	(Effektivwert des Summensignals) ohne Umschaltung	−30 dB bis +10 dB
	Zulässige Pegeldifferenz zwischen f_1 und f_2	≦ 6 dB
Eingang	symmetrisch, einseitig erdbar	
	Eingangswiderstand im Bereich 300 Hz bis 10 kHz, umschaltbar	600 Ω; ≧ 10 kΩ
	Reflexionsdämpfung (R_i = 600 Ω)	≧ 30 dB
	Unsymmetriedämpfungsmaß	≧ 50 dB

Meßbereiche	umschaltbar	x 10	x 1
	Frequenzversatz-Meßbereiche	± 10 Hz	± 1 Hz
	Kleinster, am Instrument ablesbarer Frequenzversatz	0,2 Hz	0,02 Hz
Meßzeit	ohne Betätigung der Starttaste	3 s	30 s
	mit Betätigung der Starttaste	1,5 s	15 s
	Meßfehler	± 0,5 Hz	± 0,05 Hz

Zusatzfehler durch Rauschpegel von −26 dB, Bandbreite 4 kHz	≦ 0,04 Hz

Gleichspannungsausgang

(X-Y-Schreiberausgang)

Leerlaufspannung . . . . . ± 2,5 V

Innenwiderstand . . . . . R_i = 5 kΩ

Stromversorgung

(aus Netz oder Batterie)

Netzbetrieb

Nenngebrauchsbereiche der Netzspannung . . . . . 110, 117, 127, 220, 227, 235 V, jeweils −15% bis +10%

Nenngebrauchsbereich der Netzfrequenz . . . . . 45 Hz bis 66 Hz

Leistungsaufnahme . . . . . ca. 5 VA

Schutzklasse I nach VDE 0411

Batteriebetrieb . . . . . 8 Monozellen je 1,5 V oder 2 Powerpack je 9 V

Allgemeine Angaben

Umgebungstemperaturbereiche

Nenngebrauchsbereich . . . . . +10 bis +35 °C

Grenzbetriebsbereich . . . . . 0 bis +45 °C

Transport und Lagerung . . . . . −40 bis +70 °C

Abmessungen b x h x t in mm . . . . . 90 x 210 x 280

Gewicht . . . . . 3 kg

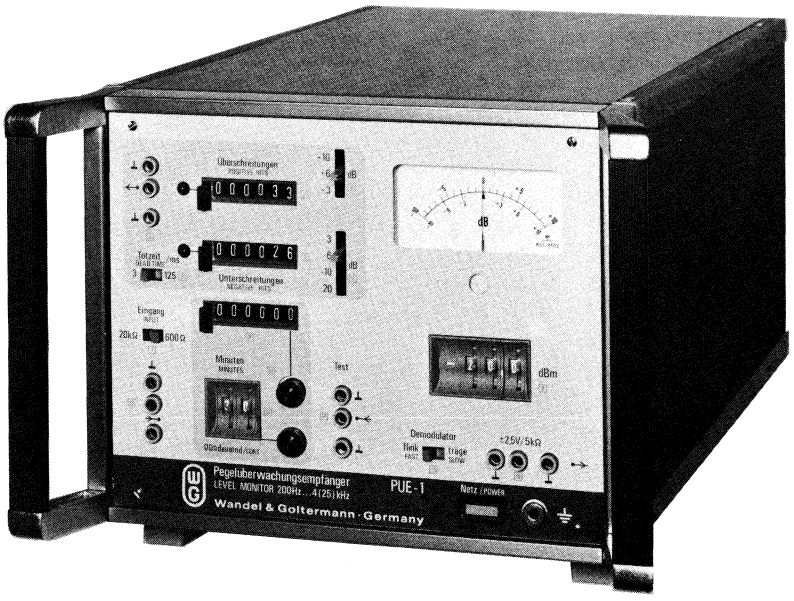
Bestellangaben

FVM-1 für Netzbetrieb	BN 571/0
FVM-1 für Batteriebetrieb (Powerpack)	BN 571/1
FVM-1 für Batteriebetrieb (Monozellen)	BN 571/2

In Vorbereitung

PUE-1
Pegelüberwachungsempfänger

zum Messen und Prüfen eines Datenkanals



- **Überwachung**
  - **eines Prüftons im Datenkanal auf Unterbrechungen (CCITT-Empfehlung O. 61 bzw. O. 62) und Pegelsprünge**
  - **der Pegelstabilität von Datensignalen entsprechend CCITT-Empfehlung V. 21, V. 23, V. 26 und V. 27 oder eines Datensignals mit max. 19 200 Baud**
- **Ereigniszählung mit einstellbarer Zeitbasis und Zeitzähler**

Anwendung und Eigenschaften

Zur Beurteilung der Qualität einer Datenleitung lassen sich verschiedene Größen heranziehen, wie z. B. das Grundgeräusch, das Impulsgeräusch, der Dämpfungsfrequenzgang und die Gruppenlaufzeit sowie die Stabilität von Pegel und Phase eines Prüftons.

Für Betriebsmessungen, die einfach in der Durchführung und ohne großen apparativen Aufwand möglich sein müssen, ist eine Überwachung der Pegelstabilität besonders günstig.
Das geeignete Meßgerät ist der Pegelüberwachungsempfänger PUE-1. Er mißt und überwacht entweder den Pegel eines Prüftons im freigeschalteten Datenkanal auf Unterbrechungen (CCITT-Empfehlung O. 61 bzw. O. 62) und Pegelsprünge oder den Pegel von Datensignalen entsprechend den CCITT-Empfehlungen V. 21, V. 23, V. 26 und V. 27 und von Datensignalen bis max. 19 200 Baud.

Der Empfänger hat einen nutzbaren Frequenzbereich von 200 Hz bis 25 kHz. Ein eingebauter 4-kHz-Tiefpaß dient zur Anpassung an die TF-Kanalbreite. Der Eingang ist symmetrisch und hat einen umschaltbaren Widerstand von 600 Ω oder 20 kΩ. Der 600-Ω-Eingang ist für einen Halte-Gleichstrom von max. 100 mA ausgelegt, wobei der Spannungsabfall ca. 13 V beträgt.
Die Pegelüberwachung erfolgt bezüglich zweier einstell-

barer Toleranzgrenzen. Über- und Unterschreitungen des gewählten Toleranzbereichs werden mit 6stelligen mechanischen Zählern getrennt erfaßt.
Zur Anpassung an das Meßsignal (Prüfton oder Datensignal) kann die Ansprechzeit umgeschaltet werden. Die Dauer der Überwachung ist in Minutenschritten von 1 bis 99 min oder auf ∞ einstellbar. Ein mechanischer Zähler zeigt die abgelaufene Überwachungszeit an.

Technische Daten des Pegelüberwachungsempfängers PUE-1

Eingang

	symmetrisch, erdfrei
Symmetriedämpfung im Band 0,2 bis 6 kHz	≧ 50 dB
im Band 0,2 bis 25 kHz	≧ 40 dB
Eingangswiderstand, umschaltbar	600 Ω, 20 kΩ

Frequenzbereich

3-dB-Bandbreite f_u ... f_o	0,2 bis 4 kHz
Fremdfilteranschluß, nutzbarer Frequenzbereich	bis 25 kHz

Pegelmessung

Meßumfang	−49,9 bis +20 dBm
Anzeige mit linear geteilter Pegelskala	−10 bis +10 dB
Bereichsumschaltung in Schritten von	0,1, 1 und 10 dB

Pegelüberwachung

Empfindlichkeitseinstellung auf Sollpegel	−39,9 bis +10 dBm
Abweichung des Pegels vom eingestellten Empfindlichkeitswert für Skalenanzeige 0 dB bei 2 kHz	≦ 0,5 dB

Ansprechschwellen für die Zählung, bezogen auf den eingestellten Sollpegel,

für Überschreitungen, einstellbar	+3, +6, +10 dB
für Unterschreitungen, einstellbar	−3, −6, −10, −20 dB

Ansprechzeit bei einem vom Sollwert ausgehenden Spannungssprung mit dem 1,2fachen der zum Erreichen der wirklichen Schwelle notwendigen Höhe

für die Schwellen ± 3, ± 6, ± 10 dB, umschaltbar	3,5/15 ms

Totzeit
Zeitdauer vom Ende einer anerkannten Über- bzw. Unterschreitung bis zur Ansprechbereitschaft für einen neuen, gleichsinnigen Sprung: 125 ± 25 ms

Ausgänge

Meßwert, für Skalenanzeige 0 ± 10 dB	0 ± 2,5 V
Innenwiderstand	5 kΩ

Kennzeichnung von Überschreitungen, von Unterschreitungen sowie von Unter- und Überschreitungen

Allgemeine Daten

Umgebungstemperatur

Lager und Transport	−40 bis +70 °C
Nenngebrauchsbereich (≙ Grenzbetriebsbereich)	+5 bis +40 °C

Stromversorgung

Nenngebrauchsbereich der Netzspannung	99 bis 264 V
Nenngebrauchsbereich der Netzfrequenz	45 bis 66 Hz

Abmessungen

Tischgerät		1/2 19"-Einschub (DIN 41 494)	
Breite mit Griffen	265 mm	Einschubbreite	222 mm
Höhe über alles	199 mm	Einschubhöhe	176 mm
Tiefe mit Griffen	407 mm	Einbautiefe	353 mm

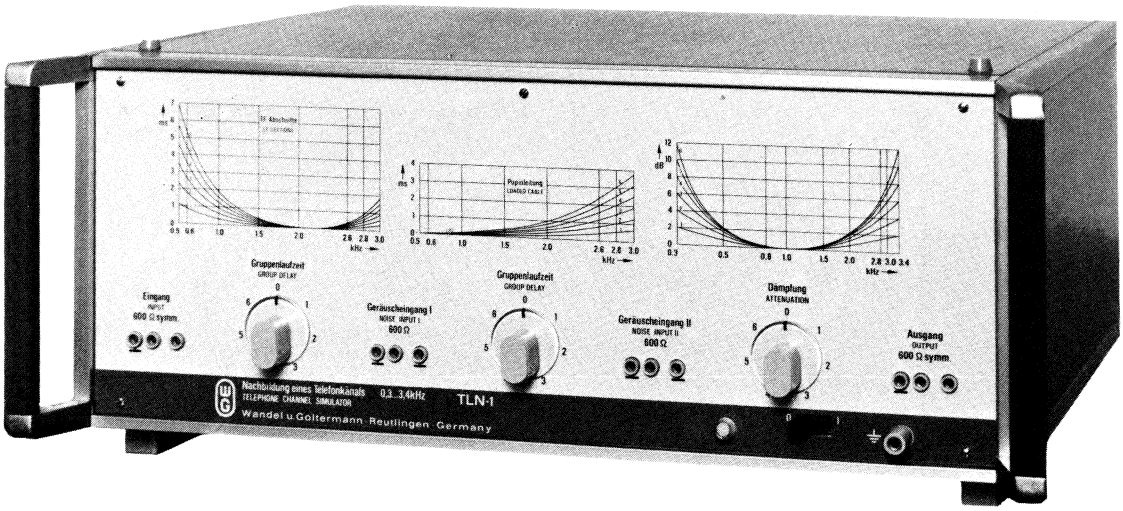
Gewicht: ca. 6 kg

Bestellangaben

Pegelüberwachungsempfänger PUE-1	BN 851

TLN-1
Leitungsnachbildung

zur Simulation der Gruppenlaufzeit- und Dämpfungsverzerrungen eines Fernsprechkanals



- **Nachbildung des Gruppenlaufzeitverhaltens von maximal 6 TF-Abschnitten und 6 pupinisierten Leitungsabschnitten**
- **Nachbildung der Dämpfungsverzerrungen**
- **Einstellung der Dämpfungs- und Laufzeitcharakteristiken voneinander unabhängig**
- **Entkoppelte Eingänge für willkürliche Störsignale am Ein- und Ausgang**

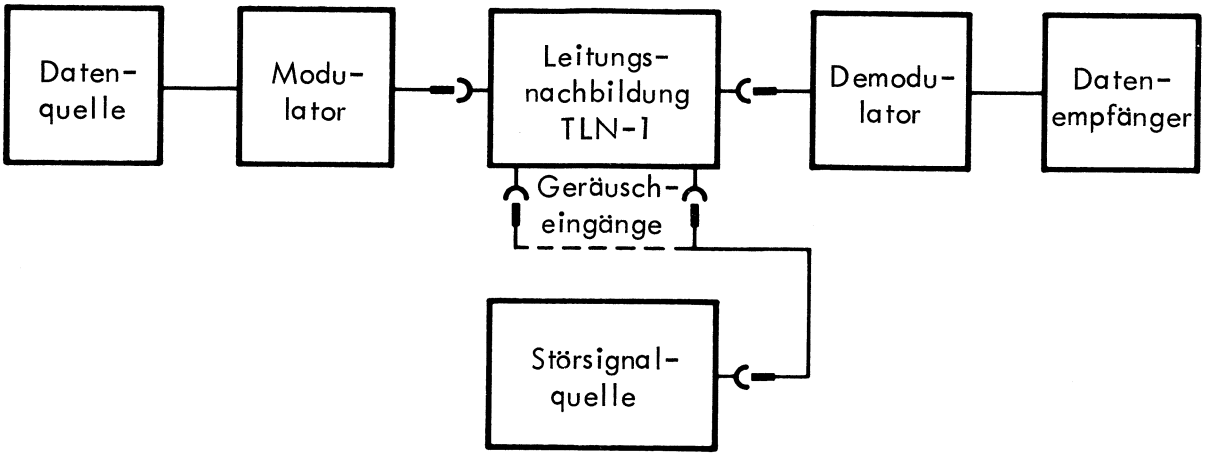
Anwendung und Eigenschaften

Zur Datenübertragung werden Fernsprechverbindungen (Frequenzbereich 0,3 bis 3,4 kHz) genutzt, die aus Trägerfrequenzabschnitten und verschieden langen pupinisierten Zuführungsstrecken bestehen. Die dabei auftretenden Dämpfungs- und Gruppenlaufzeitverzerrungen können zu Fehlern in den übertragenen Daten führen. Bei der Entwicklung und Prüfung von Daten-Modems spielen diese Eigenschaften eine wichtige Rolle. Zum Simulieren der Verzerrungen derartiger Fernsprechverbindungen dient die Leitungsnachbildung TLN-1.

Mit der Leitungsnachbildung TLN-1 können an 3 Schaltern unabhängig voneinander je 6 verschiedene Frequenzgänge der Gruppenlaufzeit von TF-Verbindungen und der Pupin-Leitungsabschnitte sowie der Dämpfungsverzerrung für die gesamte Verbindung eingestellt werden. Damit erlaubt das Gerät getrennte Untersuchungen hinsichtlich des Einflusses von Laufzeit- und Dämpfungsverzerrungen. Reichen 6 TF-Abschnitte bzw. 6 Leitungsabschnitte für die Simulierung einer Übertragungscharakteristik (z. B. extrem verzerrte internationale Verbindungen) nicht aus, können zwei oder mehrere Nachbildungen TLN-1 in Kette geschaltet werden.

Um den Einfluß eines Störsignals (z. B. weißes Rauschen) untersuchen zu können, ist die Nachbildung TLN-1 mit zwei zusätzlichen entkoppelten Eingängen versehen, über die

das Störsignal entweder am Eingang oder am Ausgang der Nachbildung zugeführt werden kann. Als Störsignalquelle eignet sich besonders der Rauschgenerator RG-1 von Wandel & Goltermann, aber auch Sinusgeneratoren und Tonbandaufnahmen von Wählgeräuschen usw. kommen zur Anwendung.



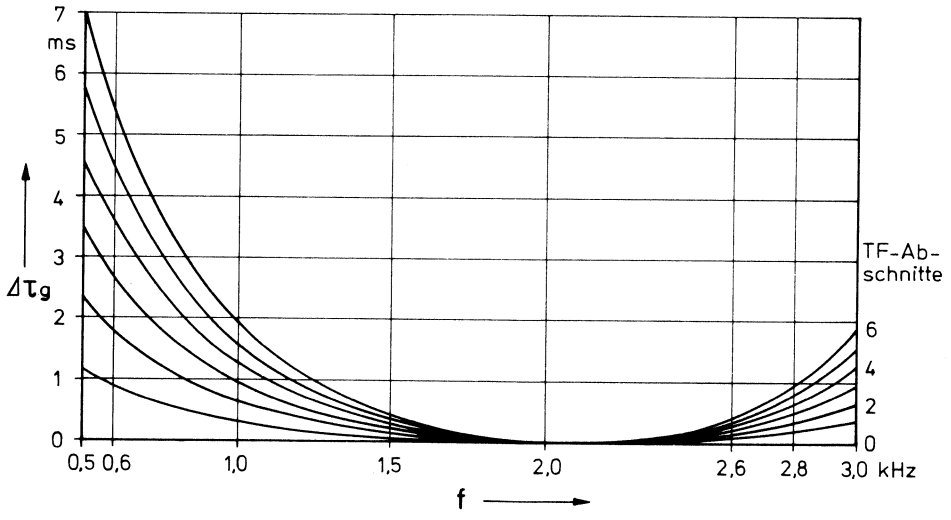
Meßaufbau zur Prüfung von Daten-Modems

Technische Daten der Leitungsnachbildung TLN-1

Alle wesentlichen Geräteeigenschaften sind durch garantierte Toleranz- und Grenzwertangaben und nicht durch typische Werte gekennzeichnet. Sie gelten nicht nur bei Auslieferung, sondern mindestens für die gesamte Garantiezeit.

Frequenzbereich . . . . . 0,3 bis 3,4 kHz

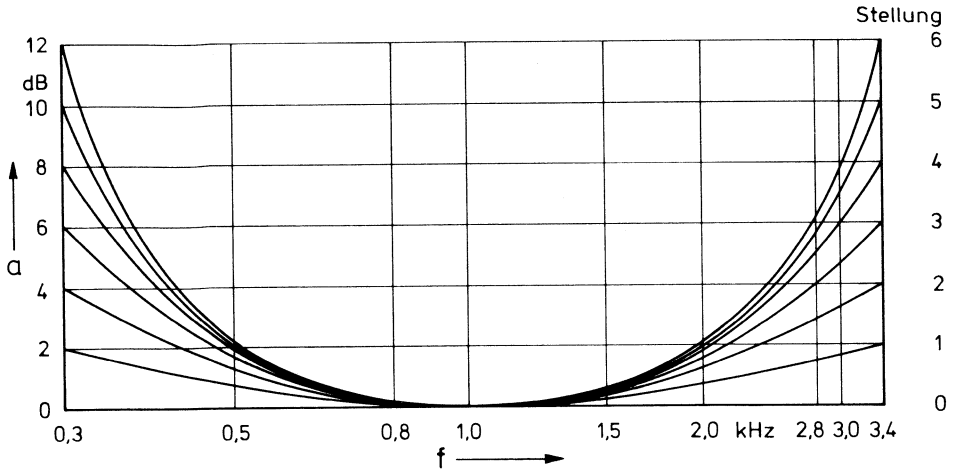
Gruppenlaufzeitverzerrungen von TF-Abschnitten Sollwerte im Frequenzbereich 0,5 bis 3,0 kHz bezogen auf 2,1 kHz



Fehlergrenzen
für den 1. TF-Leitungsabschnitt . . . . . +0,16/−0,11 ms
wie vorstehend, jedoch bei eingeschalteten Dämpfungsverzerrungen . +0,33/−0,11 ms
für jeden weiteren TF-Abschnitt . . . . . ±0,08 ms

Dämpfungsverzerrungen von TF-Abschnitten

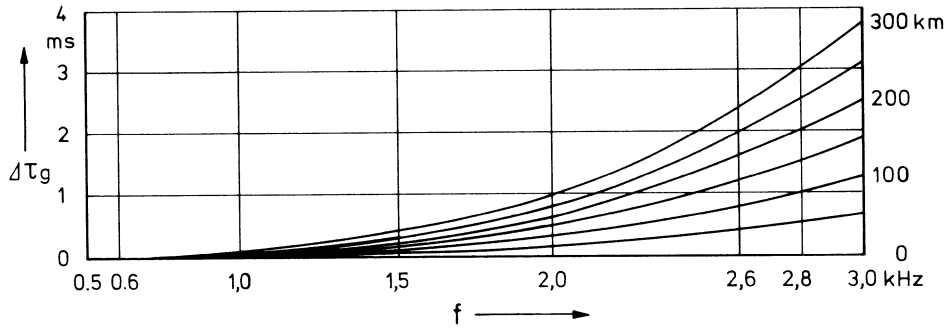
Sollwerte bezogen auf 1 kHz



Fehlergrenzen
bei ausgeschalteten Gruppenlaufzeitverzerrungen . . . . . ±0,6 dB
bei beliebig eingeschalteten Gruppenlaufzeitverzerrungen
von TF-Abschnitten zusätzlich bis zu . . . . . ±0,25 dB

Gruppenlaufzeitverzerrungen pupinisierter Leitungsabschnitte

Sollwerte im Frequenzbereich 0,5 bis 3,0 kHz bezogen auf 0,5 kHz.
Ein Abschnitt entspricht einer 50 km langen, schwach pupinisierten Leitung (ca. 80 mH/1,7 km).



Fehlergrenzen
für den ersten Pupinleitungsabschnitt . . . . . +0,12/−0,07 ms
für jeden weiteren Pupinleitungsabschnitt zusätzlich . . . . . ±0,04 ms

Dämpfungsverzerrungen bezogen auf 1 kHz, bis zu . . . . . ±0,25 dB

Signalein- und -ausgang

Eingangs- bzw. Ausgangswiderstand, symmetrisch . . . . . 600 Ω
Reflexionsdämpfung . . . . . ≧ 34 dB

Maximaler Eingangspegel . . . . . +6 dBm ≙ 1,55 V

Eigenklirrdämpfung a_{k2}, a_{k3} bei max. Eingangspegel . . . . . ≧ 40 dB

Einfügungsdämpfung (Schalterstellungen »0«) . . . . . 0 ± 1,4 dB

Sperrdämpfung bei 4 kHz . . . . . ≧ 10 dB
bei 4,2 kHz . . . . . 20 dB

Geräuscheingänge

Geräuscheingang I
Störsignal wird zum Eingangssignal addiert

Eingangswiderstand, unsymmetrisch . . . . . 600 Ω
Reflexionsdämpfung . . . . . ≧ 34 dB

Maximale Eingangsspannung Us . . . . . ≦ 1,55 V

Dämpfung bis zum Summierpunkt . . . . . 0 ± 0,2 dB

Entkopplung gegenüber dem Signaleingang . . . . . ≧ 40 dB

Geräuscheingang II
Störsignal wird zum Ausgangssignal addiert

Daten wie beim Geräuscheingang I

Allgemeine Daten

Nenngebrauchsbereiche der Netzspannung . . . . . 110 / 117 / 127 / 220 / 227 / 235 V
−15% / +10%

Nenngebrauchsbereich der Netzfrequenz . . . . . 45 bis 66 Hz

Nenngebrauchsbereich der Umgebungstemperatur . . . . . + 5 bis + 40 °C

Abmessungen	Tischgerät		19"-Einschub (DIN 41494)	
	Breite mit Griffen	478 mm	Einschubbreite	443 mm
	Höhe über alles	199 mm	Einschubhöhe	176 mm
	Tiefe mit Griffen	407 mm	Einbautiefe	353 mm

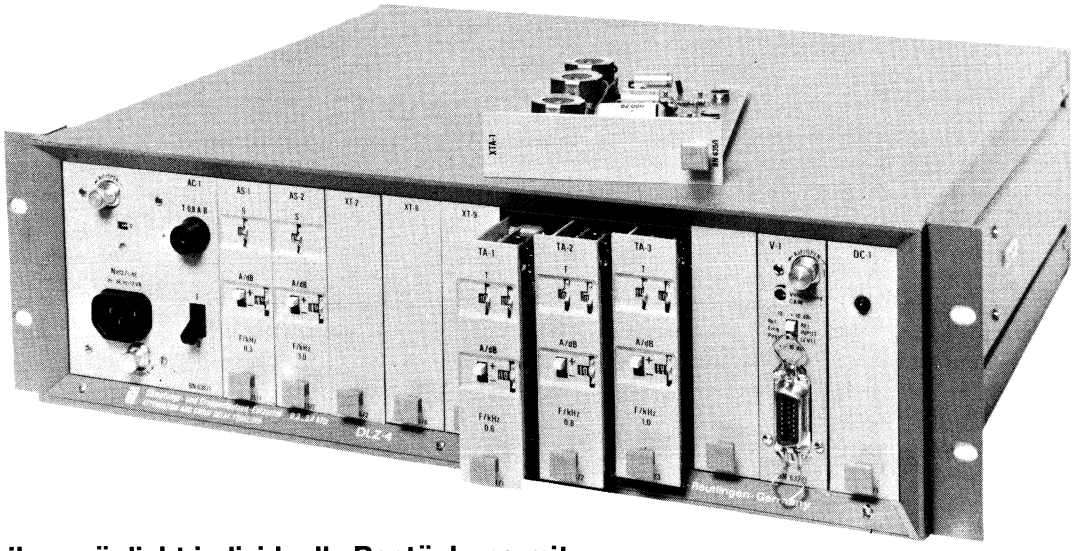
Gewicht . . . . . 7 kg

Bestellangaben

Leitungsnachbildung TLN-1	BN 622
Transportschutzdeckel (gegen Aufpreis)	DE-3

DLZ-4
Dämpfungs- und Laufzeitentzerrer

zur gleichzeitigen Entzerrung der Dämpfung und Gruppenlaufzeit in Telefonkanälen



- **Einschubtechnik ermöglicht individuelle Bestückung mit Teilentzerrern, die der Übertragungsstrecke ideal angepaßt sind**
- **Schneller und hochwertiger Abgleich mit Hilfe eines Rechners oder Entzerr-Katalogs**
- **Entzerrung von TF-Kanälen, Pupin-Strecken und deren Kombination**
- **Exakte Reproduzierbarkeit und hohe zeitliche Konstanz jeder einmal ermittelten Entzerrer-Einstellung**
- **Bestückung mit schaltbaren oder nicht schaltbaren Teilentzerrern auf Vorder- und Rückseite**
- **Entzerrung von max. 4 Kanälen in einem Gerät möglich**

Berücksichtigt die CCITT-Empfehlung M. 1020 (früher M. 102) und die US-Norm S 3 (20% der Laufzeit und 50% der Dämpfung von M. 1020)

Anwendung und Eigenschaften

Der Dämpfungs- und Laufzeitentzerrer DLZ-4 dient zur Entzerrung des Dämpfungs- und Gruppenlaufzeitfrequenzgangs in Telefonkanälen. Dadurch können für die Sprachübertragung ausgelegte Kanäle auch für schnelle Datenübertragung – entsprechend der CCITT-Empfehlung M. 1020 oder der US-Norm S 3 – benützt werden.
Dämpfungs- und Laufzeitkurven für Telefonkanäle sind sehr unterschiedlich. Der DLZ-4 wurde deshalb nach dem Baukastenprinzip konstruiert: Für die zu entzerrende Übertragungsstrecke werden individuell ausgesuchte Teilentzerrer-Kombinationen in den Entzerrer gesteckt. Die Teilentzerrer können als nicht schaltbare und schaltbare Einschübe ausgeführt sein.

In vielen Fällen ist die Entzerrung mehrerer Kanäle mit einem entsprechend bestückten DLZ-4 möglich.
Das Prinzip des DLZ-4 besteht darin, die Dämpfungs- und Laufzeitverzerrung einer Übertragungsstrecke durch eine komplementär verlaufende Dämpfungs- und Laufzeitkurve zu kompensieren. Die gesamte Entzerrungskurve ergibt sich aus der Summe der Teilentzerrer-Kurven.
Eine optimale Entzerrer-Einstellung gewährleistet das für einen Rechner vorbereitete FORTRAN IV-Programm, das speziell für den Dämpfungs- und Laufzeitentzerrer DLZ-4 entwickelt wurde. Ausgangsinformation ist der gemessene Dämpfungs- und Gruppenlaufzeitfrequenzgang des betreffenden Telefonkanals, der z. B. mit einem Gruppenlaufzeit-

und Dämpfungsmeßplatz z. B. LD-3, LD-30 von Wandel & Goltermann punktweise erfaßt wurde. Der Rechner ermittelt dann die Kombination der notwendigen Teilentzerrer und deren Einstellwerte. Diesen Werten entsprechend können definierte Widerstände auf die Platinen der »nicht schaltbaren Teilentzerrer« gesteckt oder gelötet werden, d. h. der DLZ-4 arbeitet als »zugeschnittener Festentzerrer«. Das Programm erlaubt den Abgleich der Übertragungsstrecke entsprechend der CCITT-Empfehlung M. 1020 oder der US-Norm S 3.
Eine weitere Möglichkeit, die Entzerrer-Einstellung rasch zu finden, bietet der von uns erstellte Entzerr-Katalog. Im allgemeinen erfüllt der damit entzerrte Dämpfungs- und Laufzeitfrequenzgang das Toleranzschema der CCITT-Empfehlung M. 1020. Schneidet aber der Dämpfungsfrequenzgang das Toleranzschema, so ermöglichen »schaltbare Teilentzerrer« durch einen einfachen und in definierten Schritten durchzuführenden »Handabgleich« rasch die Beseitigung dieser Restverzerrung. Die mit den »schaltbaren Teilentzerrern« gefundenen Einstellwerte können – wie oben erwähnt – ebenfalls mit Widerständen auf den Platinen der preiswerteren »nicht schaltbaren Teilentzerrer« realisiert werden.

Die Einstellung der Dämpfungs- und Laufzeitwerte am DLZ-4 erfolgt stufenweise; eine exakte Reproduzierbarkeit jeder einmal ermittelten Entzerrer-Einstellung ist deshalb gewährleistet. Einschübe gleichen Typs sind ohne Abgleich untereinander austauschbar.

Technische Einzelheiten

Der Dämpfungs- und Laufzeitentzerrer DLZ-4 wird nach Art eines Baukastens aus verschiedenen speziell zugeschnittenen Einschüben zusammengestellt. Die Einschübe sind durch einen Kennbuchstaben und eine Zahl charakterisiert.

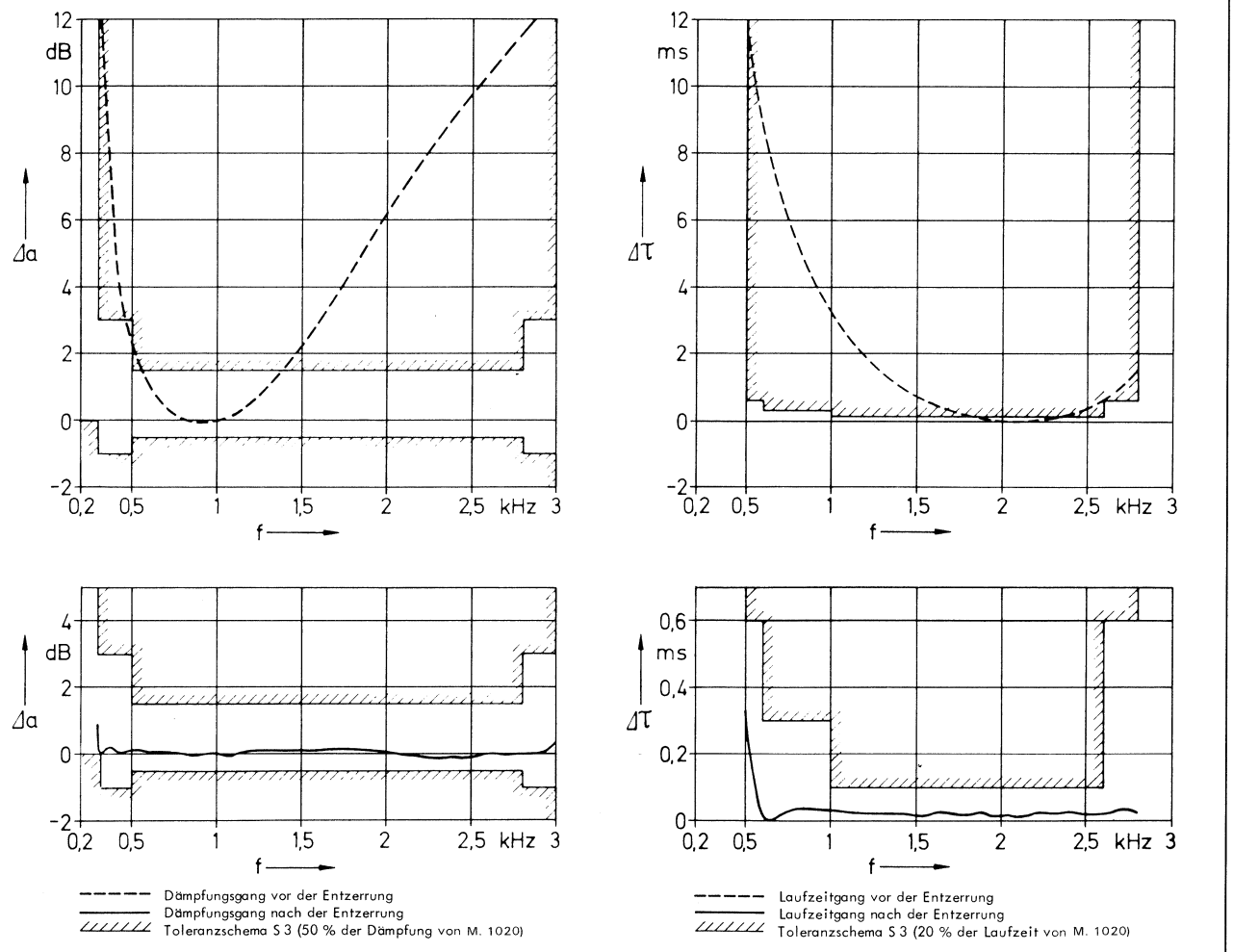


Bild 1 Entzerrung der Dämpfung und Gruppenlaufzeit in einem sehr stark verzerrten TF-Kanal mit dem Dämpfungs- und Laufzeitentzerrer DLZ-4

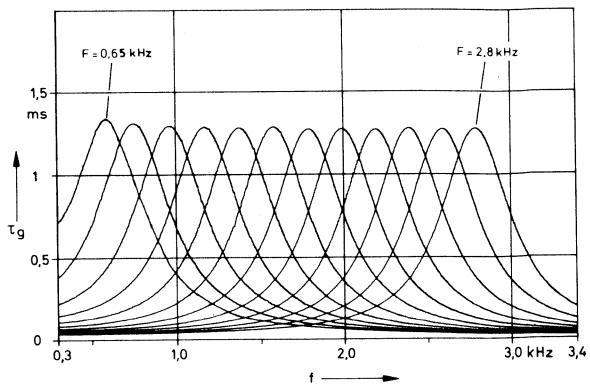


Bild 2 a Gruppenlaufzeitverhalten der Laufzeit- und Dämpfungsteile
F = 0,65 / 0,8 / 1,0 / 1,2 / . . . / 2,8 kHz
T = 60 = const. A = 0 dB

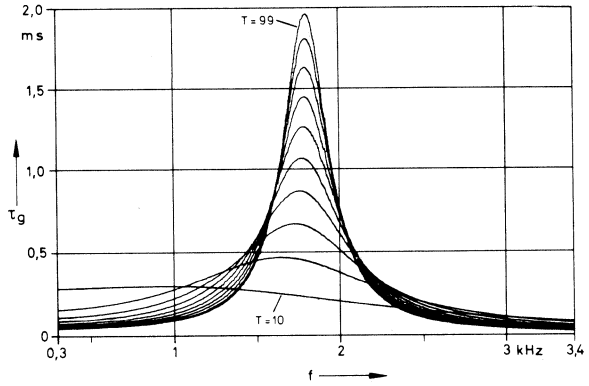


Bild 2 b Gruppenlaufzeitverhalten eines Laufzeit- und Dämpfungsteils
F = 1,8 kHz
T = 10, 20, 30, . . ., 90 und 99 A = 0 dB

Die einzelnen Kennbuchstaben der Teilentzerrer haben folgende Bedeutung:
T ≙ Gruppenlaufzeit (Time)
A ≙ Dämpfung (Attenuation)
S ≙ Steilheit (Slope)
X ≙ Teilentzerrer ist nicht schaltbar, die Einstellungen erfolgen mittels Brücken und Widerständen

Die Einschübe haben im einzelnen folgende Eigenschaften:
Die schaltbaren Dämpfungsteile AS-1 und AS-2 dienen der Entzerrung steiler Dämpfungsflanken an den Bandgrenzen einer Übertragungsstrecke. Die Dämpfungswerte bei 0,3 bzw. 3,0 kHz lassen sich zwischen 0 und ± 15 dB in 1-dB-Stufen einstellen. 10 Stufen sind für die Änderung der Kurvensteilheit vorgesehen. Die Phasendrehung dieser Dämpfungsteile ist sehr klein und damit ihr Einfluß auf die Gruppenlaufzeit im Kanal besonders gering. Ein zusätzlicher Aufwand für die Laufzeitentzerrung entfällt deshalb.
Der nicht schaltbare Einschub XAS-1 vereinigt die Funktionen der Dämpfungsteile AS-1 und AS-2. Die Einstellung der Steilheit und der Dämpfung erfolgt bei diesem Einschub durch Einlöten entsprechender Lötbrücken.
Den schaltbaren Laufzeit- und Dämpfungsteilen TA-1 bis TA-12 sind die Arbeitsfrequenzen 0,65 / 0,8 / 1,0 / 1,2 /.../ 2,8 kHz zugeordnet, bei denen der Dämpfungs- und Laufzeitfrequenzgang dieser Teilentzerrer ihren Extremwert aufweisen (siehe Bild 2 a und 2 b). Je Einschub bestehen für die Dämpfung 31 Einstellmöglichkeiten (A = 0 / ± 0,2 / ± 0,4 / ... / ± 3 dB) und für die Laufzeit 91 Einstellwerte (T = 0/10/11/12/... / 99), die alle mit Schaltern zu wählen sind.
Die TA-Einschübe können durch die nicht schaltbaren Laufzeit- und Dämpfungsteile XTA-1 bis XTA-4 ersetzt werden. Da bei diesen auf Schalter verzichtet wurde, kann ein XTA-Einschub bei gleichem Platzbedarf 3 TA-Einschübe ersetzen. Das Einstellen der Laufzeit- und Dämpfungswerte geschieht durch Einstecken oder Einlöten definierter Widerstände.
Die nicht schaltbaren Laufzeitteile XT-1 bis XT-8 sind für die Gruppenlaufzeitentzerrung von stark verzerrten

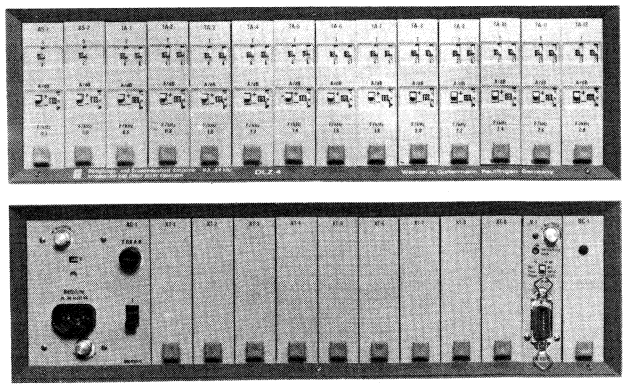


Bild 3 a Mit TA-Einschüben bestückter DLZ-4 zur Entzerrung des in Bild 1 gezeigten TF-Kanals (oben Vorder-, unten Rückseite)

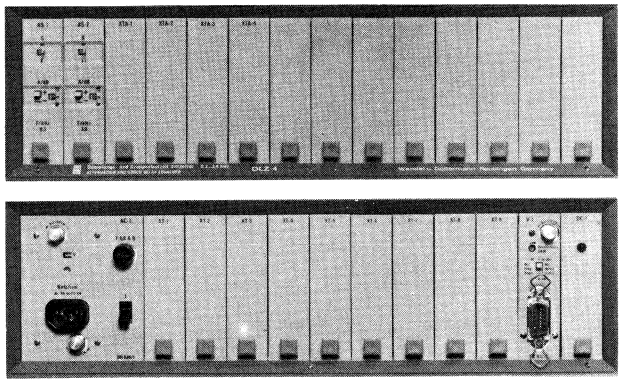


Bild 3 b Mit XTA-Einschüben bestückter DLZ-4 zur Entzerrung des in Bild 1 gezeigten TF-Kanals (oben Vorder-, unten Rückseite)

Kanälen vorgesehen. Je nach Grad der Verzerrung im Kanal ist der Aufwand an XT-Einschüben unterschiedlich. Näherungsweise lassen sich die erforderlichen Laufzeitteile aus der Zahl der TF-Abschnitte ermitteln. Zur Entzerrung besonders stark verzerrter TF-Kanäle ist zusätzlich das Laufzeitteil XT-9 notwendig, die Entzerrung pupinisierter Leitungsstrecken ermöglicht das Laufzeitteil XT-10.
Als Signaleingang des Entzerrers DLZ-4 dient ein Übertrager. Darauf folgen der Eingangsverstärker, die für die Entzerrung der Übertragungsstrecke notwendigen Teilentzerrer und der Ausgangsverstärker mit einem Übertrager. Eingangs- und Ausgangsverstärker sind auf dem Einschub Verstärker V-1 aufgebaut. Die Anpassung des Entzerrers an hohe relative Pegel der Übertragungsstrecke (−10 bis +10 dBr) und niedrige relative Pegel (< −10 dBr) ist mit einem Schiebeschalter möglich.

Alle Teilentzerrer und der Verstärker V-1 erhalten die Betriebsspannung aus dem Gleichspannungs-Netzteil DC-1, das mit einer Gleichspannung zwischen 23,5 und 56,5 V zu speisen ist. Ein Betrieb am Wechselspannungsnetz ermöglicht das Wechselspannungs-Netzteil AC-1, das dann die Gleichspannung für den Betrieb des Netzteils DC-1 liefert.

Hinweise zur Bestückung des DLZ-4 mit seinen Einschüben

Der Einschubrahmen des Dämpfungs- und Laufzeitentzerrers ist für 28 Einschub-Einheiten ausgelegt. Unabhängig von der zu entzerrenden Übertragungsstrecke und dem geforderten Toleranzschema (M. 1020 oder S 3) sind in jedem DLZ-4
- die Dämpfungsteile AS-1 und AS-2 oder ein Einschub XAS-1
- der Verstärker V-1
- das Gleichspannungs-Netzteil DC-1
- das Wechselspannungs-Netzteil AC-1
  (bei Anschluß des Geräts an Wechselspannung)
- die Einschübe XTA-1 bis XTA-4
  (bei Abgleich mit dem Rechner)
- die Einschübe TA-1 bis TA-12
  (bei Abgleich mit dem Entzerr-Katalog)

einzusetzen.
Die übrige Bestückung mit den Einschüben XT-1 bis XT-10 richtet sich nach dem Grad der Verzerrung im Übertragungskanal und dem geforderten Toleranzschema.

Hinweis: Grundsätzlich kann nach erfolgtem Abgleich des Entzerrers DLZ-4 mit Hilfe des Entzerr-Katalogs ein Satz der TA-Einschübe durch einen Satz der preisgünstigeren XTA-Einschübe ersetzt werden. Nicht besetzte Einschubplätze im Dämpfungs- und Laufzeitentzerrer DLZ-4 sind mit Leereinschüben auszufüllen.

Entzerrung pupinisierter Leitungsabschnitte
Mit Hilfe eines Rechners ist die Entzerrung pupinisierter Leitungsstrecken bis zu einem Gruppenlaufzeitanstieg von 3 ms bei 2,8 kHz gegenüber 500 Hz möglich. Benötigt werden die Einschübe XTA-1 bis XTA-4 und XT-10.

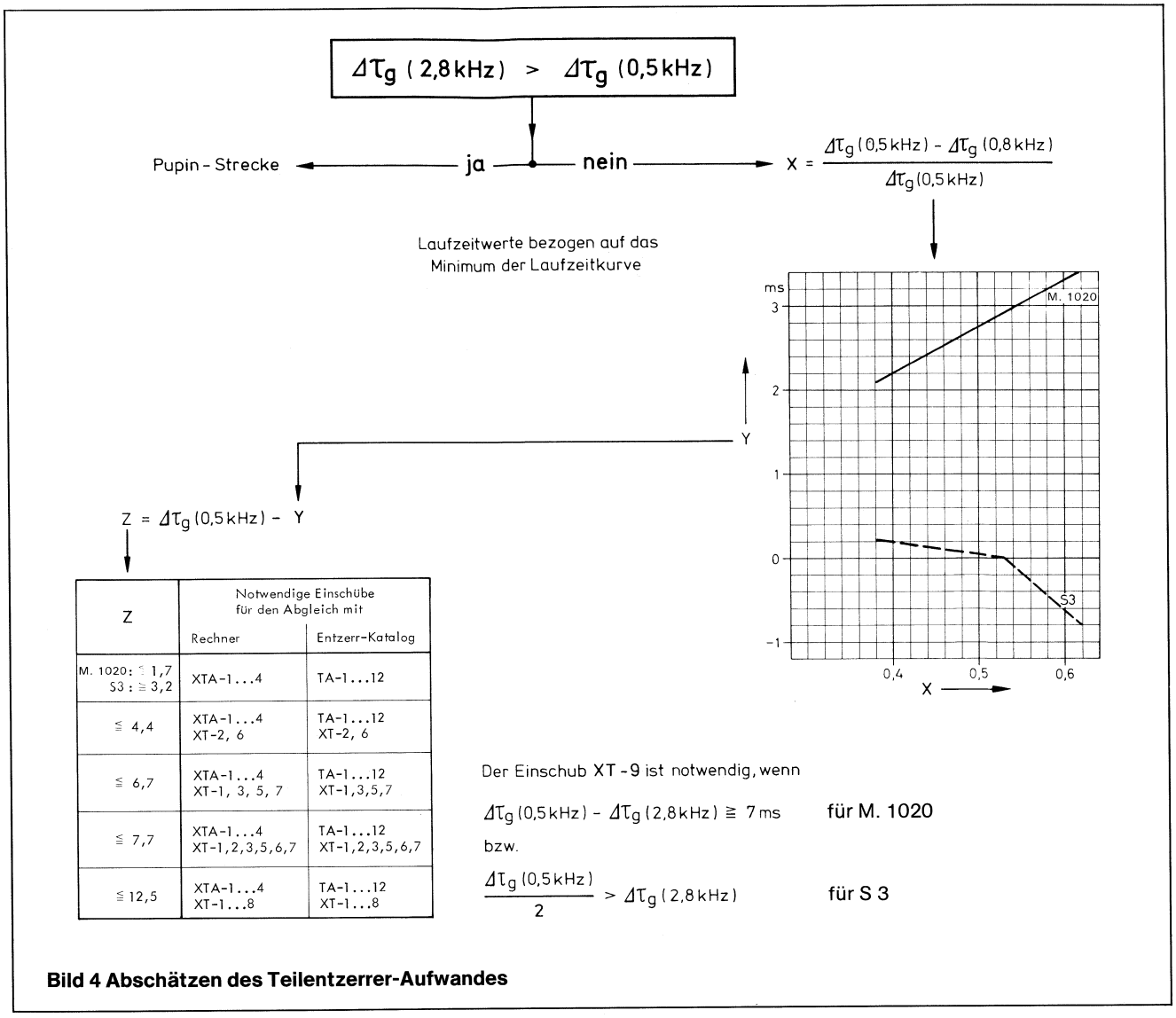
Entzerrung von TF-Leitungen
Eine einfache Bestimmung der Einschubkombination zum Entzerren von TF-Leitungen mit Hilfe des Rechners ist nach der folgenden Tabelle möglich. Den TF-Abschnitten wurde eine mittlere Gruppenlaufzeitverzerrung der Kanalumsetzer zugrunde gelegt. Folgende Parameter müssen bekannt sein:

a) Gruppenlaufzeit des TF Kanals bei 500 Hz bezogen auf das Minimum der Laufzeitkurve ($\Delta\tau_g$) oder Zahl der TF-Abschnitte
b) Abgleich des TF-Kanals mit einem Rechner unter Berücksichtigung des Toleranzschemas M. 1020 oder S 3.

Bestückung des DLZ-4 mit XTA- und XT-Einschüben bei Abgleich mit einem Rechner

Abgleich nach Toleranzsch. M. 1020	$\Delta\tau_g \leqq$ 4,6 ms bzw. bis 4 TF-Abschnitte	$\Delta\tau_g \leqq$ 7,3 ms bzw. bis 6 TF-Abschn.	$\Delta\tau_g \leqq$ 9,6 ms bzw. bis 7 TF-Abschn.	$\Delta\tau_g \leqq$ 10,6 ms bzw. bis 8 TF-Abschn.	$\Delta\tau_g \leqq$ 15,4 ms bzw. bis 14 TF-Abschn.
▼ Einschub-Kombination	XTA-1 . . . 4 XT-9 nur bei S 3	XTA-1 . . . 4 XT-2, 6 XT-9 nur bei S 3	XTA-1 . . . 4 XT-1, 3, 5, 7, 9	XTA-1 . . . 4 XT-1, 2, 3, 5, 6, 7, 9	XTA-1 . . . 4 XT-1 . . . 9
▲ Abgleich nach Toleranzsch. S 3	$\Delta\tau_g \leqq$ 3,2 ms bzw. bis 2 TF-Abschnitte	$\Delta\tau_g \leqq$ 4,4 ms bzw. bis 3 TF-Abschn.	$\Delta\tau_g \leqq$ 6,7 ms bzw. bis 5 TF-Abschn.	$\Delta\tau_g \leqq$ 7,7 ms bzw. bis 6 TF-Abschn.	$\Delta\tau_g \leqq$ 12,5 ms bzw. bis 11 TF-Abschn.

In Bild 4 wird eine Methode gezeigt, die ein genaueres Abschätzen des Teilentzerrer-Aufwandes erlaubt. Diese Methode berücksichtigt auch den Abgleich mit dem Entzerr-Katalog. Als Parameter müssen die Gruppenlaufzeitwerte bei 0,5; 0,8 und 2,8 kHz – bezogen auf das Minimum der Laufzeitkurve – bekannt sein. Bereits im Kanal vorhandene Dämpfungs- und Laufzeitentzerrer sollten entfernt werden, da diese den an sich parabelartigen Laufzeitgang beeinflussen und somit den Abgleich mit dem DLZ-4 erschweren oder sogar unmöglich machen.
Als Beispiel dient der Abgleich eines stark verzerrten TF-Kanals (vgl. Bild 1), der nach erfolgter Laufzeit- und Dämpfungsentzerrung mit dem DLZ-4 dem engen Toleranzschema S 3 genügen soll. Die Laufzeitwerte betragen:



Z	Notwendige Einschübe für den Abgleich mit	
	Rechner	Entzerr-Katalog
M. 1020: ≤ 1,7 S3 : ≧ 3,2	XTA-1...4	TA-1...12
≦ 4,4	XTA-1...4 XT-2, 6	TA-1...12 XT-2, 6
≦ 6,7	XTA-1...4 XT-1, 3, 5, 7	TA-1...12 XT-1,3,5,7
≦ 7,7	XTA-1...4 XT-1,2,3,5,6,7	TA-1...12 XT-1,2,3,5,6,7
≦ 12,5	XTA-1...4 XT-1...8	TA-1...12 XT-1...8

Der Einschub XT-9 ist notwendig, wenn

$\Delta\tau_g$ (0,5 kHz) - $\Delta\tau_g$ (2,8 kHz) ≧ 7 ms für M. 1020

bzw.

$\frac{\Delta\tau_g (0{,}5\,kHz)}{2} > \Delta\tau_g (2{,}8\,kHz)$ für S 3

Bild 4 Abschätzen des Teilentzerrer-Aufwandes

$\Delta\tau_g$ (500 Hz) = 11,5 ms
$\Delta\tau_g$ (800 Hz) = 5,4 ms
$\Delta\tau_g$ (2,8 kHz) = 1,5 ms

Mit der in Bild 4 aufgezeigten Methode erhalt man für das Toleranzschema S 3 Y ~ 0 und damit Z ~ 11,5. In der Tabelle (Bild 4) gehört dieser Wert in die Gruppe 7,7 < Z ≦ 12,5 mit den Einschüben XTA-1 bis XTA-4 und XT-1 bis XT-8. Da das Toleranzschema S 3 gefordert wird (Abgleich mit Rechner) und $\frac{11{,}5\,ms}{2} >$ 1,5 ms, ist außerdem das Laufzeitteil XT-9 notwendig.

Entzerrung mehrerer Kanäle mit einem DLZ-4 (Mehrkanalbetrieb)

Der für 28 Einschub-Einheiten ausgelegte DLZ-4 Einschubrahmen erlaubt bei Bestückung mit XAS-1 und XTA-Einschüben die Entzerrung von maximal 4 Kanälen. Dabei werden pro Kanal ein Verstärker V-1, ein Dämpfungsteil XAS-1 und die Dämpfungs- und Laufzeitentzerrer XTA-1 bis XTA-4 benötigt.

Die Versorgungsspannung für die Einschübe liefert auch beim Mehrkanalbetrieb das Gleichspannungsnetzteil DC-1 und, falls erforderlich, das Wechselspannungsnetzteil AC-1.

Technische Daten des Dämpfungs- und Laufzeitentzerrers DLZ-4

Die angegebenen Fehler gelten, wenn nicht anders vermerkt, für die Nenngebrauchsbereiche der Umgebungstemperatur, Netzspannung und Netzfrequenz.

Gesamtgerät

Arbeitsfrequenzbereich . . . . . 0,3 bis 3,4 kHz

Gesamtentzerrung

Entzerrung nach M. 1020 bzw. der US-Norm S 3 für die Gruppenlaufzeit (S 3 ≙ ⅕ des Toleranzschemas der CCITT-Empfehlung M. 1020 für die Gruppenlaufzeit) möglich:

von parabelartig verlaufenden Gruppenlaufzeitfrequenzgängen mit einem Anstieg bei 500 Hz bezogen auf das Minimum der Laufzeitkurve . . . . . bis zu ca. 15,4 bzw. 12,5 ms

von rein pupinisierten Leitungsstrecken mit einem Anstieg bei 2,8 kHz bezogen auf 500 Hz (für Ein- und Zweikanalbetrieb) . . . bis zu ca. 3 ms

Entzerrung nach M. 1020 und der US-Norm S 3 für die Dämpfung (S 3 ≙ ½ des Toleranzschemas der CCITT-Empfehlung M. 1020 für die Dämpfung) möglich:

von Frequenzgängen mit Dämpfungswerten bei 0,3 und 3 kHz bezogen auf den Dämpfungswert bei 1 kHz . . . . . ca. 12 dB

Abgleich des Entzerrers DLZ-4

mit programmgesteuertem Rechner (Programm in FORTRAN IV)
nach den Toleranzschemen . . . . . M. 1020 oder S 3
mit Entzerrerkatalog und programmiertem Handabgleich
nach dem Toleranzschema . . . . . M. 1020

Wechselspannungs-Netzteil AC-1

Stromversorgung

Nenngebrauchsbereiche der Netzspannung . . . . 110 / 117 / 127 / 220 / 227 / 235 V −15% / +10%
Nenngebrauchsbereich der Netzfrequenz . . . . . 45 bis 66 Hz
Stromaufnahme bei Vollast . . . . . ca. 80 mA

Ausgangsspannung

massefrei (Betriebsspannung für Gleichspannungs-Netzteil DC-1)
Gleichspannung . . . . . 25 bis 50 V
überlagerte Wechselspannung U_{ss} . . . . . < 4 V
zulässiger Ausgangsstrom . . . . . ≦ 330 mA

Für das Wechselspannungs-Netzteil AC-1 gilt die Schutzklasse I nach VDE 0804

Gleichspannungs-Netzteil DC-1

Stromversorgung

Nenngebrauchsbereich der Eingangsgleichspannung . . . . . 23,5 bis 56,5 V

überlagerte Wechselspannung U_{ss} für eine Eingangsgleichspannung im Bereich 25 bis 50 V . . . . . ≦ 4 V
Eingangsstrom bei unbelastetem Ausgang . . . . . 50 mA

Ausgangsspannung

massefrei (Betriebsspannung für Verstärker V-1 und alle Teilentzerrer)
$+U_B$ . . . . . 10 V ± 150 mV
$-U_B$ . . . . . 10 V ± 150 mV
zulässiger Ausgangsstrom für $+U_B$ und $-U_B$ . . . . . 0 bis 280 mA
überlagerte Wechselspannung . . . . . ≦ 5 mV

Verstärker V-1

(Alle Werte gelten, wenn der Ausgang des Eingangsverstärkers und der Eingang des Ausgangsverstärkers ohne Zwischenschaltung der Teilentzerrer direkt verbunden sind.)

Arbeitsfrequenzbereich . . . . . 0,3 bis 3,4 kHz

Einfügungsdämpfung einstellbar . . . . . −7,5 bis +7,5 dB

Max. Eingangs- bzw. Ausgangspegel

an 600 Ω Last (Sinusspannung)
Stellung »< −10 dBr« . . . . . −10 dB
Stellung »−10...+10 dBr« . . . . . +10 dB

Ein- und Ausgang

symmetrisch . . . . . 600 Ω
Reflexionsdämpfung . . . . . ≧ 26 dB

Unsymmetriedämpfung . . . . . ≧ 50 dB

Frequenzgang der Einfügungsdämpfung, bezogen auf einen mittleren Wert ± 0,05 dB

Frequenzgang der Gruppenlaufzeit für den Frequenzbereich 0,5 bis 3,4 kHz bezogen auf 3,4 kHz und Abschluß mit 600 Ω . . . . . ≦ + 40 µs

Klirrdämpfung a_{k2} oder a_{k3} bei 600 Ω Last und maximalem Ausgangspegel . . . . . ≧ 48 dB

Signalkontakte, zur Kontrolle der Versorgungsspannung . . . 2 Wechselkontakte
- Schaltleistung . . . . . ≦ 56 W
- schaltbarer Gleichstrom . . . . . ≦ 2 A
- schaltbare Gleichspannung . . . . . ≦ 28 V

14polige Amphenolbuchse für alle Ein- und Ausgänge des DLZ-4

Dämpfungsteile AS-1 und AS-2 bzw. XAS-1

Arbeitsfrequenzbereich . . . . . 0,3 bis 3,4 kHz

Frequenzlage »F«

XAS-1
- AS-1 . . . . . 0,3 kHz
- AS-2 . . . . . 3,0 kHz

Dämpfungswert »A«

einstellbar bei der Frequenz »F« . . . . . 0, ± 1, ± 2, ..., ± 15 dB

Einstellbereich für die Steilheit «S» des Dämpfungsverlaufs (10 Stufen) . . 0; 1; 2; 3 . . . 9

Dämpfungsunterschied zweier Einschübe gleichen Typs bei gleicher Einstellung und gleicher Frequenz[1] . . . . . ≦ 0,88 dB

Maximaler Ausgangspegel an 1,4 kΩ Last . . . . . –20 dB

Klirrdämpfung a_{k2} oder a_{k3} bei Ausgangspegel –20 dB an 1,4 kΩ Last . . . . ≧ 60 dB

Laufzeit- und Dämpfungsteile TA-1 bis TA-12 bzw. XTA-1 bis XTA-4 und Laufzeitteile XT-1 bis XT-10

Arbeitsfrequenzbereich . . . . . 0,3 bis 3,4 kHz

Frequenzlage »F«

Teilentzerrer TA-1 bis TA-12 . . . . . 0,65; 0,8; 1,0; 1,2; ...; 2,8 kHz

Teilentzerrer XTA-1 bis XTA-4 . . . . 0,65; 0,8; 1,0 / 1,2 ... / 1,8 ... / 2,4; 2,6; 2,8 kHz

Teilentzerrer XT-1 bis XT-10: pro Laufzeitteil 5 feste Frequenzkombinationen (beim Einschub XT-10 drei Kombinationen) aus dem gesamten Frequenzbereich . . . . . 0,5 bis 2,996 kHz

Gruppenlaufzeitwert »T«

einstellbar bei der Frequenz »F«

T-Wert	0	10	11	...	99	
TA- und XTA-Einschübe	0	≈ 0,2	≈ 0,22	...	≈ 2	ms
XT-Einschübe	0	≈ 0,25	≈ 0,275	...	≈ 2,5	ms

Dämpfungswert »A«

einstellbar bei der Frequenz »F« für T ≧ 10 der TA- und XTA-Einschübe . . . . . 0; ± 0,2; ± 0,4; ...; ± 3 dB

Gruppenlaufzeitunterschied zweier Einschübe gleichen Typs bei gleicher Einstellung und Frequenz[2]
- TA- und XTA-Einschübe . . . . . ≦ 108 µs
- XT-Einschübe . . . . . ≦ 146 µs

Dämpfungsunterschied zweier Einschübe gleichen Typs bei gleicher Einstellung und Frequenz[3]
- TA- und XTA-Einschübe . . . . . ≦ 0,15 dB

Klirrdämpfung a_{k2} oder a_{k3} eines Teilentzerrers bei Ausgangspegel –20 dB und maximaler Belastung durch den nachfolgenden Teilentzerrer (T = 99) . . . . . ≧ 75 dB

1) Dieser Wert gilt für den extremsten Fall bei A = +15 und S = 9 bei ungünstigster Frequenzlage. Er reduziert sich näherungsweise proportional zur Verkleinerung von »A« und »S«

2) Diese Werte gelten für den extremsten Fall T = 99 bei ungünstigster Frequenzlage. Sie reduzieren sich näherungsweise proportional zur Verkleinerung von »T«

3) Dieser Wert gilt für den extremen Fall T = 99, A = + 3 dB bei ungünstigster Frequenzlage. Er reduziert sich näherungsweise proportional zur Verkleinerung von »T« und »A«

Allgemeine Daten für das Gesamtgerät

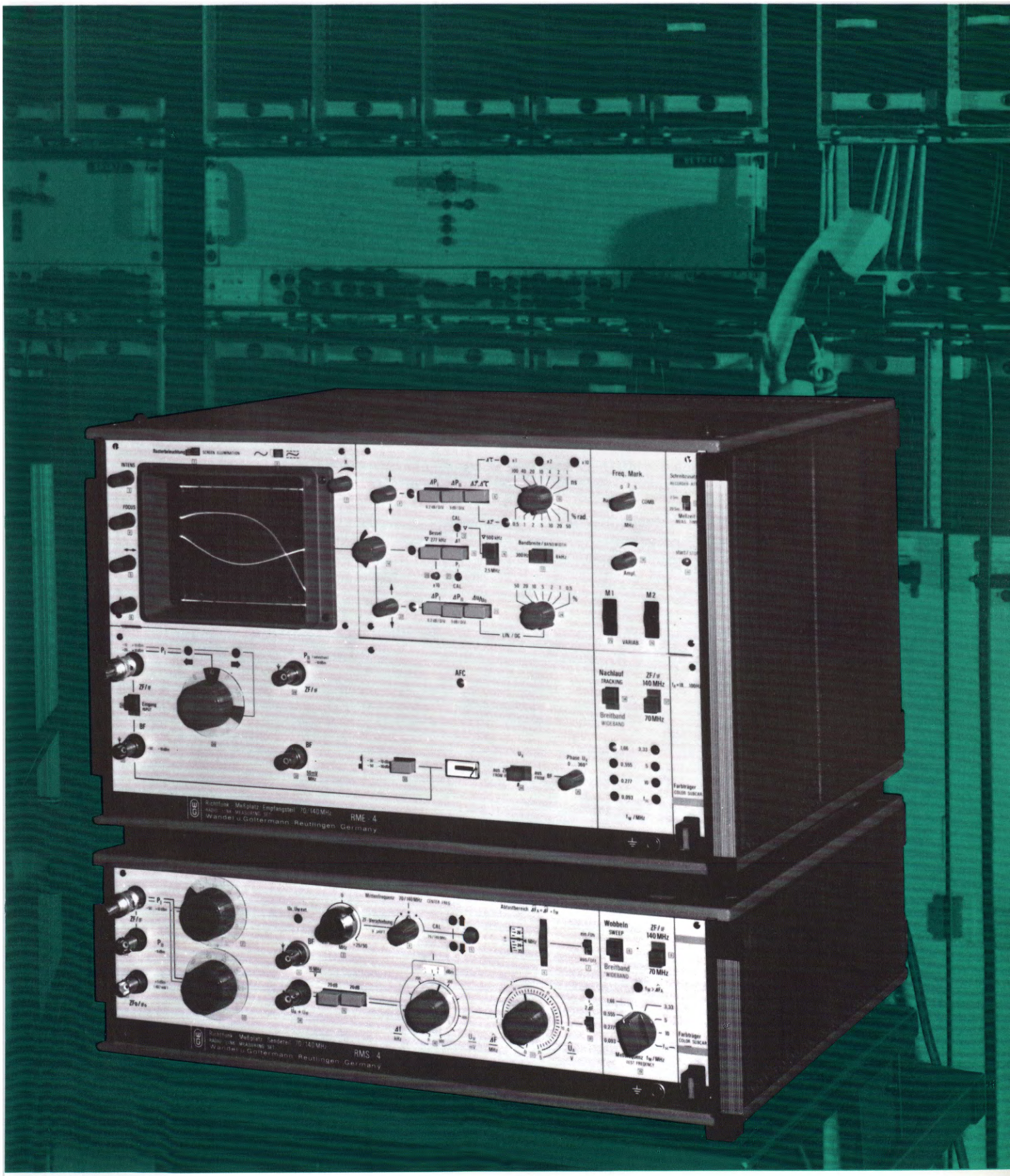
Umgebungstemperatur
Lager und Transport . . . . . −40 bis +70 °C
Nenngebrauchsbereich (≙ Grenzbetriebsbereich) . . . . . +5 bis +40 °C

Abmessungen
(b x h x t) in mm, passend für den Einbau in 19-Zoll-Gestelle
nach DIN 41494 . . . . . 483 x 132 x 380

Gewicht, voll bestückt . . . . . ca. 10 kg

Bestellangaben

	Bemerkung	Einschub-Einheiten	Bestell-bezeichnung
Einschubrahmen für 28 Einschub-Einheiten	immer erforderlich	3	BN 330
Wechselspannungs-Netzteil AC-1	Bestellung nach Wahl	3	BN 630/1
Gleichspannungs-Netzteil DC-1	immer erforderlich	1	BN 631/1
Verstärker V-1	immer erforderlich	1	BN 632/1
Dämpfungsteile AS-1 u. 2, schaltbar	Bestellung nach Wahl	je 1	BN 633/1 u. 2
Dämpfungsteil XAS-1 nicht schaltbar	Bestellung nach Wahl	1	BN 337/1
Laufzeit- u. Dämpfungsteile TA-1 ... 12 schaltbar	Bestellung nach Wahl	je 1	BN 634/1 ... 12
Laufzeit- u. Dämpfungsteile XTA-1 ... 4 nicht schaltbar	Bestellung nach Wahl	je 1	BN 635/1 ... 4
Laufzeitteile XT-1 ... 10, nicht schaltbar	Bestellung nach Wahl	je 1	BN 636/1 ... 10
Leereinschub	Bestellung nach Wahl	1	BN 330/80
Widerstandssatz	zur Bestückung der nicht schaltbaren Teilentzerrer		BN 330/81
DLZ-4 Rechnerprogramm	Bestellung nach Wahl		
DLZ-4 Entzerr-Katalog	Bestellung nach Wahl		
Block mit Schreibpapier „Dämpfungs-verzerrungen"	Bestellung nach Wahl		BN 5/402
Block mit Schreibpapier „Gruppenlauf-zeitverzerrungen"	Bestellung nach Wahl		BN 5/403
Kabelsatz (zum labormäßigen Betrieb eines Entzerrers)	Bestellung nach Wahl		
Adapterkarte (zum Betrieb eines Einschubs außerhalb des Einschubrahmens)	Bestellung nach Wahl		


Freq. Mark.
M1
M2
VARIAB.
Nachlauf
TRACKING
Breitband
WIDEBAND
140 MHz
70 MHz
AFC
RME - 4
Wandel u. Göltermann Reutlingen Germany
Wobbeln
SWEEP
Breitband
WIDEBAND
140 MHz
70 MHz
RMS - 4
Wandel u. Göltermann Reutlingen Germany

Inhaltsverzeichnis Geräte für Verzerrungsmessungen

	Rauschklirren	
315	Rauschklirrempfänger RE-4	10 kHz bis 14 MHz; hohe Grenzempfindlichkeit ≦ −125 dBmp; für Betriebsmessungen; Einschubtechnik; BN 433
319	Klassiergerät REK-4	zur Registrierung statistischer Vorgänge und zur Qualitätsüberwachung von Richtfunk- und TF-Systemen; BN 447
321	Geräuschüberwachungs-Einrichtung GU-1	10 kHz bis 14 MHz; Überwachung von max. 6 Richtfunkverbindungen nach den CCIR-Empf. 393-1 und 395-1; BN 586/587
325	Rauschklirrmeßplatz RK-50	6 kHz bis 14 MHz; zum Messen der Geräuschleistung, des Signal-Geräusch- u. d. Rauschleistungs-Abstandes; BN 642/643
335	Rauschklirrmeßplatz RK-5	6 kHz bis 60 MHz; niedriges Grundrauschen, typ. −128 bis −130 dBmp; Vorwahl des relativen Pegels bis −50 dBr; BN 396/415
325	Breitbandpegelmesser REB-50	6 kHz bis 30 MHz; −50 bis +11 dBm; Eingangswiderstand 75-Ω-Schleife; zur Messung d. Breitband-Summenpegels; BN 405/1
195	Breitbandpegelmesser REB-56	6 kHz bis 100 MHz; −55 bis +11 dBm; Eingangswiderstand 75 Ω; echte Effektivwertmessung; BN 839
65	Rauschgenerator RG-1	0 bis 108 kHz; weißes, rosa und sprachsimulierendes Rauschen; Anschluß für Filter; BN 413
241	Schaltfeld RGS-1	für Kanalumsetzerprüfung; Messung des Intermodulations- und Grundgeräusches und des Nebensprechens; BN 416
	Richtfunkübertragung	
345	Richtfunkmeßplatz 70/140 MHz RM-4	für Messungen an Richtfunksystemen mit 70- und 140-MHz-ZF; Sende- und Empfangsteil getrennt; Breitbandteil auf Wunsch; BN 679
351	70-MHz-ZF-Meßgerät ZFM-70	zum Messen in der ZF-Ebene von Breitband-Richtfunksystemen mit Basisbandfrequenzen bis 12 MHz; BN 419
357	Verzerrungsmeßgerät VZM-3	Amplituden- und Phasenverzerrungsmessungen an Richtfunksystemen mit Basisbandfrequenzen bis 12 MHz; BN 589

Verzerrungsmeßtechnik

Einführung

Rauschklirrmeßtechnik

Simulation der Belastung eines Übertragungssystems

Zur gleichzeitigen Übertragung einer großen Anzahl von Telefongesprächen ist das Trägerfrequenzverfahren üblich. Aus der Summe der von den Gesprächskanälen gelieferten Sprechwechselspannungen ergibt sich durch die Frequenzumsetzung ein breitbandiges Leitungssignal. Bei mehr als 60 Kanälen kann mit guter Näherung das Nachrichtensignal durch ein weißes Rauschen nachgebildet werden, dessen Leistungsdichte (W/Hz) innerhalb der Übertragungsbandbreite konstant ist; die Leistung des Rauschsignals entspricht der tatsächlich vorkommenden Gesprächsbelegung.

Bei der Sprachübertragung wird die Verständlichkeit im wesentlichen durch den Signal-Geräusch-Abstand bestimmt. Mit dem Rauschklirrmeßverfahren kann man die zum Messen des Geräusches notwendigen Bedingungen simulieren.

Maßgebend für die nachzubildende Systembelastung ist die Anzahl der Sprachkanäle. Nach der CCITT-Empfehlung G.223 und der CCIR-Empfehlung 393-1 gelten für die konventionale Belastung (normierte Nennlast) eines Vielkanalsystems mit einem Rauschsignal die folgenden Systembelastungen (bezogen auf den relativen Pegel 0):

$N < 240$ Sprachkanäle

$$\frac{p^*_{\Sigma,c}}{\text{dBmO}} = -1+4 \lg N$$

Kanalzahl	N	12	24	60	120
Systembelastung	$\frac{p^*_{\Sigma,c}}{\text{dBmO}}$	+3,3	+4,5	+6,1	+7,3

Anmerkung: Der hier genannte Leistungspegel (dBm) und dessen „Anhängsel" werden auf Seite 30 erläutert.

Tabelle 1

$N \geqq 240$ Sprachkanäle

$$\frac{p^*_{\Sigma,c}}{\text{dBmO}} = -15+10 \lg N$$

Kanalzahl	N	300	600	960	1800	2700	10800
Systembelastung	$\frac{p^*_{\Sigma,c}}{\text{dBmO}}$	+9,8	+12,8	+14,8	+17,6	+19,3	+25,3

Tabelle 2

Beispiel: 960-Kanalsystem

Als relativer Pegel am Breitbandeingang werden −50dBr genannt. Da laut Tabelle 2 die nachzubildende Systembelastung +14,8 dBm0 beträgt, muß der am −50-dBr-Punkt angeschlossene Rauschpegelsender einen Breitbandpegel von

$p_{\Sigma,c} = -50+14{,}8 = -35{,}2$ dBm

liefern.

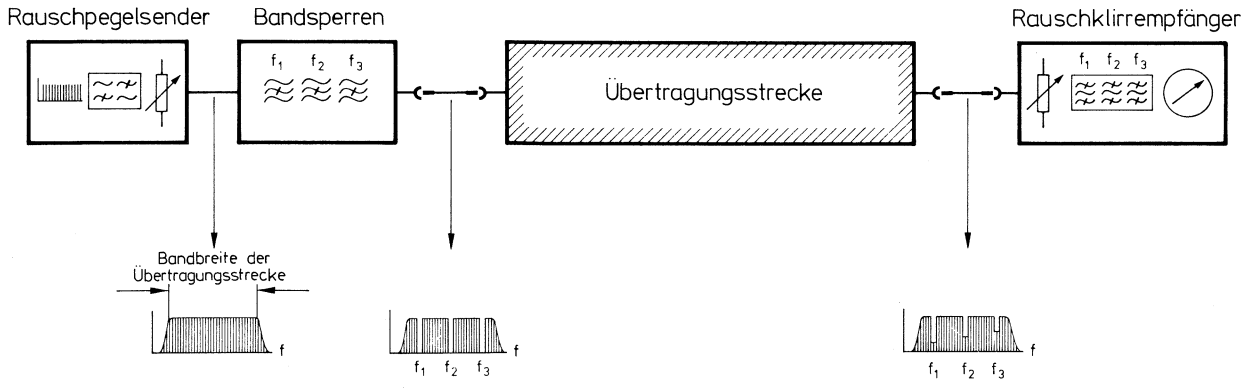


Bild 1 Rauschklirrmeßverfahren

Messen von Grund- und Intermodulationsgeräusch

Mit einem weißen Rauschsignal, das am Eingang des zu prüfenden Kabel- oder Richtfunksystems liegt (Bild 1), werden mit Bandsperren einige schmale Lücken ausgesperrt. Es ergeben sich so die gleichen Bedingungen wie bei einem belasteten Übertragungssystem mit wenigen nicht belegten Gesprächskanälen.

Enthält das Kabel- oder Richtfunksystem nichtlineare Übertragungskennlinien, so entsteht bei der Belastung mit dem Rauschsignal ein Klirrgeräusch, auch Intermodulationsgeräusch genannt, das in die ausgeblendeten Lücken fällt. Neben dem von der Aussteuerung (Gesprächsbelegung) abhängigen Intermodulationsgeräusch tritt in den Lücken das Grundgeräusch (Wärmegeräusch) auf. Intermodulationsgeräusch und Grundgeräusch addieren sich leistungsmäßig.

Am Systemausgang mißt der selektive Empfänger die in den Sperrlücken vorhandene Geräuschleistung. Je nach Meßobjekt und Meßaufgabe liegt die zu messende psophometrisch bewertete Geräuschleistung, bezogen auf den relativen Pegel 0, etwa zwischen 1 bis 1000 pW0p (1 pW0p = 10^{-9}mW0p ≙ −90 dBm0p). Die Rauschbandbreite des selektiven Meßempfängers ist eine feste Größe: sie beträgt 1,74 kHz und entspricht damit dem gehörrichtig (psophometrisch) bewerteten Telefonkanal.

Meßgrößen

Zum Beurteilen der Übertragungsqualität sind bei Rauschklirrmessungen folgende Meßgrößen üblich:

- Geräuschleistung im 1,74 kHz breiten Meßkanal,
- Signal-Geräusch-Abstand (signal to noise ratio S/N),
- Rauschleistungsdichte-Abstand (noise power ratio NPR).

Geräuschleistung

Eine häufig interessierende Meßgröße in der Richtfunk- und TF-Kabeltechnik ist die im 1,74 kHz breiten Meßkanal gemessene, psophometrisch bewertete und auf den relativen Pegel 0 bezogene Geräuschleistung einer Übertragungsstrecke in pW0p bzw. pW0p/km oder der Geräuschpegel in dBm0p. Nach CCITT/CCIR wird für die Definition der zulässigen Geräuschleistung pro Kilometer von einer 2500 km langen Übertragungsstrecke ausgegangen, die man Bezugskreis nennt. Am Ende der 2500-km-Strecke darf im Telefonkanal die psophometrisch bewertete und auf den relativen Pegel 0 bezogene Geräuschleistung 10000 pW0p nicht überschreiten.

Von diesen 10000 pW0p verbleiben 2500 pW0p für die Trägerfrequenzeinrichtung und 7500 pW0p für die Übertragungsstrecke. Die zulässige Geräuschleistung für die Strecke beträgt somit

$$\frac{7500\ \text{pW0p}}{2500\ \text{km}} = 3\ \frac{\text{pW0p}}{\text{km}}$$

Liegt am zu prüfenden System kein Testsignal, so wird nur das Grundgeräusch gemessen. Subtrahiert man von der gesamten Geräuschleistung das Grundgeräusch, so erhält man die Leistung des Intermodulationsgeräusches.

Als Beispiel zeigt Bild 2 eine in der TF-Kabeltechnik häufig vorkommende Rauschklirrmessung an dem System V 10800 (4 bis 60 MHz). Die gemessene Gesamtgeräuschleistung wird auf den Systempunkt mit dem relativen Pegel 0 bezogen. Der Nullpunkt der Abzisse entspricht der konventionalen Belastung (32 µW je Kanal), was bei dem System V 10800 einem Leistungspegel von +25,3 dBm0 (siehe Tabelle 2) entspricht. Mit dieser Messung soll festgestellt werden, welche Änderung des relativen Pegels noch zulässig ist, bis die Grenze von 3 pW0p/km überschritten wird. Ein weiteres Beispiel (Bild 3) zeigt eine Rauschklirrmessung an dem Richtfunksystem FM 2700/6700 (300 kHz bis

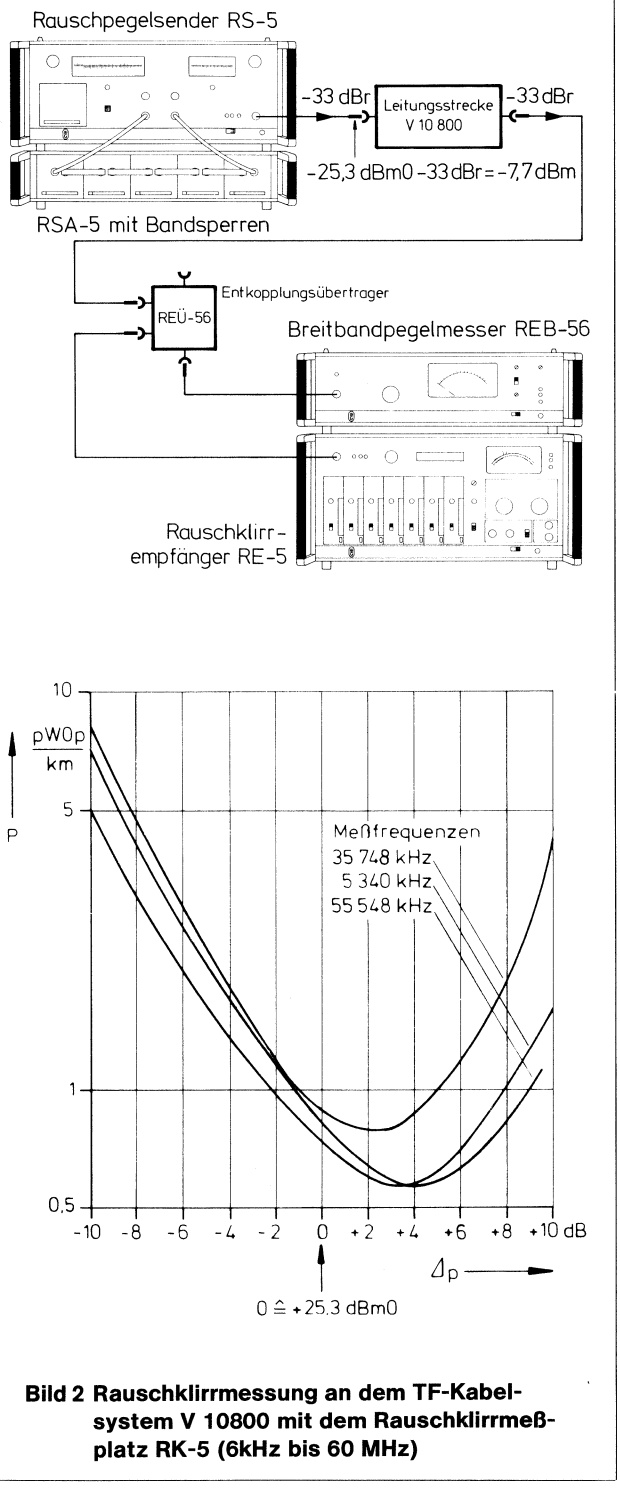


Bild 2 Rauschklirrmessung an dem TF-Kabelsystem V 10800 mit dem Rauschklirrmeßplatz RK-5 (6kHz bis 60 MHz)

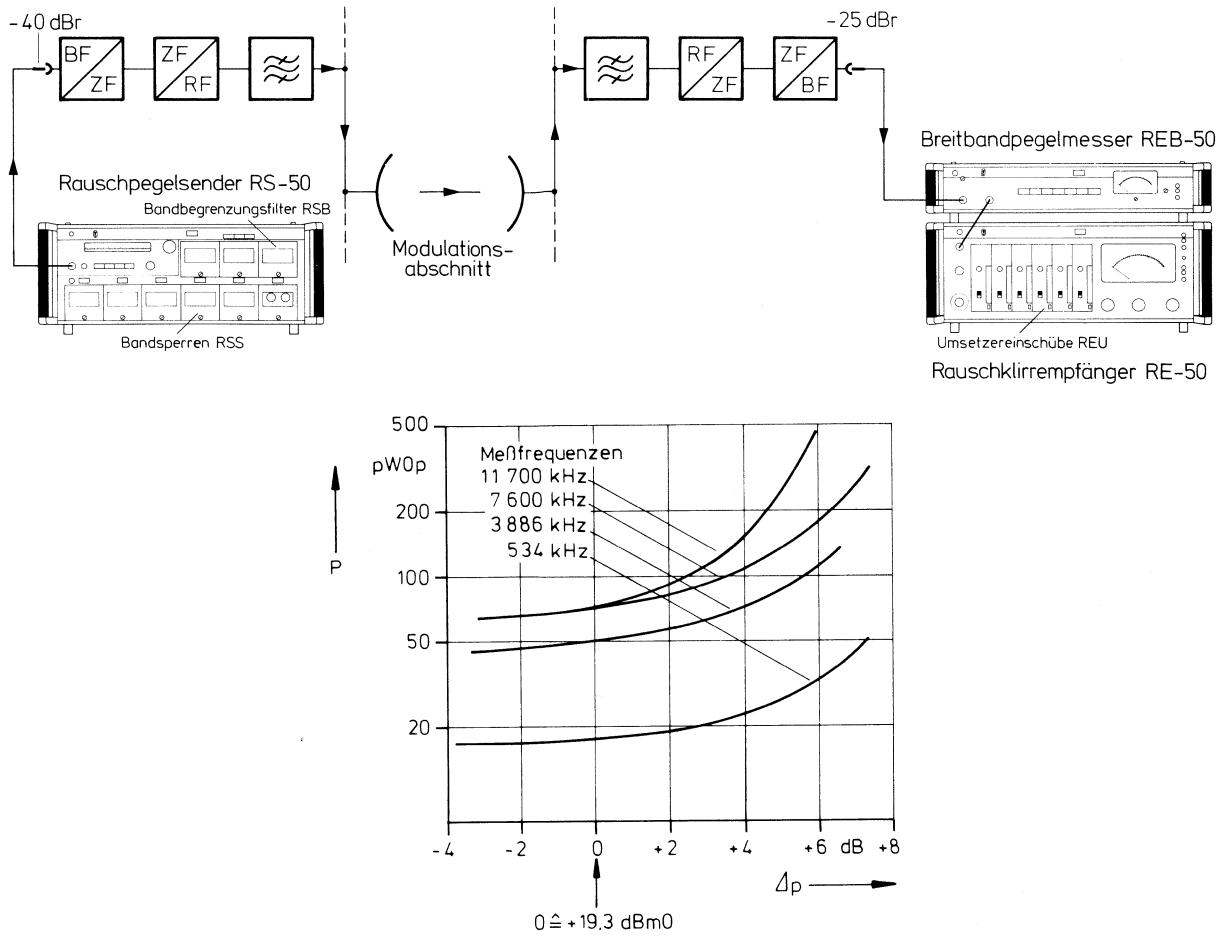


Bild 3 Rauschklirrmessung an dem Richtfunksystem FM 2700/6700 mit dem Rauschklirrmeßplatz RK-50 (6 kHz bis 14 MHz)

12,4 MHz). Das gemessene Gesamtgeräusch gilt für einen Modulationsabschnitt, der aus 3 Funkfeldern besteht.

Signal-Geräusch-Abstand (signal-to-noise ratio)
Um den Signal-Geräusch-Abstand (in dB) zu bestimmen, bezieht man den im 1,74 kHz breiten Meßkanal gemessenen Geräuschpegel auf den relativen Pegel 0. Wird an einem Meßpunkt gemessen, der einen von Null abweichenden relativen Pegel hat, so gilt für den Signal-Geräusch-Abstand

$$\frac{S/N}{dB} = \frac{\text{rel. Pegel}}{dBr} - \frac{\text{Geräuschpegel}}{dBmp}$$

Bis auf das Vorzeichen entspricht dem Signal-Geräusch-Abstand der erwähnte Geräuschpegel in dBm0p.

Beispiel: Liest man am Rauschklirrempfänger bei einem relativen Pegel von −25 dBr einen Geräuschpegel von −71,6 dBm0p (≙ 70 pW0p) ab, so ist der Signal-Geräusch-Abstand 71,6 dB.

Rauschleistungsdichte-Abstand (noise power ratio)
Der Rauschleistungsdichte-Abstand (in dB) ist eine mit dem Klirrfaktor vergleichbare Meßgröße; er ist von der Bandbreite des Rauschklirrempfängers unabhängig. Bestimmt wird diese Meßgröße, indem man zuerst das Rauschband ohne Sperrlücken an das Meßobjekt legt und auf der Empfangsseite die Rauschleistung im Meßkanal bestimmt (Bild 4). Anschließend wird das Rauschband mit Sperrlücken gesendet und im Meßkanal die jetzt geringere Geräuschleistung gemessen.
Das Verhältnis der beiden im Meßkanal gemessenen Leistungen ist der Rauschleistungsdichte-Abstand. Es gilt:

$$\frac{NPR}{dB} = \text{Pegel bei überbrückter Bandsperre} - \text{Pegel bei eingeschalteter Bandsperre.}$$

Sehr einfach läßt sich der Rauschleistungsdichte-Abstand in den Signal-Geräusch-Abstand umrechnen. Es ist

$$\frac{S/N}{dB} = \frac{NPR}{dB} + 10\,\lg\left(\frac{B}{1{,}74\ \text{kHz}}\right) - p^*_{\Sigma,c}$$

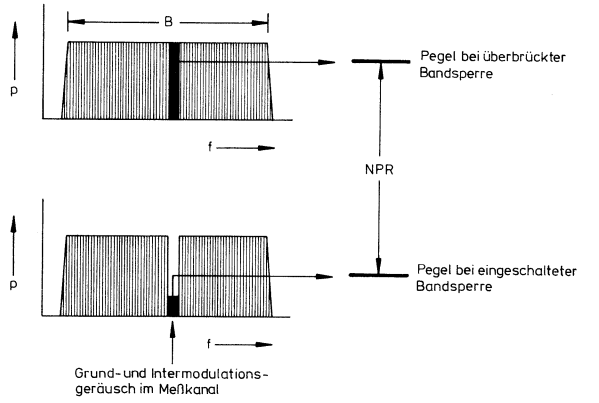


Bild 4 NPR-Messung

B ist die Basisbandbreite des TF-Systems und $p^*_{\Sigma,C}$ die in den Tabellen 1 und 2 genannte Systembelastung in dBm0.

Der Ausdruck $10\,\lg\left(\frac{B}{1{,}74\ kHz}\right) - p^*_{\Sigma,C}$ ist eine Systemgröße, die sich für Systeme mit 300 und mehr Gesprächskanälen nur geringfügig ändert, wie aus Tabelle 3 ersichtlich ist.

Beispiel: 1800 – Kanalsystem
Der gemessene NPR-Wert beträgt 57 dB. Bei konventionaler Belastung ist (laut Tabelle 3) die Systemgröße 19,0. so daß für den Signal-Geräusch-Abstand

$$\frac{S/N}{dB} = 57\ dB + 19{,}0 = 76\ dB$$

gilt.

Messungen während des Betriebs
Eine laufende Betriebsüberwachung ist mit der Außerbandmessung möglich. An Stelle des Rauschsenders tritt das mit Gesprächen belegte Basisband des TF-Systems, dessen statistische Amplitudenverteilung näherungsweise dem weißen Rauschen entspricht. Ober- und unterhalb des Basisbandbereiches wird je eine Lücke ausgesperrt. Am Ausgang der zu überwachenden Strecke mißt der Empfänger das in diesen Lücken vorhandene Grund- und Intermodulationsgeräusch (Bild 5).
Mit Geräuschüberwachungs-Einrichtungen (RE-4/REK-4, GU-1) ist ein dauerndes Überwachen von Richtfunkverbindungen möglich geworden. Das Kriterium dafür liefert z.B. das im unbelegten Sprachkanal auftretende Geräusch, das ausgewertet und registriert wird. Aber auch bei einer Außerbandfrequenz kann das Grund- und Intermodulationsgeräusch gemessen werden. Die Bandbreite bei einer Geräuschmessung entspricht dem psophometrisch bewerteten Telefonkanal B = 1,74 kHz.

Mit der Geräuschüberwachungs-Einrichtung GU-1 ist man in der Lage, maximal 6 Richtfunkkanäle von Schmal- oder Breitbandsystemen nach den in den CCIR-Empfehlungen 393-1 und 395-1 angegebenen Kriterien ständig zu überwachen. In zyklischer Folge werden bis zu 6 angeschlossene Basisbandkanäle abgefragt und Impulsstörungen sowie Störgeräusche gemessen. Nach dem Auswerten der Überschreitungsereignisse erfolgt die Registrierung mit mechanischen Zählern. Aber auch eine Protokollierung der Geräuschleistung mit einem Drucker ist möglich. Weitere Informationen wie Datum und Uhrzeit können mit W & G-Zusatzgeräten in das Protokoll eingetragen werden.

Kanalzahl	60	120	300	600	960	1800	2700	10800
$10\,\lg\left(\frac{B}{1{,}74\ kHz}\right) - p^*_{\Sigma,C}$	15,3	17,2	18,8	18,9	18,8	19,0	19,1	19,8

Tabelle 3

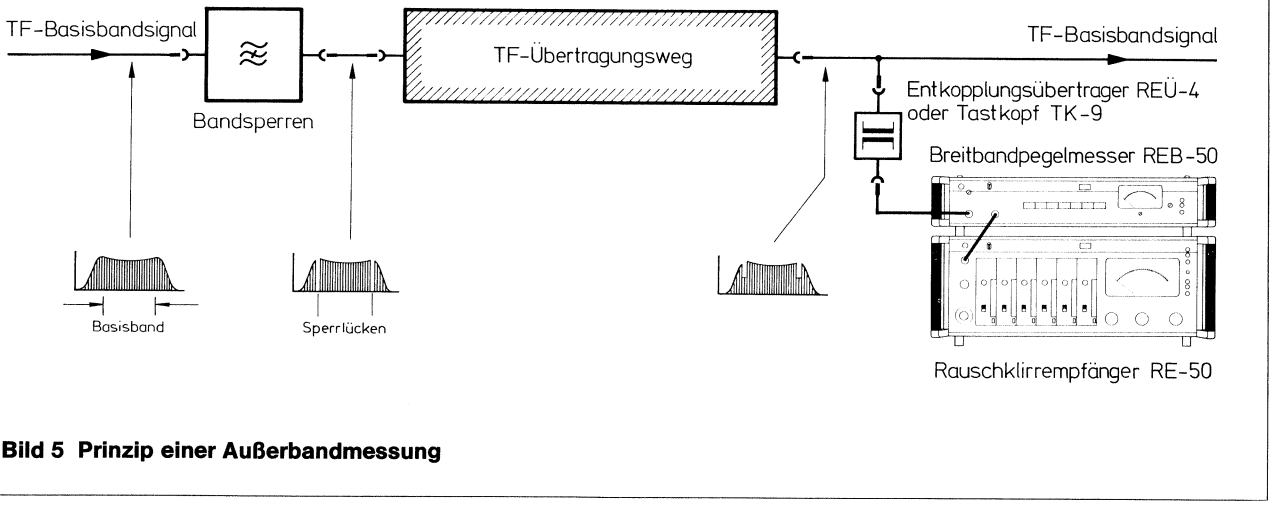


Bild 5 Prinzip einer Außerbandmessung

Meßtechnik für Richtfunksysteme

Schon aus ökonomischen Gründen ist ein Richtfunksystem nicht frei von linearen und nichtlinearen Verzerrungen. Allerdings gewährleisten vorgeschriebene Toleranzgrenzen für die Übertragungskenngrößen, daß die an das Empfangssignal (Sprache, Ton, Bild, Daten) gestellten Qualitätsforderungen erfüllt werden.
Mit zu den wichtigsten Meßaufgaben an frequenzmodulierten Richtfunksystemen und Nachrichtensatelliten-Systemen gehört das Messen der Übertragungseigenschaften in der Basisband- und in der Zwischenfrequenzebene (Bild 6 und 7).
Zum Bestimmen der Übertragungseigenschaften sowie zur Analyse von Störquellen ist es in den meisten Fällen erforderlich,

- Pegel und Dämpfung
- Grund- und Klirrgeräusche
- Gruppenlaufzeitverzerrungen und differentielle Phase
- Steilheitsverzerrungen und differentielle Verstärkung

zu messen.

Pegel- und Dämpfungsmessungen
Obwohl an einem Richtfunksystem die Pegel- und Dämpfungsmessungen in der Basisfrequenzebene einen nicht so breiten Raum einnehmen wie an einem Trägerfrequenzsystem, werden auch hier hohe Meßgenauigkeiten und das Messen sehr kleiner Pegelwerte verlangt.
Zum Beispiel

- sind für die Absolutpegel der Pilote und relativen Pegel Toleranzen von ± 0,2 dB üblich;
- werden für ein 1800-Kanal-Modemgerät Dämpfungsabweichungen von ± 0,1 dB im Bereich 10 kHz bis 9 MHz genannt;
- sollen am Basisbandausgang die Pegel von Störlinien bis −110 dBm gemessen werden können, wobei als obere Frequenzgrenze Werte bis 15 MHz üblich sind.

Speziell für diese Meßaufgaben wurde der Pegelmeßplatz PS-60 / SPM-60 (6 kHz bis 18,6 MHz) entwickelt.

Messen des Grund- und Klirrgeräusches
Ein wichtiges Maß für die Übertragungsqualität ist die Geräuschleistung, die an einer Richtfunkstrecke im Basisband nach der Demodulation gemessen wird. Laut CCIR-Empfehlung 393-1 soll die Geräuschleistung von 3 pW0p pro Kilometer mit großer Zeitwahrscheinlichkeit nicht überschritten werden.
Das Geräusch setzt sich aus dem funkfeldabhängigen Grundgeräusch (Wärmerauschen) und dem von der Gesprächsbelastung abhängigen Klirrgeräusch, auch Intermodulationsgeräusch genannt, zusammen.

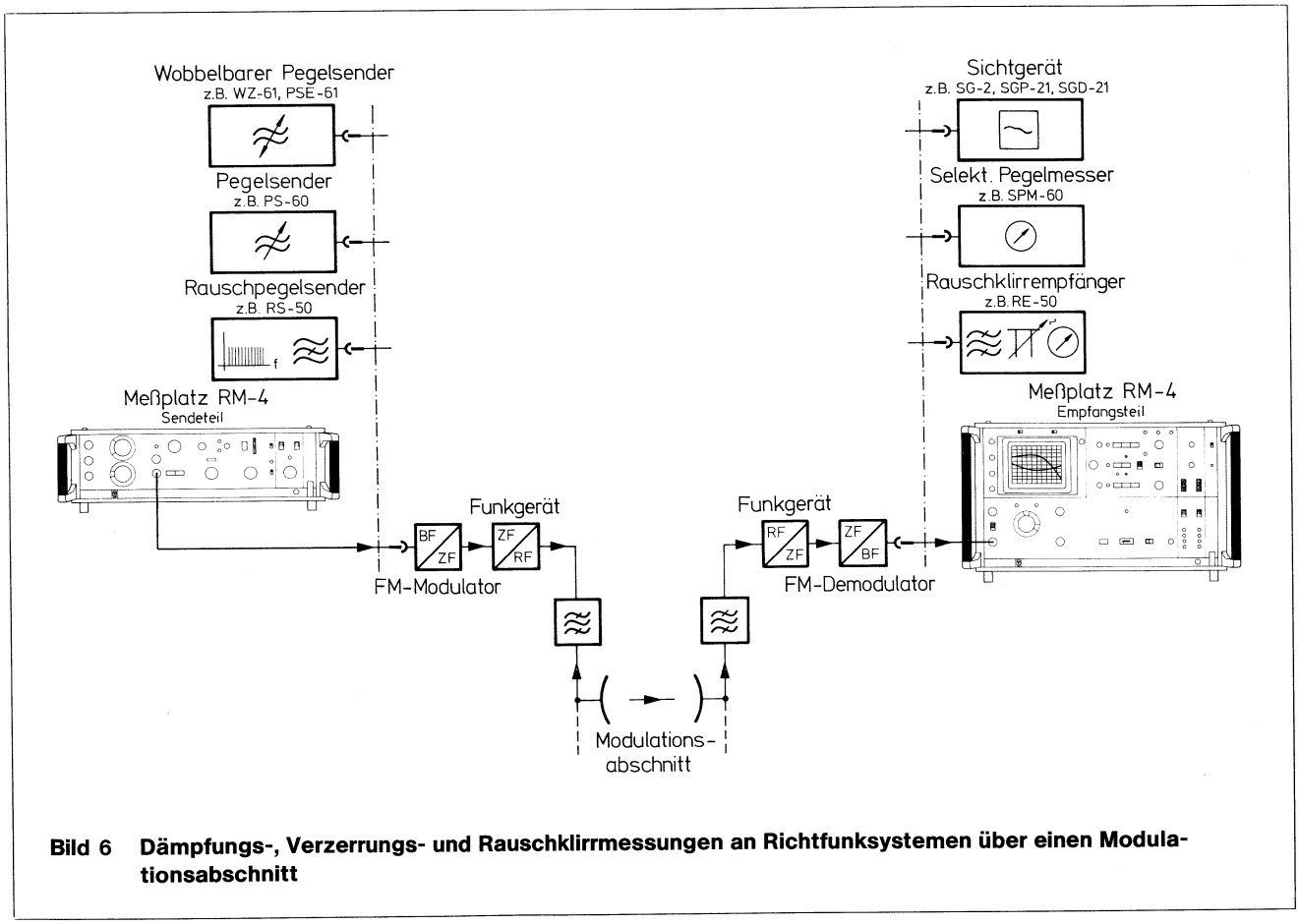


Bild 6 Dämpfungs-, Verzerrungs- und Rauschklirrmessungen an Richtfunksystemen über einen Modulationsabschnitt

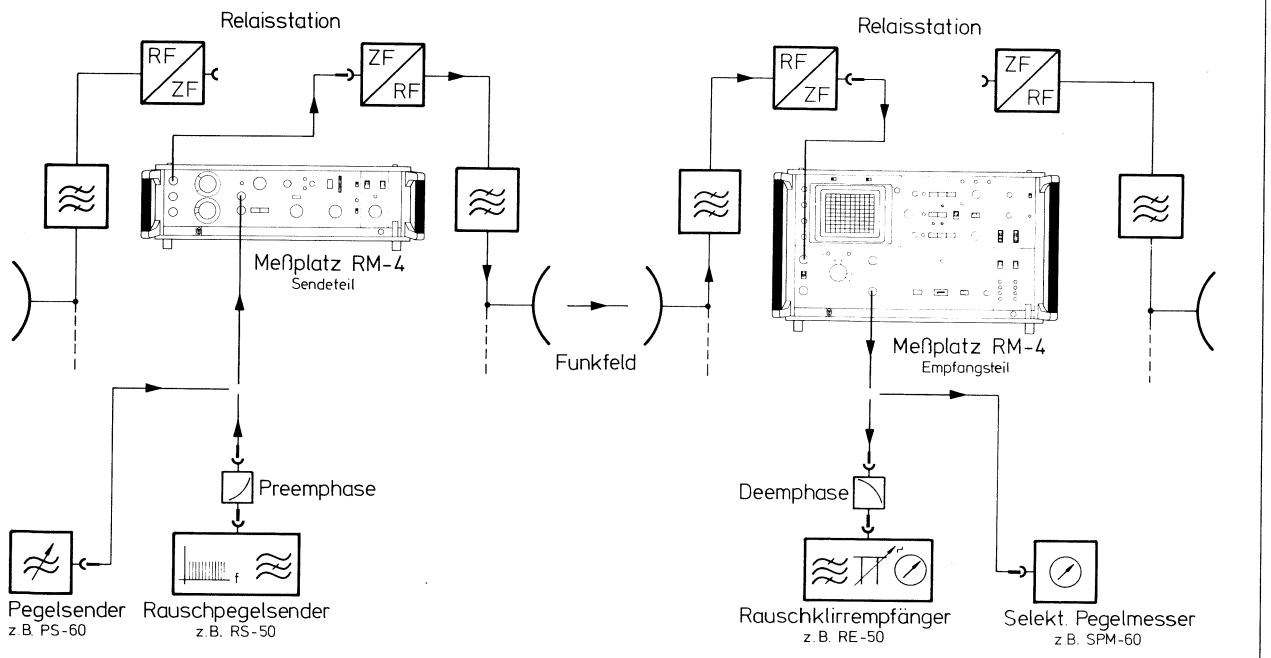


Bild 7 Dämpfungs-, Verzerrungs- und Rauschklirrmessungen an Richtfunksystemen über ein Funkfeld

Das verwendete Rauschklirrmeßverfahren, mit dem man das Grund- und Intermodulationsgeräusch messen kann, wird auf Seite 303 beschrieben. Für diese Meßaufgabe steht der Rauschklirrmeßplatz RK-50 (6 kHz bis 14 MHz) zur Verfügung.

Eine gewisse Analyse der Geräuschursache ist mit den in den verschiedenen Meßkanälen gemessenen Geräuschleistungen (in pW0p) möglich (siehe Bild 3). Jedoch ist ein Einstellen der in den Richtfunkgeräten befindlichen Entzerrer mit Hilfe eines Rauschklirrmeßplatzes schwierig und umständlich; z.B. kann das Klirrgeräusch in einem Meßkanal verringert werden, während es in einem anderen Meßkanal zunimmt. Eine Laufzeit- und Amplitudenentzerrung und eine genaue Analyse der verschiedenen Geräuschquellen ist nur mit einem Verzerrungsmeßgerät möglich. Für diese Meßaufgaben wurde der Richtfunkmeßplatz RM-4 entwickelt.

Lineare und nichtlineare Verzerrungen in FM-Systemen

Zum Verständnis der verschiedenen Anwendungsgebiete und Meßaufgaben des Richtfunkmeßplatzes RM-4 werden zuerst die Ursachen der Klirrverzerrungen und die dazu notwendigen Meßverfahren genannt. Zum Schluß werden einige Messungen in der Basisband- und Zwischenfrequenz-Ebene erwähnt.

Mit dem Meßplatz RM-4 lassen sich in einem Richtfunksystem die Klirrgeräuschquellen aufspüren. Klirrgeräusche entstehen durch (Bild 8)

- nichtlineare Verstärker-Kennlinien in den Basisband-Baugruppen;
- gekrümmte Modulator- und Demodulator-Kennlinien (Bild 9);
- lineare Verzerrungen im Übertragungsweg des frequenzmodulierten Signals, d.h. unebener Frequenzgang der Verstärkung und nicht proportionaler Verlauf der Phase mit der Frequenz beeinflussen das FM-Signal (Bild 10).

Ursachen dieser Verzerrungen können auch sein: fehlangepaßte Leitungen im ZF- und RF-Übertragungsbereich, die einen rippelförmigen Dämpfungs- und Phasenverlauf

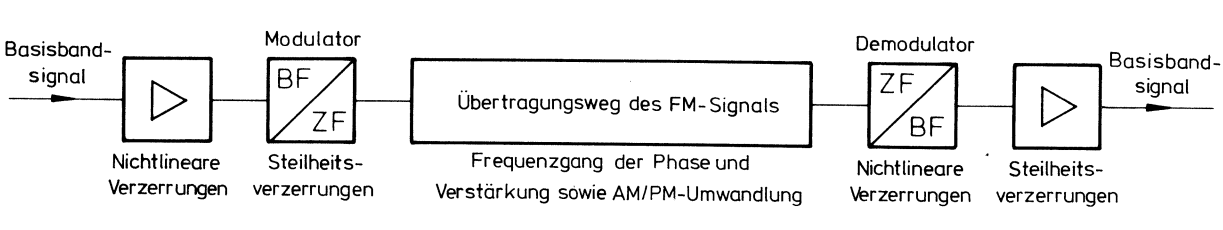


Bild 8 Klirrgeräuschquellen im Übertragungsweg des Basisband- und FM-Signals

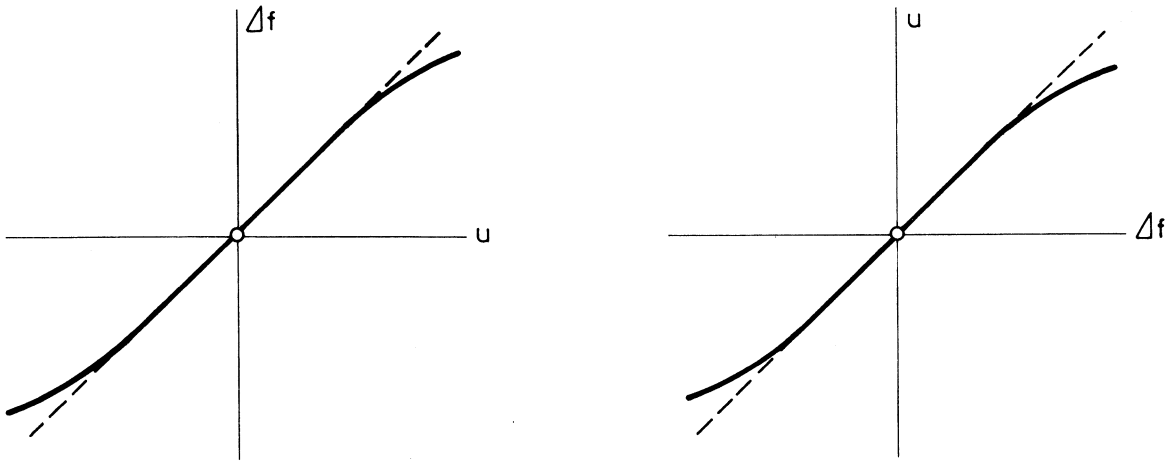


Bild 9 Modulator- und Demodulatorkennlinie

zur Folge haben; Echos des RF-Signals, die bei einem Mehrwegempfang auftreten.

Ein weiteres Klirrgeräusch entsteht durch die Umwandlung einer Amplitudenmodulation in eine Phasenmodulation: AM/PM-Umwandlung genannt. Eine AM kann aus einer reinen Frequenzmodulation durch einen unebenen Frequenzgang der Verstärkung oder einen nichtlinearen Phasen-Frequenzgang entstehen. Quellen der AM/PM-Umwandlung sind:

- der sich im sendeseitigen Funkgerät befindliche Aufwärtsmischer und der zum Demodulator gehörende Amplitudenbegrenzer. Ändert sich z.B. in Halbleiter-Bauelementen die Sperrschichtkapazität mit der Spannung, so kann eine Änderung des Phasenwinkels (z.B. 1° pro dB) entstehen;
- die Wanderfeldröhre im RF-Verstärker, bei der eine Abhängigkeit des Phasenwinkels (z.B. 2 bis 4° pro dB) von der Eingangsamplitude besteht.

Außer den Klirrgeräuschen, die aus den genannten Quellen stammen, ist auch mit einem Frequenzgang der Dämpfung des Basisbandsignals (vom Modulator-Eingang zum Demodulator-Ausgang) zu rechnen.
Zum Beispiel kann ein unebener Verlauf der Verstärkung oder ein nichtlinearer Verlauf der Phase im Übertragungsweg des FM-Signals den Frequenzgang des Basisbandsignals beeinflussen.

Messen der Verzerrungen

Mit zu den wichtigsten Aufgaben des Meßplatzes RM-4 gehört das Erkennen, Messen und Darstellen der Übertragungseigenschaften in der Basisband- und 70-MHz- bzw. 140-MHz-Zwischenfrequenz-Ebene. Damit ist man in der Lage, Klirrgeräuschquellen aufzuspüren: An Hand des auf dem Bildschirm dargestellten Meßergebnisses kann man die Größe der Klirrgeräuschleistung abschätzen. Über diesen Zusammenhang wird in den Abschnitten „Differentielle Phase" und „Differentielle Verstärkung" näheres gesagt.

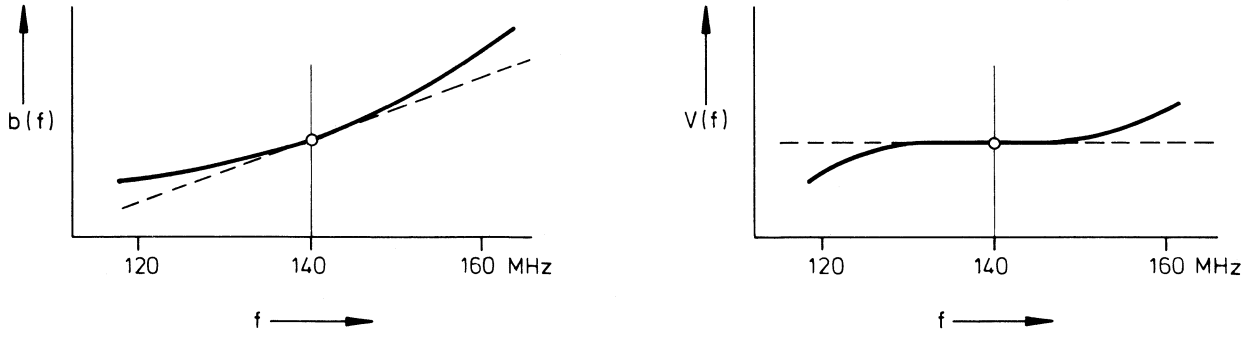


Bild 10 Frequenzgang des Phasenmaßes b(f) und der Verstärkung V(f)

Im folgenden werden die mit dem RM-4 möglichen Meßverfahren zum Bestimmen der Verzerrungen im Prinzip beschrieben.

Abhängigkeit der Verstärkung und des Phasenmaßes von der Aussteuerung

Ist bei einem Vierpol die Verstärkung oder das Phasenmaß von der Größe der Eingangsamplitude abhängig (Bild 11). so entsteht ein verzerrtes Ausgangssignal.

Eine Übertragungskennlinie mit unterschiedlicher Steilheit, wie sie in Bild 12 dargestellt ist, hat eine von der Amplitude abhängige Verstärkung zur Folge.

Die Steilheitsverzerrung $\Delta U/U_O \cdot 100\%$, die mit einer tiefen Meßfrequenz < 1 MHz gemessen wird, ist ein Maß für die Nichtlinearität der Modulator- bzw. Demodulatorkennlinie (Bild 9). Für diese Messungen kann man am Meßplatz RM-4 die Bereiche 0,5 bis 50% (Bildhöhe) einstellen.

Zum Messen der Steilheitsverzerrung findet das Intermodulationsverfahren Anwendung: Wie Bild 12 zeigt, wird die tieffrequente und sinusförmige Wobbel- oder Ablenkspannung (f_A = 70 Hz), deren Amplitude relativ groß ist, mit einer hochfrequenten Meßspannung kleiner Amplitude additiv überlagert. Der Momentanwert der Ablenkspannung verschiebt den Arbeitspunkt der überlagerten Meßspannung längs der Übertragungskennlinie, so daß die Meßspannung die Kennlinie „abtasten" kann.

Bei einer gekrümmten Kennlinie ändert sich deren Steilheit mit der Wobbelamplitude. Als Ergebnis entsteht eine amplitudenmodulierte Meßspannung. Die Form der Hüllkurve der Meßspannung ist somit ein Maß für die Steilheitsverzerrung $\Delta U/U_O \cdot 100\%$. Dabei entspricht ΔU der Steilheitsänderung und U_O der Steilheit bei der Aussteuerung Null, d.h. im Koordinatenursprung. Auf dem Bildschirm des RM-4-Sichtteils wird der Verlauf der Steilheitsverzerrung abgebildet. Bei einer von der Frequenz unabhängigen Modulator- und Demodulatorkennlinie ist das Meßergebnis

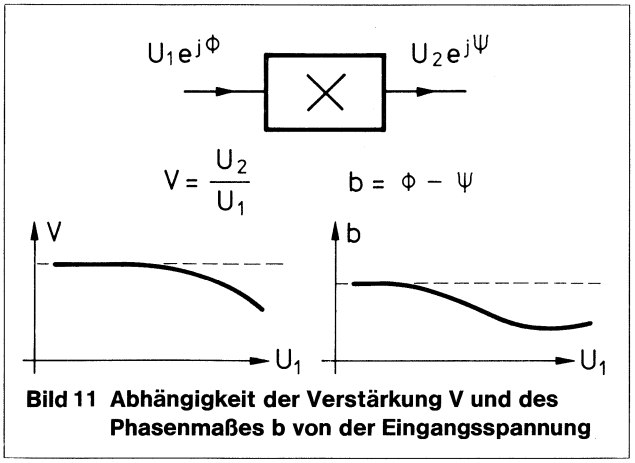


Bild 11 Abhängigkeit der Verstärkung V und des Phasenmaßes b von der Eingangsspannung

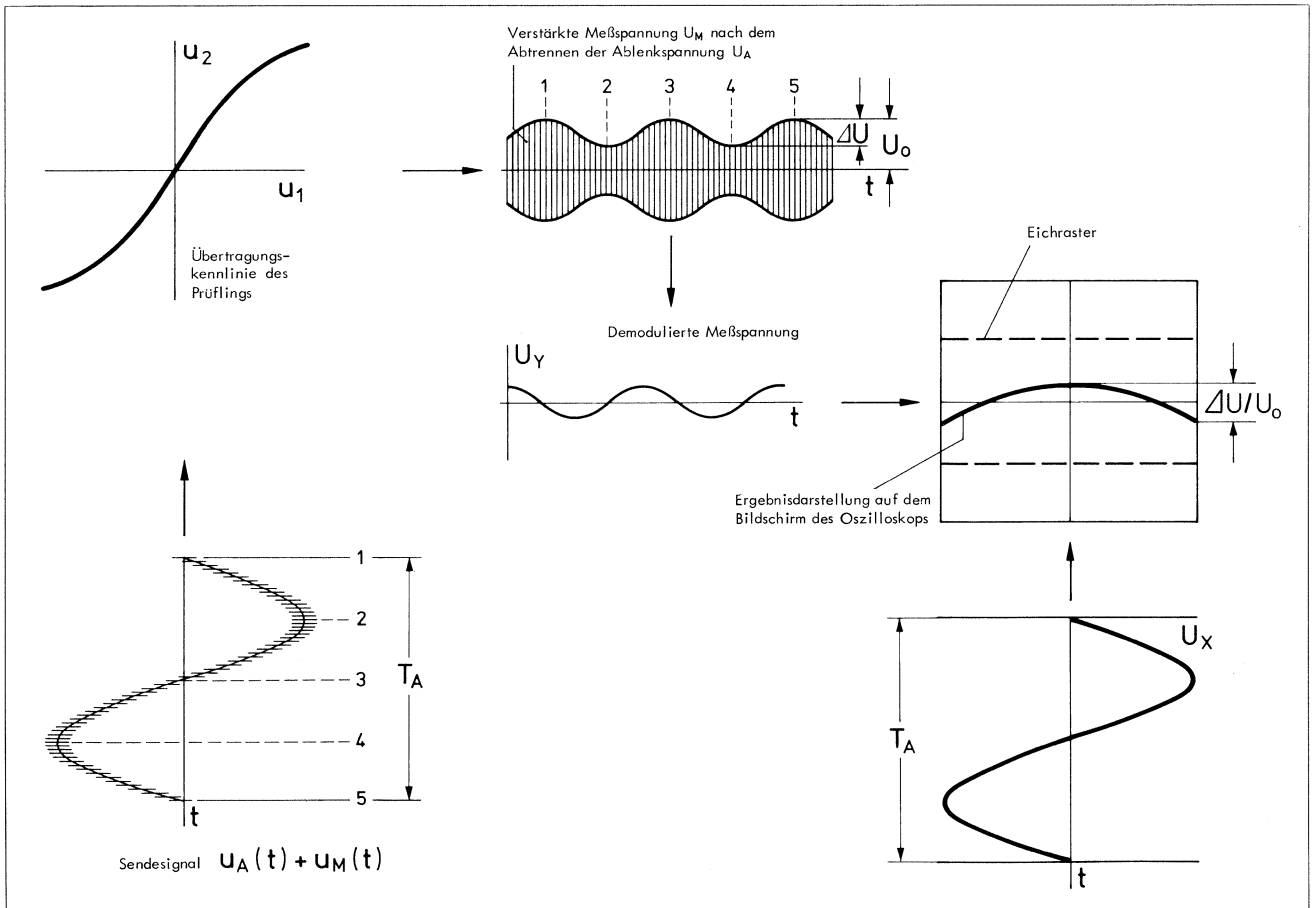


Bild 12 Messen der Steilheitsverzerrung mit dem Intermodulationsverfahren

von der Frequenz der überlagerten Meßspannung unabhängig. Im allgemeinen ist bei Meßfrequenzen < 1 MHz keine Abhängigkeit vorhanden.
Ist das Phasenmaß eines Prüflings von der Aussteuerung, d.h. vom Momentanwert der Ablenkspannung abhängig, so ändert sich die Phase der überlagerten Meßspannung. Da die Änderung im Rhythmus der tieffrequenten Ablenkspannung erfolgt, entsteht eine phasenmodulierte Meßspannung. Im Empfänger des Meßplatzes RM-4 wird die Phasenänderung gemessen und (wie die Steilheitsverzerrung) in Abhängigkeit der Ablenkspannung als Kurvenzug oszilloskopisch dargestellt.
Auf diese Weise kann man zum Beispiel prüfen, ob bei der Bildübertragung die Farbinformation durch das Helligkeitssignal beeinflußt wird.

Frequenzmoduliertes Meßsignal

Zum Messen der Gruppenlaufzeitverzerrung, differentiellen Phase und differentiellen Verstärkung in der 70-MHz- bzw. 140-MHz-ZF-Ebene wird im Frequenzmodulator des Meßplatzes RM-4 ein FM-Signal erzeugt (Bild 13). Durch die tieffrequente Wobbelspannung (f_A = 70 Hz) wird die 70-MHz- oder 140-MHz-Zwischenfrequenz in einem einstellbaren Hubbereich relativ langsam gewobbelt. Der maximale Hubbereich ist bei
70-MHz-Mittenfrequenz: $\pm$ 25 MHz
140-MHz-Mittenfrequenz: $\pm$ 50 MHz.
Die überlagerte Meßspannung mit der Meßfrequenz f_M bewirkt eine Frequenzmodulation. Kenngrößen der FM sind: Frequenzhub Δf, Modulationsfrequenz f_M, Phasenhub η, auch Modulationsindex genannt. Für den Phasenhub gilt
$\eta = \Delta f / f_M$.
Ein Phasenhub von η = 0,1 bedeutet, daß die Winkelmodulation $\pm 5{,}7°$ (bezogen auf den unmodulierten Träger) beträgt. Da die Meßspannung relativ klein ist, ist auch der Frequenzhub Δf klein und damit der Phasenhub $\eta \ll 1$, so daß sich nur eine obere und eine untere Seitenlinie im Abstand der Meßfrequenz um die Trägerlinie gruppieren. Durch die sehr langsame Änderung der Trägerfrequenz kann man sich vorstellen, daß mit dem Linientripel (Träger- und Seitenlinienpaar) der Frequenzgang der Verstärkung und der Phase im Rhythmus des Wobbelsignals „abgetastet" wird.
Beim Messen der differentiellen Phase und differentiellen Verstärkung werden relativ hohe Meßfrequenzen (>1 MHz) verwendet. In diesem Fall muß der durch die Wobbelspannung erzeugte Wobbelhub $\hat{\Delta F}$ des Trägers reduziert werden, damit die Seitenlinien des frequenzmodulierten Signals noch innerhalb des Übertragungsbandes liegen (Bild 14).
Beim RM-4 wird der Frequenzhub des Trägers $\hat{\Delta F}$ mit größer werdender Meßfrequenz f_M automatisch verkleinert, wenn der Schalter „Abtastbereich" auf „Ein" steht.
Die am Meßplatz RM-4 stetig einstellbaren Abtastbereichsgrenzen $\hat{\Delta F} \pm f_M$ sind bei
70 MHz: $\hat{\Delta F} \pm f_M = \pm 3$ bis ± 25 MHz
140 MHz: $\hat{\Delta F} \pm f_M = \pm 3$ bis ± 30 MHz

Gruppenlaufzeitverzerrung

Mißt man den Verlauf einer Phasenkurve (Bild 15) mit einer relativ tiefen Meßfrequenz – im RM-4 stehen dazu 92,59 kHz (83,3 kHz) bis 555,56 kHz (500 kHz) zur Verfügung – so

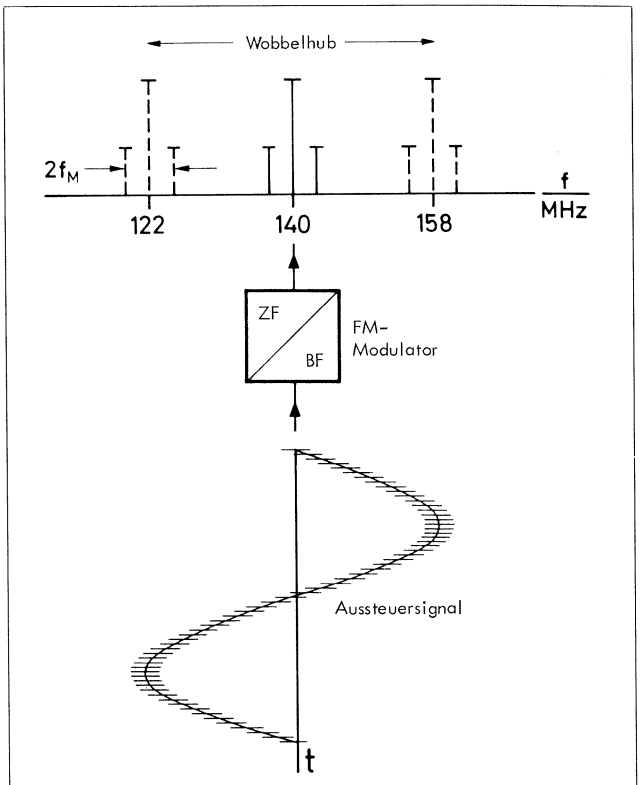


Bild 13 Linientripel bei einer ZF von 140 MHz und einem Wobbelhub von $\pm$ 18 MHz.

kann man annehmen, daß die Phasenkurve innerhalb des schmalen Frequenzintervalls
$2\,\omega_M = (\Omega_Z + \omega_M) - (\Omega_Z - \omega_M)$
linear verläuft. Es ist
$\Omega_Z/2\,\pi$ die langsam gewobbelte Trägerfrequenz,
$\omega_M/2\,\pi$ die gewählte Meßfrequenz.

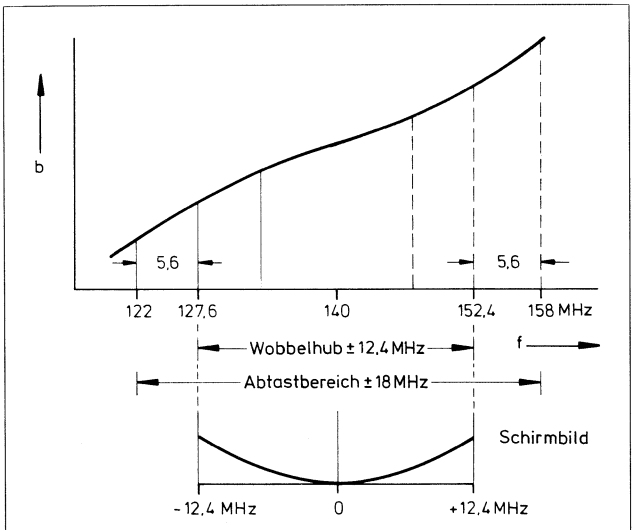


Bild 14 Reduzierter Wobbelhub des Trägers. In diesem Beispiel ist der Abtastbereich $\pm$ 18 MHz und die Meßfrequenz 5,6 MHz.

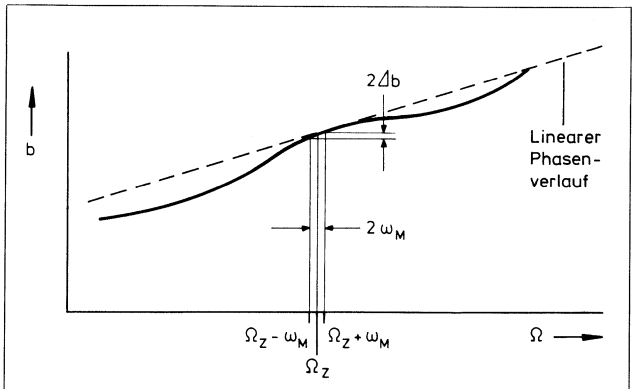


Bild 15 Messen der Gruppenlaufzeit τ_g einer Phasenkurve mit einer tiefen Meßfrequenz

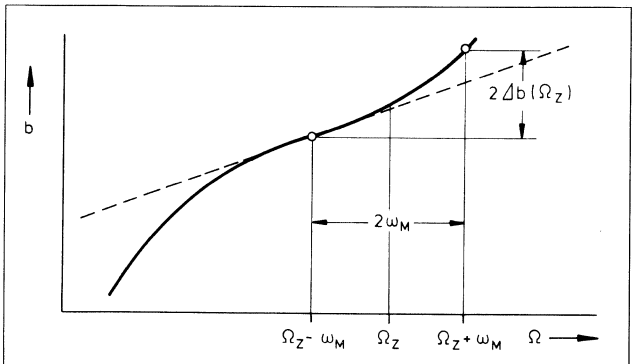


Bild 16 Messen der Phasenverzerrung mit einer hohen Meßfrequenz

Die tiefe Meßfrequenz kann man auch – entsprechend dem Nyquist-Verfahren – als Spaltfrequenz bezeichnen. Für die Gruppenlaufzeit folgt aus Bild 9:

$$\tau g\ (\Omega_Z) = \frac{db\ (\Omega_Z)}{d\Omega} \approx \frac{\Delta b\ (\Omega_Z)}{\omega_M}$$

Bei einem nichtlinearen Phasen-Frequenzgang ändert sich die Phasendifferenz Δb beim Wobbeln mit dem Linientripel $(\Omega_Z - \omega_M)$, Ω_Z, $(\Omega_Z + \omega_M)$. Die sich ändernde Phase Δb der Meßspannung wird im Empfangsteil des Meßplatzes RM-4 gemessen. Bei bekannter Meßfrequenz ist diese Phasenänderung ein Maß für die Gruppenlaufzeitverzerrung $\Delta \tau_g$ die als Kurvenzug auf dem Bildschirm dargestellt wird; die Meßbereiche sind 1 bis 1000 ns.

Da das Messen der Gruppenlaufzeitverzerrung mit einer Meßfrequenz <1 MHz erfolgt (im allgemeinen sind 556 kHz üblich), läßt sich ein rippelförmiger Frequenzgang der Gruppenlaufzeit „aufspüren", der z.B. durch eine fehlangepaßte Leitung entstehen kann. Aber auch beim Abgleich der Laufzeitentzerrer findet die Gruppenlaufzeitmessung Anwendung; zur Feineinstellung sind die Meßfrequenzen >1 MHz zu empfehlen. Über deren Vorteile wird im folgenden berichtet.

Differentielle Phase

Kleine Gruppenlaufzeitverzerrungen sind mit einer tiefen Meßfrequenz schwer zu erkennen. Der im Meßplatz RM-4 eingebaute Phasenmesser, der die Phasenänderung als Maß für die Gruppenlaufzeitverzerrung mißt, hat nur eine begrenzte Empfindlichkeit. Mit höheren Meßfrequenzen lassen sich bei gegebener Empfindlichkeit des Phasenmessers kleinere Gruppenlaufzeitverzerrungen messen, was aus den Bildern 15 und 16 leicht zu ersehen ist. Allerdings ist dann innerhalb des Linientripels $2\ \omega_M$ ein nichtlinearer Verlauf der Phasenkurve zu erwarten (Bild 16). In diesem Fall kann man nicht mehr von einer Gruppenlaufzeitmessung sprechen. Es wird mit den Meßfrequenzen >1 MHz die Änderung der Phase $2\ \Delta b\ (\Omega_Z)$ gemessen, die beim Wobbeln in dem gewünschten Frequenzbereich (Abtastbereich) entsteht. Als Ergebnis dieser Änderung wird auf dem Bildschirm der Verlauf der differentiellen Phase

$$\frac{\Delta \varphi}{\text{rad}} \cdot 100\% \quad (1\ \text{rad} = 360°/2\pi = 57{,}3°)$$

in Abhängigkeit des Wobbelhubes dargestellt. Dafür stehen im Empfangsteil des RM-4 die Meßbereiche 0,5 bis 50% rad für die gesamte Bildhöhe zur Verfügung. Eine differentielle Phase von 1% rad entspricht einer Winkeländerung von $\Delta \varphi = 0{,}57°$.

Zur Analyse der Klirrgeräuschquellen ist es wichtig zu wissen, ob der auf dem Bildschirm dargestellte Verlauf der differentiellen Phase das Ergebnis eines nichtlinearen Phasenganges oder einer AM/PM-Umwandlung ist (Bild 17). Falls eine AM/PM-Umwandlung die Ursache ist, muß man bei der Dämpfungsmessung des ZF-Frequenzganges einen unebenen Verlauf messen.

Da ein fester Zusammenhang zwischen der differentiellen Phase und der Klirrgeräuschleistung besteht, läßt sich aus dem Verlauf und der Größe der differentiellen Phase die Größe des Klirrgeräusches bestimmen.

Um das Ergebnis bei der Messung der differentiellen Phase zu analysieren, kann man mit Hilfe der Einstellelemente am Meßplatz RM-4 schnell die Abhängigkeit des dargestellten Kurvenzuges vom Wobbelhub und von der Meßfrequenz feststellen. Dazu können am RM-4 die hohen Meßfrequenzen 2,4 MHz, 5,6 MHz, 8,2 MHz und 12,4 MHz eingestellt werden. Für das System FM 2700/6700 ist die Meßfrequenz 12,4 MHz bestimmt; sie beträgt etwa 2/3 des $\pm$ 18-MHz-Abtastbereichs.

Der größte Klirrgeräuschbeitrag im Übertragungsweg des FM-Signals entsteht durch die Phasenverzerrung mit quadratischem Verlauf, wie sie Bild 17 zeigt. In diesem Fall ändert sich die Gruppenlaufzeit proportional mit der Frequenz (Laufzeitschräglage genannt), was einen linearen Verlauf der differentiellen Phase zur Folge hat.

Das folgende Beispiel soll die Bedeutung der differentiellen Phase unterstreichen. Es wird angenommen, daß in einer ZF-Baugruppe des Systems FM 2700/6700 die Gruppenlaufzeitverzerrung einen linearen Verlauf hat (Laufzeitschräglage) und bei den Frequenzen 140 MHz $\pm$ 18 MHz die Abweichung $\pm$ 0,2 ns ist (Bild 18). Sie ruft bei einer simulierten Gesprächsbelastung von +22,3 dBm0 (3 dB Überpegel) mit einem Rauschsignal eine relativ große Klirrgeräuschleistung von 4 pW0p (gemessen im obersten Telefonkanal) hervor [1] [2].

Eine Gruppenlaufzeitverzerrung von 0,2 ns läßt sich mit der tiefen Meßfrequenz 556 kHz kaum feststellen. Man kann sie jedoch mit dem Meßplatz RM-4 „aufspüren": Stellt man die hohe Meßfrequenz 8,2 MHz und den Abtastbereich $\pm$ 18 MHz ein, so erhält man für die differentielle Phase, deren Verlauf Bild 17 zeigt, den gut meßbaren Wert von

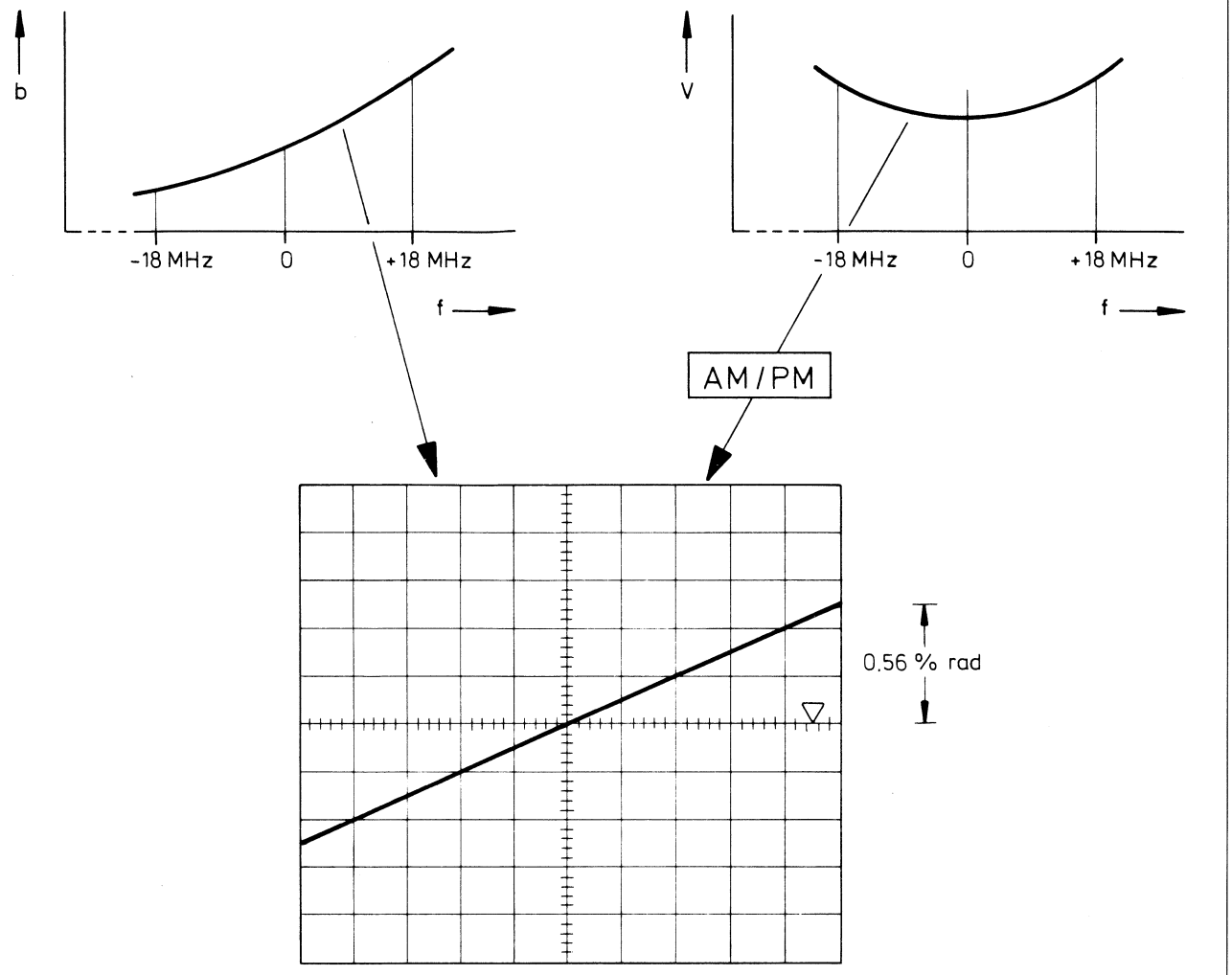


Bild 17 Linearer Verlauf der differentiellen Phase

$\frac{\Delta\varphi}{\text{rad}} \cdot 100\% = 0{,}56\%\ \text{rad}$

Um eine farbechte Bildübertragung über eine Richtfunkstrecke zu gewährleisten, muß die differentielle Phase mit der Farbträgerfrequenz (z.B. 4,43 MHz) gemessen werden. Üblicherweise soll bei dieser Messung über einen Modulationsabschnitt die Winkeländerung $\Delta\varphi \leqq 3°$ sein, was einer differentiellen Phase von 5,3% rad entspricht.

Auch für diese Meßaufgabe ist der Meßplatz RM-4 geeignet, der mit den gewünschten Farbträgerfrequenzen (PAL, NTSC, SECAM) zusätzlich ausgerüstet werden kann.

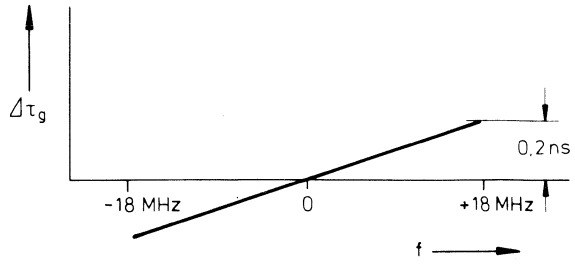


Bild 18 Gruppenlaufzeitverzerrung (Laufzeitschräglage) einer ZF-Baugruppe

Differentielle Verstärkung

Ein frequenzabhängiger Verlauf der Verstärkung in der ZF-Ebene kann den Phasenhub des FM-Signals beeinflussen (Bild 19). Derartige Verzerrungen tragen zu einer Zunahme des Klirrgeräusches bei. Das gilt besonders für die an der oberen Frequenzgrenze des TF-Basisbandsignals liegenden Telefonkanäle.

Den Einfluß eines unebenen Frequenzgangs der Verstärkung kann man messen, wenn durch die unterschiedliche Dämpfung des Trägers und der beiden Seitenlinien eine Phasenhubänderung entsteht. Im allgemeinen tritt eine merkliche Hubänderung $\Delta\eta$ erst bei einer hohen Meßfrequenz >1 MHz auf (Bild 19). Der beim Wobbeln sich ändernde Phasenhub $\Delta\eta$ der Meßspannung hat nach der Frequenzdemodulation im Meßplatz RM-4 eine Amplituden-

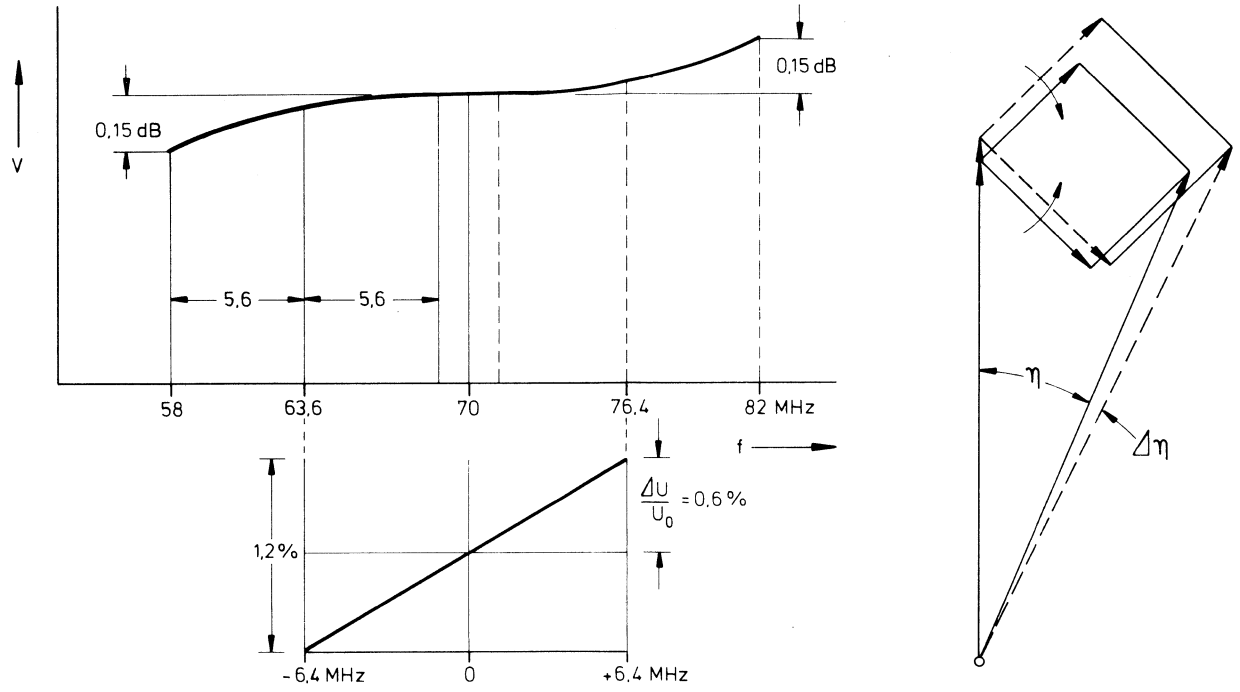


Bild 19 Messen der differentiellen Verstärkung mit der Meßfrequenz 5,6 MHz und die entstehende Phasenhubänderung

modulation des Meßsignals (ähnlich Bild 12) zur Folge, die im RM-4 gemessen wird.
Bei dieser Messung spricht man statt der Steilheitsverzerrung von der differentiellen Verstärkung $\Delta U/U_O$ als Maß für den frequenzabhängigen Verlauf der Verstärkung. Die Bezugsgröße U_O ist die Amplitude der Meßspannung bei der Aussteuerung Null, d.h. bei ZF-Mittenfrequenz 70 MHz bzw. 140 MHz. Zum Messen der differentiellen Verstärkung $\Delta U/U_O$ bietet der RM-4 die Meßbereiche 0,5 bis 50% für die gesamte Bildhöhe.
Zur Analyse der Klirrgeräuschquellen ist es auch hier interessant zu wissen, ob der Verlauf der differentiellen Verstärkung das Ergebnis eines unebenen Frequenzgangs der Verstärkung oder eines nichtlinearen Phasenverlaufs mit anschließender AM/PM-Umwandlung ist. Ist eine AM/PM-Umwandlung die Ursache für den in Bild 19 gezeigten linearen Verlauf der differentiellen Verstärkung $\Delta U/U_O$, so muß die Gruppenlaufzeitverzerrung der Phasenkurve quadratisch verlaufen.
An dieser Stelle ist zu vermerken, daß im Übertragungsweg des FM-Signals die größten Klirrgeräuschbeiträge entstehen durch

- die (bereits genannte) Schräglage der Laufzeit,
- einen Frequenzgang der Verstärkung mit kubischem Verhalten (so wie ihn Bild 19 zeigt),
- Schaltungen mit quadratischer Gruppenlaufzeitverzerrung und AM/PM-Umwandlung.

Mit einer relativ großen Klirrgeräuschleistung ist zu rechnen

- bei großen Meßwerten der differentiellen Phase oder differentiellen Verstärkung,
- wenn das Meßergebnis der differentiellen Phase oder differentiellen Verstärkung eine Schräglage (Bild 17 oder Bild 19) oder einen ähnlichen Verlauf zeigt.

Als Beispiel wird angenommen, daß in einer ZF-Baugruppe des Systems FM 1800-TV/6000 der Frequenzgang der Verstärkung den in Bild 19 gezeigten kubischen Verlauf hat. Die geringe Abweichung von 0,15 dB bewirkt bei einer simulierten Gesprächsbewertung von +17,6 dBm0 im obersten Telefonkanal des Basisbandes eine Klirrgeräuschleistung von $\approx$ 4 pW0p [1] [2]. Diese Geräuschquelle läßt sich nur mit einer hohen Meßfrequenz „aufspüren". Bei einer tiefen Meßfrequenz ist die Phasenhubänderung sehr klein. Wählt man als Meßfrequenz 556 kHz, so ergibt sich nur eine differentielle Verstärkung von $\Delta U/U_O \approx$ 0,014%, die auf dem Bildschirm nicht zu erkennen ist. Mit der wesentlich höheren Meßfrequenz 5,6 MHz erhält man die gut meßbare differentielle Verstärkung von $\Delta U/U_O \approx$ 0,6%, deren Verlauf in Bild 19 dargestellt ist.

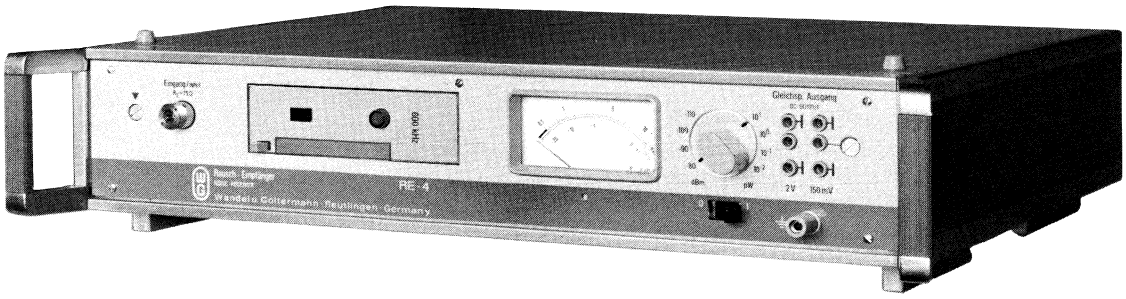
Literatur

[1] Lier, H. P. und Weber, H.: Dimensionierung von Breitband-Richtfunkanlagen zur Verringerung der Intermodulations-Verzerrungen. Wiss. Ber. AEG-TELEFUNKEN 49 (1976) 1/2, S. 33 – 41

[2] Ramadan, M.: Thermal and distortion noise in microwave systems. telephony, Febr. 22, 1971, pp. 45 – 54.

RE-4
Rauschklirrempfänger

für Betriebsmessungen an Richtfunk- und Vielkanal-Trägerfrequenzsystemen



- **Für Messungen an koaxialen Systemen von 10 kHz bis 14 MHz**
- **Hohe Grenzempfindlichkeit (< –125 dBmp)**
- **Einschubtechnik ermöglicht leichtes Umrüsten auf verschiedene Meßfrequenzen**
- **Anschluß für Klassiergerät oder Schreiber**
- **Trennübertrager ermöglichen hochohmige Messungen an symmetrischen und koaxialen Systemen**

Anwendung und Eigenschaften

Der Rauschklirrempfänger RE-4 dient zur laufenden Geräuschüberwachung hauptsächlich an Richtfunksystemen. Dabei wird die Methode der Außerband-Rauschklirrmessung angewandt. Oberhalb oder unterhalb des zu übertragenden Bandes werden vor dem zu überwachenden System Sperrlücken ausgefiltert. Diese Lücken füllen sich im Meßobjekt infolge des Grundrauschens der Geräte sowie des belegungsabhängigen Intermodulationsgeräusches teilweise auf. Mit dem Rauschklirrempfänger RE-4 wird am Ausgang des Prüflings die in den Sperrlücken vorhandene Leistung selektiv gemessen. Sie stellt ein Maß für die Qualität der Übertragung dar.

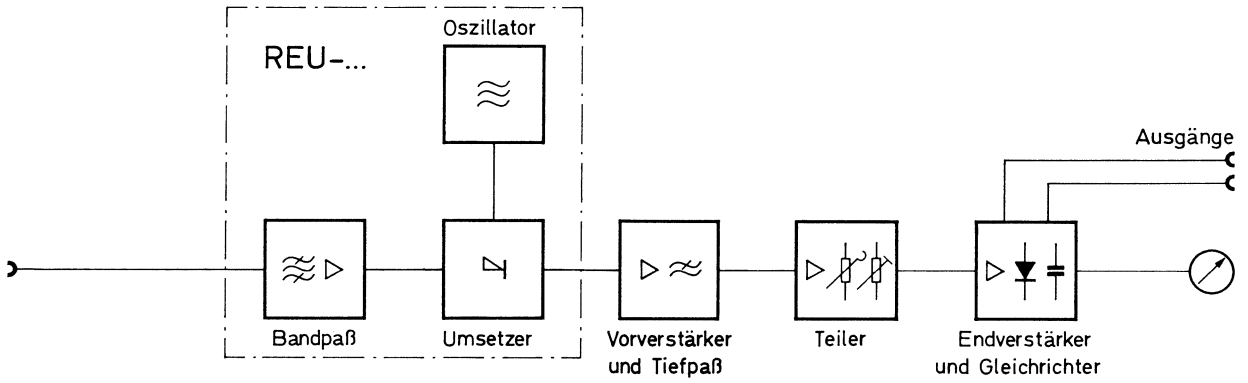
Der Empfänger RE-4 mit einem Eingangswiderstand Z = 75 Ω ermöglicht direkt die selektive Messung von Geräuschen in koaxialen Systemen im Frequenzbereich 10 kHz bis 14 MHz. Für hochohmige Messungen an symmetrischen bzw. an koaxialen Systemen stehen als Meßzubehör der Entkopplungsübertrager REÜ-4 bzw. der Tastkopf TK-9 zur Verfügung.

Das Gerät ist mit einem Umsetzereinschub REU-. . . für die jeweilige Empfangsfrequenz ausgerüstet. Eine leichtgängige Hebelmechanik ermöglicht den raschen Austausch. Die gleichen Einschübe lassen sich auch in den Rauschklirrempfängern RE-5, RE-50 und GUE-1 verwenden.

Die im Sprachkanal auftretende Geräuschleistung wird an einem Instrument angezeigt, die entsprechende Gleich-

spannung steht an zwei Ausgängen zur Verfügung. Zusammen mit dem Klassiergerät REK-4 von Wandel & Goltermann (siehe Blatt REK-4) ist die gleichzeitige Überwachung von bis zu 6 gleichartigen Übertragungssystemen möglich. Dabei schaltet das Klassiergerät in zyklischer Folge die 6 von den Systemen kommenden Meßsignale auf den Eingang des Empfängers RE-4 durch. Die vom Empfänger gemessene Rauschenergie wird im gleichen Zyklus auf die sechs Meßkanäle des Klassiergeräts geschaltet und einer der vier einstellbaren Klassen zugeordnet. Lampen signalisieren die jeweilige Klasse und das angeschlossene System; Zähler registrieren die Klassen- bzw. Summenhäufigkeit.

Vereinfachtes Blockschaltbild des Rauschklirrempfängers RE-4



Technische Einzelheiten

Der Rauschklirrempfänger RE-4 ist ein Überlagerungsempfänger, der auf eine feste Frequenz abgestimmt ist. Diese Frequenz liegt durch den jeweiligen Umsetzereinschub REU-. . . fest.

Das Meßsignal am Eingang des Empfängers wird im Umsetzereinschub mit dem Oszillatorsignal gemischt. Die resultierende Zwischenfrequenz gelangt über den Vorverstärker und den Teiler zum Endverstärker mit Gleichrichter und Anzeigeinstrument. Die Empfangsbandbreite ist so gewählt, daß sich eine psophometrisch bewertete Anzeige des gemessenen Signals ergibt. An 2 Ausgängen sind dem Meßsignal entsprechende Gleichspannungen zur weiteren Verwendung (z. B. im Klassiergerät REK-4) verfügbar. Die Empfindlichkeit des Empfängers ist in vier Stufen zu je 10 dB umschaltbar. Durch das sehr kleine Eigenrauschen wird die genaue Messung auch kleinster Eingangssignale möglich. Eine Absoluteichung des Geräts kann nach Anschließen eines Eichsignals (z. B. aus einem Rauschsender) vorgenommen werden.

Technische Daten des Rauschklirrempfängers RE-4

Alle wesentlichen Geräteeigenschaften sind durch garantierte Toleranz- und Grenzwertangaben und nicht durch typische Werte gekennzeichnet. Sie gelten nicht nur bei Auslieferung, sondern mindestens für die gesamte Garantiezeit.

Eingang	Eingangswiderstand Z, koaxial	75 Ω
	Reflexionsfaktor (mit Umsetzereinschub REU-. . .)	≦ 10 %
	Buchsenausführung	Universalbuchse Versacon® 9
Frequenzbereich	Frequenzbereich	10 kHz bis 13,677 MHz
	Abstimmung auf die Mittenfrequenz des Meßkanals	durch den jeweiligen Umsetzereinschub REU-. . .

Meßbereiche

bei Instrumentenanzeige »0 dB« bzw. »10 pW«,
bezogen auf den Empfängereingang . . . . . −110, −100, −90, −80 dBmp
bzw. 10^{-2}, 10^{-1}, 10^{0}, 10^{1} pWp
Skalenbereich . . . . . −20 bis +1 dB bzw. 0,1 bis 13 pW

Eigenrauschen, mit REU-. . . und abgeschlossenem Eingang,
bezogen auf den Empfängereingang . . . . . ≦ −125 dBmp

Bewertung des angezeigten Eingangspegels
Der Meßwert entspricht bei weißem Rauschen einem Geräusch innerhalb einer Kanalbreite (3,1 kHz), das mit einem CCI-Ohrkurvenfilter bewertet ist.
Äquivalente Rauschbandbreite . . . . . 1,74 kHz

Fehlergrenzen

Die Eichung des RE-4 kann mit einer externen Eichquelle vorgenommen werden
Skalenteilungsfehler, bezogen auf 0 dB . . . . . ± 2 % v. E.
Teilerfehler . . . . . ± 0,1 dB

Gleichspannungsausgänge

Ausgang zum Klassiergerät REK-4 . . . . . 3polige TF-Buchse
Leerlaufspannung bei 0-dB-Anzeige . . . . . ca. 2 V
Innenwiderstand . . . . . ca. 14 kΩ

Schreiberausgang . . . . . 3polige TF-Buchse
Leerlaufspannung, bei +1-dB-Anzeige, einstellbar . . . . . 120 bis 180 mV
Innenwiderstand . . . . . < 3 kΩ
Zeitkonstante . . . . . ca. 0,4 s

Allgemeine Daten

Umgebungstemperatur
Lager und Transport . . . . . −25 bis +60 °C
Nenngebrauchsbereich . . . . . +10 bis + 35 °C

Stromversorgung
Nenngebrauchsbereiche der Netzspannung . . . . . 110 / 117 / 127 / 220 / 227 / 235 V
−15%/+10%
Nenngebrauchsbereich der Netzfrequenz . . . . . 45 bis 66 Hz
Leistungsaufnahme, mit Umsetzereinschub . . . . . ca. 7 VA

Abmessungen	Tischgerät		19"-Einschub (DIN 41 494)	
	Breite mit Griffen	478 mm	Einschubbreite	443 mm
	Höhe über alles	110 mm	Einschubhöhe	87 mm
	Tiefe mit Griffen	407 mm	Einbautiefe	353 mm

Gewicht mit Einschub . . . . . 9 kg

Meßzubehör

Umsetzereinschübe REU-. . .

Meßfrequ. kHz	Typ	Bestellnummer	Meßfrequ. kHz	Typ	Bestellnummer
10	REU-10	BN 402/1	1549	REU-1549	BN 402/20
50	REU-50	BN 402/3	3200	REU-3200	BN 402/25
70	REU-70	BN 402/5	4715	REU-4715	BN 402/27
119	REU-119	BN 402/8	6300	REU-6300	BN 402/31
270	REU-270	BN 402/11	9073	REU-9073	BN 402/35
331	REU-331	BN 402/12	13677	REU-13677	BN 402/42
600	REU-600	BN 402/16			

Weitere verwendbare Umsetzereinschübe siehe Blatt RK-5

Entkopplungsübertrager REÜ-4

für hochohmige Messungen an symmetrischen Systemen, Z = 150 Ω
Frequenzbereich . . . . . 10 bis 600 kHz
Eingangswiderstand . . . . . ≧ 5 kΩ
Dämpfung des Leistungspegels bei Anschluß an symmetrische 150-Ω-Systeme
und Abschluß mit Z = 75 Ω (z. B. RE-4) . . . . . 20 dB
Frequenzgangfehler . . . . . ± 0,1 dB
Eingangsbuchse . . . . . 3 Lötstifte oder 3polige TF-Buchse
Ausgangsbuchse . . . . . Universalbuchse Versacon® 9

Tastkopf TK-9

für hochohmige Messungen an koaxialen Systemen, Z = 75 Ω

Frequenzbereich	50 kHz bis 15 MHz
Eingangswiderstand	ca. 5 kΩ ‖ ca. 17 pF
Dämpfung	20 dB
Frequenzgangfehler bis 13 MHz	± 0,1 dB
Eingangs- und Ausgangsbuchse	Universalbuchse Versacon® 9

Bestellangaben

Rauschklirrempfänger RE-4		BN 433
Zubehör (gegen Aufpreis)		
Transportschutzdeckel		DE 1
Umsetzereinschübe REU		siehe Tabelle
Entkopplungsübertrager REÜ-4,	Eingang 3 Lötstifte	BN 464/1
	Eingang 3polige TF-Buchse	BN 464/2
Tastkopf TK-9, mit 1,5 m Kabel		BN 265/0

REK-4
Klassiergerät

zur Registrierung statistischer Vorgänge und zur Qualitätsüberwachung von Richtfunk- und Vielkanal-TF-Systemen



- **Klassierung von Analogsignalen, z. B. der Geräuschleistung in Verbindung mit dem Rauschklirrempfänger RE-4**
- **Bildet Klassen- oder Summenhäufigkeit**
- **Überwachung von max. 6 Richtfunkverbindungen oder TF-Leitungen möglich**

Anwendung und Eigenschaften

Das Klassiergerät REK-4 dient zur Erfassung der Amplitudenstatistik von Signalen mit unregelmäßig schwankender Amplitude. Dazu muß es mit einem Empfänger zusammengeschaltet werden, der dem Klassiergerät eine der Amplitude des auszuwertenden Signals proportionale Spannung zur Verfügung stellt. Hierfür eignet sich insbesondere der Rauschklirrempfänger RE-4, der diese Spannung durch einen Mittelwertgleichrichter mit einer Einschwing-Zeitkonstanten von etwa 0,5 s erzeugt.
Im Klassiergerät REK-4 wird aufgrund der angebotenen Spannung im 1-s-Takt entschieden, welche der 4 vorgegebenen Schwellen $S_1 \ldots S_4$ in einem innerhalb einer Sekunde definierten Zeitintervall (Entscheidungsintervall) überschritten wurde. Dadurch ergibt sich eine Klassen-Einteilung. Jeder Klasse ist ein mechanischer Impulszähler zugeordnet. In der Betriebsart »Klassenhäufigkeit« erhält nach jedem Entscheidungsintervall der Zähler, welcher der höchsten erreichten Klasse zugeordnet ist, einen Zeitimpuls. In der Betriebsart »Summenhäufigkeit« erhalten auch die den darunterliegenden Klassen zugeordneten Zähler je einen Impuls. Dadurch wird die Überschreitungswahrscheinlichkeit bezüglich der Schwellen 0, S_1, S_2, S_3 registriert. In beiden Fällen löst die Überschreitung der obersten Schwelle ein Signal aus, das sich z. B. als Alarmsignal verwerten läßt.
Für die Überwachung mehrerer Trägerfrequenz-Nachrichtenübertragungsleitungen (TF-Leitungen) besitzt das Klas-

siergerät einen Meßstellen-Umschalter. Dieser schaltet in zyklischer Reihenfolge jeweils eine der angeschlossenen Leitungen zum Empfänger durch. Die jeweilige Verweilzeit ist zwischen 1 Minute und 10 Minuten umschaltbar.

Zum individuellen Registrieren sind für jede Meßstelle 4 Zähler vorgesehen. Lampen zeigen die eingeschaltete Meßstelle und die jeweils vorliegende Klasse an. Diese Signale stehen auch zur Fernübertragung zur Verfügung.

Technische Daten des Klassiergeräts — REK-4

Alle wesentlichen Geräteeigenschaften sind durch garantierte Toleranz- und Grenzwertangaben und nicht durch typische Werte gekennzeichnet. Sie gelten nicht nur bei Auslieferung, sondern mindestens für die gesamte Garantiezeit.

Leitungsumschalter

Betriebsfrequenzbereich	10 kHz bis 12 MHz (30 MHz)
Anschluß	Universalbuchse Versacon® 9
Wellenwiderstand der durchgeführten Leitung	75 Ω
Reflexionsfaktor	≦ 5%
Übersprechdämpfung einer angeschlossenen, aber nicht durchgeschalteten Leitung zur benachbarten durchgeschalteten Leitung	
bei 600 kHz	≧ 70 dB
bei 4 MHz	≧ 60 dB
Zahl der zu prüfenden Leitungen	max. 6
Leitungswahl, umschaltbar, Zyklus 1	A-B-A-B-A...
Zyklus 2	A-B-C-A-B...
Zyklus 3	A-B-C-D-E-F-A-B...

Klassiereinheit

Eingang	TF-Buchse
Eingangsspannung	max. + 2,5 V
Eingangswiderstand	≧ 100 kΩ
Einstellbereich der 4 Schwellen	0 bis + 2,5 V
Umschalten zwischen »Klassenhäufigkeit« und »Summenhäufigkeit«	durch Umstecken im Gerät

Taktgeber

Taktzeit für Zähler (aus 50 Hz bzw. aus 60 Hz abgeleitet)	1 s
Taktzeit für Leitungsumschalter, umschaltbar	1 min oder 10 min

Allgemeine Daten

Stromversorgung	
Netzspannung, umschaltbar	110 / 117 / 127 / 220 / 227 / 235 V − 15% / + 10%
Netzfrequenz	50 Hz oder 60 Hz
Leistungsaufnahme	25 VA

Abmessungen	Tischgerät		19"-Einschub (DIN 41494)	
	Breite mit Griffen	478 mm	Einschubbreite	443 mm
	Höhe über alles	244 mm	Einschubhöhe	220 mm
	Tiefe mit Griffen	407 mm	Einbautiefe	353 mm

Gewicht . . . . . 14 kg

Meßzubehör

Entkopplungsübertrager REÜ-4

für hochohmige Messungen an symmetrischen Systemen, Z = 150 Ω

Frequenzbereich	10 bis 600 kHz
Weitere Daten	siehe Blatt RE-4

Tastkopf TK-9

für hochohmige Messungen an koaxialen Systemen, Z = 75 Ω

Frequenzbereich	50 kHz bis 15 MHz
Weitere Daten	siehe Blatt RE-4

Bestellangaben

Klassiergerät REK-4	BN 447
Zubehör (gegen Aufpreis)	
Transportschutzdeckel	DE 4
Entkopplungsübertrager REÜ-4,	
Eingang 3 Lötstifte	BN 464/1
Eingang 3polige TF-Buchse	BN 464/2
Tastkopf TK-9, mit 1,5 m Kabel	BN 265/0

GU-1
Geräuschüberwachungs-Einrichtung

zum Überwachen von Schmal- und Breitband-Richtfunksystemen bezüglich des Eigengeräusches



- **Überwachung von max. 6 Richtfunkverbindungen nach den in den CCIR-Empfehlungen Rec. 393-1 und 395-1 angegebenen Kriterien**
- **Digitale Registrierung der Überschreitungsereignisse**
- **Druckeranschlußmöglichkeit zur Meßdatenprotokollierung**
- **Datenausgang für Fernübertragung**
- **Wahl der Meßfrequenz durch auswechselbare Umsetzereinschübe REU**

Anwendung und Eigenschaften

Die Geräuschüberwachungs-Einrichtung GU-1 eignet sich zur Überwachung von Richtfunksystemen bezüglich ihres Eigengeräusches. Zur Beobachtung dient ein von Signalbelegung freier und für das Kollektiv aller Kanäle signifikanter Sprachkanal. Die Auswertung erfolgt nach den einschlägigen CCIR-Empfehlungen, insbesondere nach Rec. 393-1 und 395-1.

Die Einrichtung GU-1 besteht aus einem Geräuschüberwachungs-Empfänger GUE-1 und einer daran angeschlossenen Geräuschüberwachungs-Anzeige GUA-1.

An den Empfänger GUE-1 lassen sich bis zu 6 koaxiale Leitungen mit einem Wellenwiderstand Z = 75 Ω gleichzeitig anschließen. Ein interner Meßstellenumschalter verbindet in zyklischer Folge die angeschlossenen Leitungen mit dem Empfangsteil, so daß die Auswertung stichprobenartig erfolgt.

Der Empfänger mißt selektiv im Frequenzbereich 10 kHz bis 14 MHz. Die Empfangsfrequenz wird durch einen auswechselbaren Umsetzereinschub REU-... festgelegt. Einschübe sind für alle gebräuchlichen Meßfrequenzen der Rauschklirrmeßtechnik erhältlich. Eine leichtgängige Hebelmechanik ermöglicht den raschen Austausch. Dieselben Einschübe finden auch bei den Rauschklirrmeßplätzen RK-5 und RK-50 sowie beim Empfänger RE-4 Verwendung.

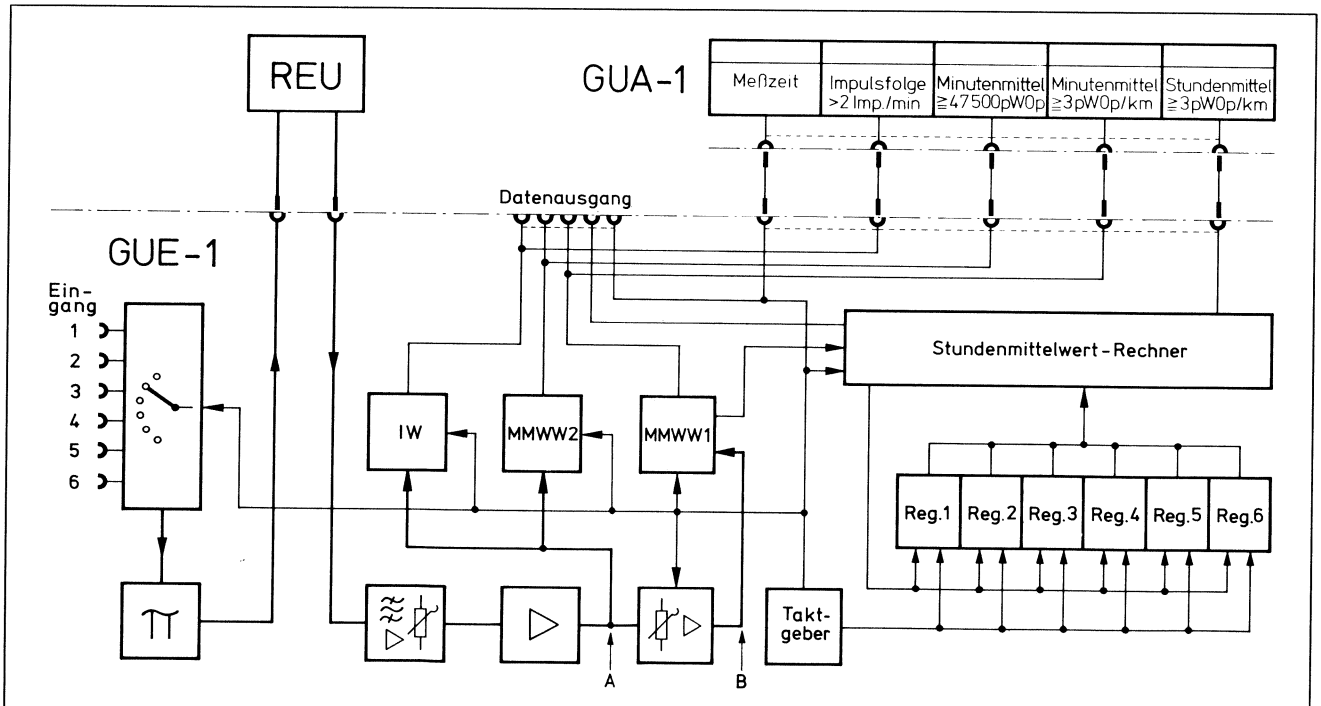
Für die Registrierung der vom Auswerteteil des Empfängers ermittelten Überschreitungsereignisse »Stundenmittelwert

≧ 3 pW0p/km, Minutenmittelwert ≧ 3 pW0p/km, Minutenmittelwert ≧ 47500 pW0p und Impulsfolge > 2 Imp./min« ist die Geräuschüberwachungs-Anzeige GUA-1 vorgesehen. In der Anzeige GUA-1 sind jeder Leitung 4 sechsstellige, manuell rückstellbare Zähler zugeordnet.
Ein Datenausgang an der Rückseite des Empfängers stellt in BCD-codierter Form die Meßwerte »Stundenmittelwert, Minutenmittelwert und Impulse/min« sowie die Meßstellenkennzeichnung (Leitungsnummer 1 bis 6) zur Verfügung. Außerdem gelangen an diesen Ausgang Signale für die Überschreitungsereignisse »Stundenmittelwert ≧ 3 pW0p/km, Minutenmittelwert ≧ 3 pW0p/km und Minutenmittelwert ≧ 47500 pW0p«. Durch Anschluß eines Druckers an den Datenausgang läßt sich ein informatives Meßprotokoll erstellen. Datum und Uhrzeit können beispielsweise durch die Digitaluhr DIU-30 von Wandel & Goltermann oder einen zum Drucker gehörenden Zeitdruckzusatz mit in das Protokoll eingebracht werden.
Zur Fernübertragung der Daten über einen WT-Kanal kann an den Datenausgang die Fernübertragungseinrichtung GUF-1 angeschlossen werden. Diese besteht aus einem an den Empfänger GUE-1 anzuschließenden Parallel-Serienwandler GUEW-1 und einem Serien-Parallelwandler GUAW-1, der die auf der Gegenstelle für die Anzeige GUA-1 bzw. den Drucker bestimmten Daten wieder in die parallele Form zurückwandelt.
Wird in einer Anlage auf die Bildung des Stundenmittelwerts verzichtet, läßt sich durch andere Steckkarten die Häufigkeit zweier Ereignisarten (Minutenmittelwert ≧ 3 pW0p/km, Impulsfolge > 2 Imp./min) überwachen. Für jede Ereignisart ist ein Vorwärts-Rückwärts-Zähler vorgesehen, der bei eingetretenem Ereignis pro Meßzeit vorwärts und bei nicht eingetretenem Ereignis bis zu einem Anschlag rückwärts zählt. Ist ein bestimmter, vorwählbarer Inhalt des Zählers erreicht, so erscheint am Ausgang des Häufigkeitswächters das Signal »Dichtealarm«.

Durch Anwendung der Steckkartentechnik ist auch eine Teilbestückung des Auswerteteils jederzeit möglich; damit kann die Überwachungseinrichtung optimal den jeweiligen Erfordernissen einer Richtfunkverbindung angepaßt werden.

Technische Einzelheiten

Ein automatisch gesteuerter Meßstellenumschalter mit 6 koaxialen Anschlüssen bildet den Eingang des Geräuschüberwachungs-Empfängers GUE-1. Jede angeschlossene Leitung ist je eine Minute lang mit dem Empfangsteil verbunden, so daß in einer Stunde von jeder Meßstelle 10 Stichproben vorliegen. Der Zyklus läßt sich auch auf 3, 2 oder 1 Meßstelle einschränken, wobei sich die Stichprobenzahl pro Meßstelle dementsprechend erhöht.
Dem Meßstellenumschalter folgt ein für alle Eingänge gemeinsames Dämpfungsglied zur Pegelanpassung des Empfängers an einen bestimmten Meßpunkt des Systems, wobei die Bezugspegel (relativen Pegel) aller angeschlossenen Leitungen gleich sein müssen.
Die Meßfrequenz des Empfangsteils wird durch Wahl eines auswechselbaren Umsetzereinschubs REU-... bestimmt. Die aus der Mischung von Eingangssignal und Oszillatorfrequenz des Umsetzers resultierende Zwischenfrequenz gelangt nach Verstärkung zu einem synchron mit dem Meßstellenumschalter gesteuerten ZF-Spannungsteiler, der für jede Meßstelle individuell eine Berücksichtigung der Lei-



Vereinfachtes Blockschaltbild der Geräuschüberwachungs-Einrichtung GU-1, bestückt mit Stundenmittelwertwächter

tungslänge vornimmt. Vor und nach diesem ZF-Teiler – Punkt A und B im Blockschaltbild – sind die Überwachungsschaltungen (Wächter) angeschlossen.
Der im Punkt B angeschlossene Minutenmittelwert-Wächter 1 (MMWW 1) umfaßt eine Quadrierschaltung für den Momentanwert des ZF-Signals und einen Quantisierer, der für jeweils eine bestimmte Energieeinheit einen Impuls auslöst. Die Impulse werden während der Meßzeit 59 Sekunden lang in einen elektronischen Zähler eingespeist. In der 60. Sekunde erfolgt ein Befehl zum Speichern des Zählerstands und zum Rückstellen des Zählers. Der gespeicherte Zählerstand stellt das Meßergebnis dar. Dieses steht unmittelbar nach dem Einspeichern in BCD-codierter Form am Datenausgang des Empfängers zur Verfügung. Anhand des Ergebnisses prüft eine Logikschaltung, ob das Ereignis »Minutenmittelwert ≧ 3 pW0p/km« vorliegt. Der Minutenmittelwert-Wächter 2 (MMWW 2) ist im Punkt A angekoppelt. In der Arbeitsweise prinzipiell gleich wie der MMWW 1 hat er die Aufgabe zu prüfen, ob das Ereignis »Minutenmittelwert ≧ 47 500 pW0p« vorliegt.
Der Stundenmittelwert entsteht aus den 10 neuesten, zu einer Meßstelle gehörenden Mittelwertstichproben. Die Stichproben werden aus den Energiequantisierungsimpulsen des MMWW 1 gebildet und in Form einer 5stelligen Binärzahl in ein 10stufiges, 5stelliges Schieberegister eingespeichert. Jeder Meßstelle ist ein solches Register zugeordnet. Die Register besitzen Parallelausgänge. Die Ausgänge des Registers, das den neuesten Mittelwert speichert, sind mit dem Stundenmittelwert-Rechner verbunden. Dieser bildet die Summe der im angeschalteten Register gespeicherten Werte; der 10. Teil der Summe stellt den Stundenmittelwert dar. Eine Logikschaltung prüft, ob das Ereignis »Stundenmittelwert ≧ 3 pW0p/km« vorliegt.
Der Impulswächter (IW) ist im Punkt A angeschlossen. Ein RC-Glied mit einer Zeitkonstanten von 5 ms mittelt die Spannung in diesem Punkt. Bei Überschreitung einer einstellbaren Schwelle (10^5, 10^4 oder 10^3 pW0) wird ein Impuls mit einer Länge von 40 ms ausgelöst. Dieser Impuls gelangt unmittelbar an einen Ereignisausgang. Intern stellt der Impuls einen Zähler weiter, der die Zahl der Impulse während der Meßzeit addiert. Ist die Zahl > 2, so wird zusätzlich das Signal »Impulsfolge« ausgelöst.

In der Geräuschüberwachungs-Anzeige GUA-1 erfolgt die Registrierung der Überschreitungsereignisse. Sie enthält 24 sechsstellige mechanische Impulszähler, die koordinatenähnlich in 4 Zeilen und 6 Spalten angeordnet sind. Die Spalten sind den Leitungen, die Zeilen den Ereignissen zugeordnet. Die Anzeige GUA-1 ist über ein 14adriges Kabel mit dem Empfänger verbunden und erhält von dort die Adressierung für die Spalten und die Ereignissignale. Die Ereignisse (Stundenmittelwert ≧ 3 pW0p/km, Minutenmittelwert ≧ 3 pW0p/km, Minutenmittelwert ≧ 47 500 pW0p, Impulsfolge > 2 Imp./min) werden beim Eintreffen eines Registrierbefehls in den addressierten Zähler eingespeist. Ein 25. Zähler zeigt die Gesamtzahl der eingelaufenen Stichproben an, so daß sich die jeweilige Überschreitungshäufigkeit für ein Ereignis leicht errechnen läßt.

Technische Daten der Geräuschüberwachungs-Einrichtung GU-1

Alle wesentlichen Geräteeigenschaften sind durch garantierte Toleranz- und Grenzwertangaben und nicht durch typische Werte gekennzeichnet. Sie gelten nicht nur bei Auslieferung, sondern mindestens für die gesamte Garantiezeit.

Frequenzbereich	Frequenzbereich	10 kHz bis 14 MHz
	Meßfrequenz, durch REU-... bestimmt	siehe Tabelle Umsetzereinschübe REU-...
Eingang	Eingangswiderstand Z, koaxial	75 Ω
	Anschluß	Universalbuchse Versacon® 9
	Zahl der prüfbaren Leitungen	max. 6
	Leitungswahl, Zyklus umschaltbar auf	6, 3, 2 oder 1 Meßstelle
Leitungslängenanpassung	für rel. Pegel −30 bis +10 dBr	10 bis 100 km
	−40 bis 0 dBr	100 bis 3000 km
Eigenrauschen	für rel. Pegel −30 bis +10 dBr	≦ −96 dBm0p
	−40 bis 0 dBr	≦ −86 dBm0p
	relativ, leitungslängenbewertet	≦ 0,025 pW0p/km
Impulsschwelle	leitungslängenabhängig	10^5, 10^4, 10^3 pW0
	leitungslängenunabhängig	10^2 pW0/km
Datenausgang (zum Anschluß der Fernübertragungseinrichtung GUF-1 oder eines Druckers)	für Meßwerte und Ereignismeldungen	
	Signalpegel low (1-Signal)	0 bis +0,4 V
	high (0-Signal) bei 0,2 mA Belastung	+ 2,4 bis +5 V
	Einzelinformationen, von der Bestückung abhängig	
	Nummer der Meßstelle	1 bis 6
	Minutenmittelwert 1	0,0; 0,1; 0,2; ...; 9,0 pW0p/km
	Ereignis »Minutenmittelwert 1«	≧ 3 pW0p/km
	Ereignis »Minutenmittelwert 2«	≧ 47500 pW0p
	Zahl der Impulse pro Minute	0 bis 9
	Stundenmittelwert	0,0; 0,2; 0,5; 0,7; 1,0; ...; 9,9 pW0p/km
	Ereignis »Stundenmittelwert«	≧ 3 pW0p/km

Bei Bestückung mit Häufigkeitswächtern erscheint anstelle des Stundenmittelwerts eine Codezahl für die Auslösung des »Dichtealarms« von Häufigkeitswächter 1 bis 6. Anstelle des Ereignisses »Stundenmittelwert ≧ 3 pW0p/km« erscheint »Dichtealarm«.

Ausgang (zum Anschluß der Geräuschüberwachungs-Anzeige GUA-1)

für Ereignismeldungen
Signalpegel . . . . . siehe Datenausgang
gemeldete Ereignisse . . . . . siehe Datenausgang
Zusätzlich wird das Ereignis »Impulsfolge > 2 Imp./min« gemeldet.

Schreiberausgänge

je Meßstelle ein Schreiberausgang
Leerlaufspannung, einstellbar für normalverteiltes Signal mit einer Leistung von 3 pW0p/km . . . . . 120 bis 220 mV
Innenwiderstand . . . . . 1 bis 2 kΩ
Integrationszeitkonstante . . . . . 1 s

Umsetzereinschübe REU- ...

Meß-frequenz kHz	Typ	Bestell-nummer	Meß-frequenz kHz	Typ	Bestell-nummer	Meß-frequenz kHz	Typ	Bestell-nummer
10	REU-10	402/1	270	REU-270	402/11	3150	REU-3150	402/24
14	REU-14	402/2	331	REU-331	402/12	3200	REU-3200	402/25
16	REU-16	402/7	394	REU-394	402/13	3886	REU-3886	402/26
50	REU-50	402/3	534	REU-534	402/14	4650	REU-4650	402/30
57	REU-57	402/4	600	REU-600	402/16	4715	REU-4715	402/27
70	REU-70	402/5	770	REU-770	402/17	5340	REU-5340	402/28
98	REU-98	402/6	1002	REU-1002	402/18	6300	REU-6300	402/31
119	REU-119	402/8	1248	REU-1248	402/19	7600	REU-7600	402/32
140	REU-140	402/29	1549	REU-1549	402/20	9073	REU-9073	402/35
230	REU-230	402/10	1730	REU-1730	402/21	11700	REU-11700	402/36
240	REU-240	402/9	2438	REU-2438	402/22	13677	REU-13677	402/42

	GUE-1; GUEW-1	GUA-1; GUAW-1
Umgebungstemperatur		
Lager und Transport	−40 bis +70 °C	−30 bis +70 °C
Nenngebrauchsbereich (≙ Grenzbetriebsbereich)	+5 bis +40 °C	+5 bis +40 °C

Stromversorgung

Nenngebrauchsbereiche der Netzspannung 110/117/127/220/227/235 V −15%/+10%
Nenngebrauchsbereich der Netzfrequenz . . . . . 42 bis 66 Hz

Leistungsaufnahme
Geräuschüberwachungs-Empfänger GUE-1, voll bestückt . . . . . ca. 73 VA
Geräuschüberwachungs-Anzeige GUA-1, Zähler in Ruhe . . . . . ca. 10 VA

Abmessungen Gewicht

Gerät	Abmessungen, b x h x t in mm		Gewicht
	Tischgerät	19"-Einschub (DIN 41494)	
GUE-1	478 x 244 x 407	443 x 220 x 353	ca. 17,3 kg
GUA-1	478 x 199 x 407	443 x 176 x 353	ca. 11,8 kg
GUEW-1, mit 1 Wandler	478 x 110 x 407	443 x 87 x 353	ca. 4,6 kg
mit 2 Wandlern	478 x 110 x 407	443 x 87 x 353	ca. 5,0 kg
GUAW-1	478 x 110 x 407	443 x 87 x 353	ca. 4,8 kg
REU-...	Einschub zum GUE-1		ca. 0,9 kg

Bestellangaben

Geräuschüberwachungs-Empfänger GUE-1	BN 586
Geräuschüberwachungs-Anzeige GUA-1	BN 587
Parallel-Serienwandler GUEW-1, mit 1 Wandler	BN 657/1
Parallel-Serienwandler GUEW-1, mit 2 Wandlern	BN 657/2
Serien-Parallelwandler GUAW-1	BN 658
Zubehör (gegen Aufpreis lieferbar)	
Steckkarte Minutenmittelwertwächter 2	BN 586/1
Steckkarten für den Stundenmittelwertwächter	
1 bis 6 Stundenmittelwertregister	BN 586/2
Stundenmittelwertrechner (für 1 bis 6 Registerkarten)	BN 586/4
Steckkarten für den Häufigkeitswächter	
1 bis 6 Häufigkeitswächter	BN 586/3
Rangierkarte (für 1 bis 6 Wächterkarten)	BN 586/5
Umsetzereinschübe REU	siehe Tabelle

RK-50
Rauschklirrmeßplatz

zum Messen der Geräuschleistung, des Signal-Geräusch-Abstands und des Rauschleistungsdichte-Abstands an Frequenzmultiplex-Kabel-, Richtfunk- und Satellitensystemen



- **Betriebsmeßplatz für Messungen an TF-Systemen bis 2700 Kanäle**
- **Rauschbänder und Meßfrequenzen entsprechen den CCIR-Empfehlungen 398-3, 399-2, 481 und 482**
- **Auswahl aus 3 Rauschbändern und 6 Meßfrequenzen durch Umschalten**
- **Automatische Ausregelung der Sperrengrunddämpfung**
- **Linear geteilte Pegelskala des Empfängerinstruments mit 30-dB-Umfang**
- **Vereinfachte S/N-Messungen durch »Systemparameter«-Schalter**
- **Direkte Ablesung des Geräusches in pW0p oder dBm0p**
- **Anpassung an relative Pegel bis −60 dBr**
- **Eigen-Geräusch des Meßplatzes ≦ −85 dBm0p bei relativen Pegeln bis −40 dBr**
- **Alle wesentlichen Funktionen des Meßplatzes programmsteuerbar**

Anwendung

In Frequenzmultiplex-Übertragungssystemen (Kabel oder Richtfunk) entsteht neben dem Grundrauschen der im Übertragungsweg liegenden Baugruppen ein durch Nichtlinearitäten verursachtes aussteuerungsabhängiges Intermodulationsgeräusch. Für das zulässige Gesamtgeräusch sind von CCIR/CCITT feste Werte vorgeschrieben. Zum Messen und Beurteilen der Geräusche hat sich in den letzten Jahren die Methode der Rauschklirrmessung – besonders auch als Betriebsmessung – durchgesetzt.
Die Betriebsbelastung kann mit weißem Rauschen geeigneter Bandbreite nachgebildet werden. Ein oder mehrere hinter die Rauschquelle geschaltete Sperrfilter geringer Bandbreite sperren Lücken aus dem Rauschsignal aus, die sich im Verlauf der Übertragung teilweise wieder auffüllen. Ein selektiver Empfänger am Ausgang des TF-Systems mißt nun die in den Sperrlücken vorhandene Geräuschleistung. Durch psophometrische Bewertung des Empfangssignals und Vorwahl des für den Empfangsort geltenden relativen Pegels am Empfänger wird erreicht, daß sich die relative Geräuschleistung (in pW0p) bzw. deren Pegel (in dBm0p; entspricht dem Signal-Geräusch-Abstand) ohne Umrechnung ablesen läßt.
Der Rauschleistungsdichte-Abstand NPR (noise power ratio, in dB) ist ein weiterer wichtiger Meßwert. Zur Ermittlung wird der Prüfling zunächst bei überbrückten Bandsperrfiltern ausgesteuert und der Empfangspegel

ermittelt. Über die Bezugspegelschalter kann die Instrumentenanzeige auf 0 gebracht werden. Dann schaltet man auf der Sendeseite vor dem Prüfling die Bandsperren ein und mißt empfangsseitig das in die Sperrlücken fallende Geräusch. Die angezeigte Differenz beider Ergebnisse ist der Rauschleistungsdichte-Abstand.

Die Überprüfung oder ständige Überwachung eines im Betrieb befindlichen Übertragungssystems erfolgt durch Außerbandmessung. Die Rauschquelle wird hierbei durch das mit Gesprächen belegte Basisband des zu untersuchenden TF-Systems ersetzt. Geeignete Bandsperren filtern unterhalb und oberhalb des belegten Basisbandes je eine Sperrlücke aus. Der hochohmig an das System angekoppelte Empfänger mißt in der bereits beschriebenen Weise die auf der Empfangsseite in den Sperrlücken vorhandene Geräuschleistung. Beziehungen zwischen der im Laufe eines Tages stark schwankenden Belastung und dem Geräusch im Außerbandkanal werden erkennbar, wenn man die Belastung mit einem Breitbandpegelmesser, z. B. REB-50, erfaßt und zusammen mit dem Geräusch durch einen Schreiber in zwei getrennten Spuren darstellt.

Technische Einzelheiten

Der Rauschklirrmeßplatz RK-50 ist einsetzbar für Messungen an koaxialen Kabel- und Richtfunksystemen mit Kanalzahlen bis 2700. An symmetrische Systeme mit Basisbändern bis 600 kHz kann der Meßplatz über zusätzlich lieferbare Anpassungsübertrager ebenfalls angeschlossen werden.

Die hohe Sperrdämpfung der Bandsperren von in der Regel 80 dB in Bandmitte ($f_m \pm 1{,}5$ kHz) und das gute Klirrverhalten des Empfängers ermöglichen die Messung kleinster Geräusche bis 3 pW0p (≙ −85 dBm0p) auch bei relativen Pegeln bis zu −40 dBr.

Alle Einschübe des Rauschklirrmeßplatzes – Bandbegrenzungsfilter, Bandsperren und Umsetzereinschübe – sind leicht auswechselbar, so daß der Meßplatz an die jeweiligen Meßaufgaben optimal angepaßt werden kann. Die verwendeten Rauschbänder und Meßfrequenzen entsprechen den Empfehlungen von CCITT/CCIR und INTELSAT. In der nachstehenden Tabelle sind die gebräuchlichsten Rauschbänder und Meßfrequenzen, mit denen der Meßplatz ausgerüstet werden kann, aufgeführt. Weitere, nicht im Datenblatt angegebene Filter für Spezialzwecke sind auf Anfrage ebenfalls lieferbar.

Wichtige Einstellungen am Meßplatz, vor allem der Sendeseite, können programmgesteuert werden. Zusammen mit einem Steuergerät (z. B. PRA-30), einem Geräuschpegelmesser (PMD-1) und einem Drucker können damit bestimmte Meßabläufe automatisch gesteuert und protokolliert werden.

Rauschpegelsender RS-50

Der Sender erzeugt weißes Rauschen im Frequenzbereich 6 kHz bis 12,5 MHz. Dieses Rauschband wird durch ein Bandbegrenzungsfilter RSB auf den gewünschten Frequenzbereich begrenzt. Im Sender lassen sich bis zu 3 Bandbegrenzungsfilter unterbringen, die über Drucktasten einzuschalten sind. In den Signalweg werden danach die Bandsperren RSS eingeschleift, die das Rauschband mit Sperrlücken versehen. Der Sender bietet Platz für maximal 6 Bandsperren. Mit Drucktasten können die Sperren einzeln geschaltet werden. Es ist aber auch möglich, eine Sperrenkombination vorzuwählen und diese mit einem weiteren Tastenschalter zu steuern.

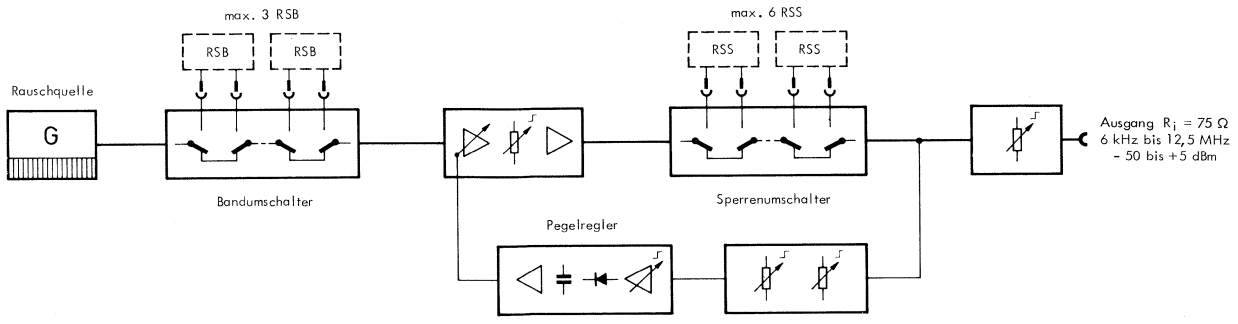
System Art	Kanäle	Rauschband (effektive Grenzfrequenz der Bandbegrenzungsfilter in kHz)		Empfohlene Meßfrequenzen (Mittenfrequenzen der Bandsperren und Umsetzereinschübe in kHz) Innerbandmessung	Außerbandmessung
symm.	12	6 bis	54	16	
	12	6 bis	60	16 57	
	24	6 bis	108	16 57 98	
	12	12 bis	60	16 57	
	24	12 bis	108	16 57 98	
	60	12 bis	252	16 57 98 230	(10) (119)
	120	12 bis	552	16 57 98 270 534	(10) 331[1] (10) 600 } nach CCIR Rec. 398-3, 1974
koaxial	24	12 bis	108	16 98	116
	36	12 bis	156	16 140	172
	60	12 bis	252	16 240	277
	72	12 bis	300	16 270	331
	96	12 bis	408	16 240 394	448
	132	12 bis	552	16 240 534	607
	192	12 bis	804	16 394 770	884
	252	12 bis	1052	16 534 1002	1157
	312	12 bis	1300	16 534 1248	1499
	432	12 bis	1796	16 534 1002 1730	1976
	612	12 bis	2600	16 770 1730 2438	2794
	792	12 bis	3284	16 1002 2438 3150	3612
	972	12 bis	4100	16 1002 2438 3886	4430
	1092	12 bis	4892	70 1002 2438 4650	5381
	1332	12 bis	5884	70 1002 3150 4650 5340	6300
	1872	12 bis	8160	70 1002 3150 5340 7600	8932
	240	60 bis	1052	70 270 534 1002	50 1549
	60	60 bis	300	70 270	50 331
	120	60 bis	552	70 270 534	50 600
	300	60 bis	1296	70 270 534 1248	50 1549
	600	60 bis	2600	70 270 534 1248 2438	50 3200
	960	60 bis	4100	70 270 534 1248 2438 3886	50 4715
	1260	60 bis	5600	70 270 534 1248 2438 3886 5340	50 6300
	900	316 bis	4100	534 1248 2438 3886	270 4715
	1200	316 bis	5600	534 1248 2438 3886 5340	270 6300
	1800	316 bis	8160	534 1248 2438 3886 5340 7600	270 9073
	2700	316 bis	12360	534 1248 2438 3886 5340 7600 11700	270 13677
Grundprimärgruppe		60 bis	108	70 98	
Grundsekundärgruppe		300 bis	552	331 534	
Grundtertiärgruppe		812 bis	2044	1002 1248 1730	
Grundquartärgruppe		8516 bis	12360	9073 11700	

nach CCIR Rec. 482, 1974 (Innerbandmessung) / nach CCIR Rec. 482, 1974 (Außerbandmessung)

nach CCITT Rec. G. 228, 1976 und CCIR Rec. 399-2, 1974 (Innerbandmessung) / nach CCIR Rec. 398-3 1974 (Außerbandmessung)

nach CCITT Draft Rec. G. 230 (Innerbandmessung) / nach CCITT Draft Rec. G 230 (Außerbandmessung)

1) Ein von der CCIR-Empfehlung abweichender Wert.
( ) Für diese Meßfrequenzen sind Bandsperren des RK-5-Programms zu verwenden.



Vereinfachtes Blockschaltbild des Rauschpegelsenders RS-50

Über den Sperrenadapter RSSA-50, der statt einer Bandsperre in den Sender eingesetzt werden kann, lassen sich – zusätzlich zu den im Sender befindlichen – weitere Sperren anschließen. Es ist hier vor allem an eine Verwendung von Sperren aus dem Programm des Rauschklirrmeßplatzes RK-5 gedacht. Die Unterbringung dieser Sperren kann im Aufbewahrungskasten RSA-5 erfolgen.

Eine wesentliche Bedienungsvereinfachung läßt sich durch eine Steuerverbindung zwischen Sender und Empfänger erreichen. Bei bestehender Steuerverbindung sind alle RSS-Drucktasten außer Funktion, die Sperrenwahl erfolgt vom Empfänger aus, ebenso das Ein- und Ausschalten der Sperren.

Der Sendepegel am koaxialen 75-Ω-Ausgang kann in 1-dB- und 0,1-dB-Schritten im Bereich −50 bis +5 dBm eingestellt werden. Durch Tastendruck ist das Anheben des Pegelbereichs um +10 dB auf −40 bis +15 dBm möglich. Der Sendepegel wird unabhängig von der Breite des Rauschbandes über eine Regelstrecke konstant gehalten. Da die Regelgröße erst nach den Bandsperren abgenommen wird, erfolgt automatisch ein Ausgleich des Pegelverlustes beim Einschalten der Bandsperren. Die ordnungsgemäße Funktion der Pegelregelung zeigt eine Pegelkontrolleuchte an. Zur Messung des Grundgeräusches des Prüflings kann der Sender ausgetastet werden.

Rauschklirrempfänger RE-50

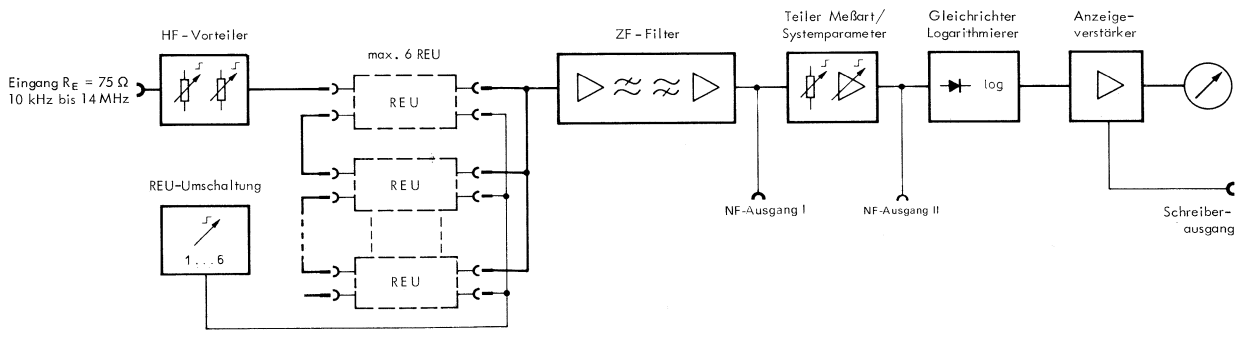
Der Rauschklirrempfänger RE-50 ermöglicht im Frequenzbereich 10 kHz bis 14 MHz die selektive Messung der im Fernsprechkanal (Meßkanal) vorhandenen Geräuschleistung. Der Empfänger zeichnet sich durch eine hohe Empfindlichkeit aus (Eigenrauschen typ. −128 ... −130 dBmp bei Einstellungen des relativen Pegels von ≦ −40 dBr), so daß sich selbst bei kleinen relativen Pegeln sehr genaue Meßergebnisse erzielen lassen.

Die für die Messung bei den verschiedenen Empfangsfrequenzen erforderliche Selektion und anschließende Umsetzung in die NF-Lage geschieht in leicht auswechselbaren Umsetzereinschüben REU, von denen bis zu 6 Einschübe im Empfänger untergebracht werden können. Eine Signallampe am entsprechenden Einschub zeigt die jeweils eingestellte Empfangsfrequenz an.

Der Rauschklirrempfänger ist so geeicht, daß sich eine psophometrische Bewertung des gemessenen Geräusches ergibt.

Mit Hilfe der Bezugspegelschalter kann der Empfänger an die relativen Pegel der verschiedenen Meßpunkte angepaßt werden. Einstellbar sind relative Pegel zwischen −60 und −8 dBr in 0,2-dB-Schritten. Damit können Geräuschleistung und Signal-Geräusch-Abstand, bezogen auf den Normanschluß mit dem relativen Pegel Null ohne Umrechnung am Instrument abgelesen werden.

Bei der S/N-Messung ist der von der Systemkanalzahl abhängige »Systemparameter« einstellbar; das ist vorteilhaft beim Abgleich des Empfängers auf den relativen Pegel bei Belastung des zu prüfenden Systems mit Nennlast (Referenzmessung). Durch die Referenzmessung können falsche Einstellungen am Meßplatz bzw. Abweichungen des wirklichen relativen Pegels vom Sollwert am Meßpunkt festgestellt werden.



Vereinfachtes Blockschaltbild des Rauschklirrempfängers RE-50

Der Anzeigebereich des Empfängers für die S/N (bzw. NPR)-Messung reicht von 0 bis −90 dBm0p (bzw. 0 bis 90 dB), für die Geräuschleistung ergibt sich dementsprechend ein Anzeigebereich von 1 bis 10^9 pW0p.
Besonders vorteilhaft für die Ermittlung des Meßergebnisses ist die linear geteilte Pegelskala des Anzeigeinstruments mit einem Skalenumfang von 30 dB.
Das Steuerkabel K 176 zwischen Sender und Empfänger bewirkt, daß bei der Wahl der Meßfrequenz die jeweils zugehörige Sperre eingeschaltet und bei Referenzabgleich alle Sperren ausgeschaltet werden.
Für die Dauerüberwachung des Geräuschpegels im Meßkanal ist ein Schreiberausgang vorhanden. Weitere Ausgänge für spezielle Überwachungsaufgaben (z. B. Anschluß der Geräuschüberwachungseinrichtung GU-1) sind ebenfalls vorgesehen.

Breitbandpegelmesser REB-50
Der Breitbandpegelmesser REB-50 dient zum Messen des Breitband-Summenpegels, d. h. der Basisbandbelastung des TF-Systems. Er besitzt eine 75-Ω-Durchgangsschleife, an die der eigentliche Pegelmesser hochohmig angeschlossen ist. Somit kann er direkt vor den selektiven Empfänger RE-50 geschaltet werden. Der Gesamtmeßbereich des Breitbandpegelmessers erstreckt sich von −50 bis +10 dBm. Mit Hilfe eines Effektivwertmessers wird der Summenpegel unabhängig vom selektiven Empfänger an einem getrennten Instrument angezeigt. Für Dauerüberwachungen hat der Breitbandpegelmesser einen eigenen Schreiberanschluß. Der Frequenzbereich des REB-50 erstreckt sich von 6 kHz bis 30 MHz.

Sondereinschübe für den RS-50
Pilotsperre RSP-12435
Für Rauschklirrmessungen an TF-Kabelsystemen mit 2700 Kanälen ist die Pilotsperre RSP-12435 lieferbar. Sie wird zusammen mit dem Bandbegrenzungsfilter RSB-316/12360 eingesetzt. Die Pilotsperre verhindert einen störenden Einfluß des Rauschsignals auf die Pegelregelung des Systems durch zusätzliches Absenken des Rauschleistungsspektrums in der Umgebung der Pilotfrequenz 12435 kHz.

Tiefpaß RST-5000
Übersprechmessungen im Tonkanal eines für Fernsehübertragung eingerichteten Übertragungssystems sind in Verbindung mit dem Tiefpaß RST-5000 möglich. Das Videosignal wird bei diesen Messungen durch weißes Rauschen nachgebildet. Die Bandbegrenzung im Rauschpegelsender übernimmt der Tiefpaß (effektive Grenzfrequenz 5 MHz) in Verbindung mit einem Bandbegrenzungsfilter RSB, dessen obere effektive Grenzfrequenz > 5 MHz ist. Mit dem RSB-60/5600 zusammen erzielt man eine Absenkung der Rauschleistungsdichte von mehr als 60 dB bei Frequenzen > 6 MHz.
Der schaltungsmäßige Aufbau des Tiefpasses entspricht der CCIR-Empfehlung 421-3.

Taktgeber RSI-50
Eine besondere Form der Dauerüberwachung von Übertragungsstrecken mit dem Rauschklirrmeßplatz RK-50 ermöglicht der Taktgeber RSI-50.
Auf der Sendeseite schaltet der Taktgeber den Rauschpegelsender in einem vorwählbaren Takt ein und aus. Es lassen sich Taktzeiten zwischen 2,5 und 10 min kontinuierlich einstellen. Ein an den Rauschklirrempfänger angeschlossener Schreiber überwacht auf der Empfangsseite das Grundgeräusch im Meßkanal (Sender aus) und das Intermodulationsgeräusch (Sender ein). Aus dem aufgezeichneten Protokoll können Schlüsse auf das Verhalten der so überwachten Anlage gezogen werden (z. B. Schwundverhalten bei Richtfunkstrecken).

Steuergerät RKS-50
Für den halbautomatischen Betrieb des Meßplatzes RK-50 steht das Steuergerät RKS-50 zur Verfügung. Es übernimmt über geeignete Verbindungen zum RE-50 und RS-50 die Meßfrequenzumschaltung, die Sender-Ein/Austastung und die Sperren-Ein/Austastung; am Sender brauchen nur noch der Sendepegel und die gewünschte Bandsperrenkombination vorgewählt zu werden.
Die Meßzyklen (Durchtakten aller vorgewählten Meßkanäle) laufen so ab, daß einmal die Belastung sendeseitig eingeschaltet und während des nächsten Zyklus ausgeschaltet ist. Die Verweilzeiten in den Meßkanälen sind zwischen 0,25 s und 16 min wählbar.
Eine optimale Meßergebnisauswertung ist bei Schreiberbetrieb mit einem Mehrfachlinienschreiber möglich, weil dann neben dem Meßwert für den Geräuschpegel im Meßkanal auch eine Meßkanal-Kennzeichnung, eine Kennzeichnung der Zustände „Sender ein/aus" oder der Breitband-Summenpegel protokolliert werden können.
Für die gleichzeitige Geräuschbeobachtung mehrerer Meßkanäle zum Zwecke eines schnellen und optimalen Abgleichs eines Systems oder einzelner Baugruppen ist auch der Anschluß eines Oszilloskops an den RE-50 möglich. Das Triggersignal zur Kennzeichnung des Meßzyklusbeginns liefert das Steuergerät RKS-50.

Meßzubehör
Pre- und Deemphase-Netzwerke
Zur Verbesserung des Signal-Geräusch-Abstands im oberen Frequenzbereich des Übertragungsbandes sind für Messungen an TF-Systemen bis 2700 Kanäle und an Fernsehsystemen Pre- und Deemphase-Netzwerke lieferbar. Sie entsprechen im Frequenzgang der Dämpfung den CCIR-Empfehlungen 275-2 und 405-1, Neu Delhi 1970.

Tastkopf TK-9
Der Tastkopf-9 ist für hochohmige Messungen an koaxialen Systemen vorgesehen. Die Tastkopfdämpfung von 20 dB weist im Frequenzbereich 50 kHz bis 15 MHz einen Fehler von höchstens ± 0,1 dB auf.

Anpassungsübertrager 150 Ω sym. / 75 Ω koax.
Für Messungen an symmetrischen 150-Ω-Systemen ist der Anpassungsübertrager 150 Ω/75 Ω zu verwenden. Der Übertrager ist jeweils mit seinem koaxialen Anschluß am Senderausgang bzw. Empfängereingang anzubringen. Die Dämpfung des Sende- bzw. Empfangssignals durch den Übertrager ist kleiner als 0,2 dB.

Entkopplungsübertrager REÜ-4
An symmetrischen 150-Ω-Systemen können hochohmige Messungen mit dem Entkopplungsübertrager REÜ-4 durchgeführt werden. Der Übertrager ist direkt mit dem symmetrischen Eingang des Systems zu verbinden und über ein koaxiales 75-Ω-Kabel an den Rauschklirrempfänger RE-50 anzuschließen. Die zusätzliche Dämpfung beträgt 20 dB.

Rauschpegelsender RS 50

Frequenzbereich . . . . . 6 kHz bis 12,5 MHz

Rauschband . . . . . je nach eingesetztem Bandbegrenzungsfilter, siehe Tabelle 1

Einschubplätze für 3 Bandbegrenzungsfilter, Umschaltung mit Drucktasten

Schwankung der Rauschleistungsdichte bei ausgeschalteten Bandsperren
und einer unteren Bandgrenze $f_u \geqq 12$ kHz . . . . . $\leqq \pm 0{,}6$ dB
und einer unteren Bandgrenze $f_u = 6$ kHz . . . . . $\leqq \pm 1{,}0$ dB

Absenkung der Rauschleistungsdichte außerhalb der Bandgrenzen f_u bzw. f_o
bei $f \leqq 0{,}8\ f_u$ und $f \geqq 1{,}2\ f_o$ . . . . . $\geqq 25$ dB
bei $f \geqq 1{,}1\ f_o$ . . . . . $\geqq 20$ dB

Ausnahme für $f_u = 12$ kHz
Absenkung bei $f \leqq 9$ kHz . . . . . $\geqq 25$ dB

Sperrlücken im Rauschband . je nach eingesetzten Bandsperren, siehe Tabellen 2 und 3

Einschubplätze für 6 Bandsperren, Auswahl und Kombination mit Drucktasten

Ausgangspegel

in 1-dB-Stufen einstellbar . . . . . −50 ... + 5 dBm
um 10 dB angehoben . . . . . −40 ... +15 dBm

Feinverstellung in 0,1-dB-Stufen . . . . . 0 ... −1 dB

Im Pegelbereich −50 ... +5 dBm werden die durch Einfügen von Bandsperren entstehenden Leistungsverluste bis zu 12 dB ausgeregelt. Nach Anheben des eingestellten Pegels um 10 dB können nur noch Leistungsverluste bis 2 dB ausgeregelt werden.

Fehlergrenzen für den Einstellwert des Pegels bei
Abschluß mit $R_L = Z$, Feinstufenschalter auf 0 dBm . . . . . $\pm 0{,}5$ dB

Austastung des Sendesignals
Pegelabsenkung beim Austasten . . . . . $\geqq 40$ dB

Amplitudenverteilung der Rauschspannung
Normalverteilung im Bereich . . . . . $\pm 4\sigma$ (CCIR-Empfehlung 399-2)

Innenwiderstand

des Senderausgangs (koaxial) . . . . . 75 Ω

Reflexionsdämpfung
bei ausgeschalteten Bandsperren . . . . . $\geqq 26$ dB

Fremdsteuerung

Steuerbare Funktionen:
Schalten der einzelnen Bandsperren unabhängig voneinander
Auswahl eines von 3 Rauschbändern
Einstellen des Pegels in 1-dB-Stufen im Bereich −50 . . . + 5 dBm
Austasten des Sendesignals
Sperrenaustastung (bei Sperrensteuerung vom RE-50 aus)

Rauschklirrempfänger RE-50

Frequenzbereich . . . . . 10 kHz bis 14 MHz

Meßfrequenzen
wählbar mit auswechselbaren Umsetzern REU . . . . . siehe Tabelle 4
Einschubplätze für 6 Umsetzereinschübe REU

Bandbreite

äquivalente Rauschbandbreite . . . . . 1,74 kHz

Anzeigebereich

für Geräuschmessung . . . . . −90 bis 0 dBm0p bzw. 1 bis 10^9 pW0p
für NPR-Messung . . . . . −90 bis 0 dB

Bezugspegelbereich

Relativer Pegel (bei Geräuschmessung) . . . . . −8 bis −60 dBr
Kanallastpegel (bei NPR-Messung) . . . . . −18 bis −70 dBm

Anzeige

linear geteilte Pegelskala . . . . . −20 bis +10 (dB)
Leistung . . . . . 0,01 bis 10 (pW0p)

Aussteuerreserve

Bewertungsgrenze des Eingangssignals (ausgedrückt als Spitzenfaktor), bei Instrumentenanzeige 0 dB . . . . . ≧ 10

Fehlergrenzen der Messung

Meßart NPR
bei Instrumentenanzeige im Bereich −5 bis +5 dB . . . . . ± 0,5 dB

Meßart S/N, nach Referenzabgleich
bei Instrumentenanzeige im Bereich −5 bis +5 dB . . . . . ± 0,5 dB + F[1)]

Meßart S/N, nach Einstellung des relativen Pegels
bei Instrumentenanzeige im Bereich −5 bis +5 dB . . . . . ± 1,3 dB

Die Fehlergrenzen gelten, wenn die Meßergebnisse ≧ 20 dB über dem Grundgeräusch des Empfängers liegen.

Grundgeräusch des Empfängers

für eine Grobeinstellung des relativen Pegels ≦ −38 dBr . . . . . ≦ −126 dBmp

Eigenstörwerte des Meßplatzes RK-50

Normiertes Eigengeräusch . . . . . ≦ −85 dBm0p bzw. ≦ 3 pW0p
(für relative Pegel ≧ −40 dBr und Basisbandbelastungen bis ca. 10 dB Überlast bei Systemen mit ≧ 240 Kanälen und ca. 5 dB Überlast bei Systemen mit < 240 Kanälen)

Eigen-NPR . . . . . ≧ 75 dB
(nach Referenzabgleich bei einer Kanallast ≧ −50 dBm)

Eingangswiderstand

des Empfängereingangs (koaxial) . . . . . 75 Ω
Reflexionsdämpfung . . . . . ≧ 20 dB

Schreiberausgang

Spannung am Ausgang linear vom Pegel abhängig
Leerlaufspannung bei Instrumentenvollausschlag, einstellbar . . . . . 0 bis 200 mV
Innenwiderstand . . . . . ca. 2,4 kΩ

Gleichspannungsausgang

an Punkt 12 der 50poligen Fremdsteuerbuchse
Leerlaufspannung bei Instrumentenanzeige 0 dB . . . . . 5 V
Innenwiderstand . . . . . 5 kΩ

Hörerausgang

Leerlaufspannung bei Instrumentenanzeige 0 dB . . . . . ca. 275 mV
Innenwiderstand . . . . . 600 Ω

NF-Ausgang I

für den Anschluß der Geräuschüberwachungs-Einrichtung GU-1
Erhöhung der Rauschleistungsdichte gegenüber dem REU-Eingang . . . . ca. 60 dB
Innenwiderstand . . . . . 4,6 kΩ

NF-Ausgang II

für externe S/N-Auswertung, z. B. mit Digitalen Geräuschpegelmesser PMD-1
S/N-Bereich für Meßbereichsschalterstellungen
zwischen −70 und −20 dBm0p . . . . . −90 bis −10 dBm0p
entsprechender Pegel der Leerlaufspannung am Ausgang . . . . . −79 bis +1 dB
Innenwiderstand . . . . . 1 kΩ

Fremdsteuerung

Wahl der Meßfrequenz
Umschaltung auf Referenzmessung

Breitbandpegelmesser REB-50

Frequenzbereich . . . . . 6 kHz bis 30 MHz

Pegelmessung

Anzeigebereich . . . . . −50 bis +11 dBm
Meßbereich . . . . . −40 bis +10 dBm

Ergebnisdarstellung

Instrumentenskala mit linearer Pegelteilung . . . . . −20 bis +1 dB
Bereichsumschaltung in 10-dB-Stufen
Meßwerte bei 0-dB-Anzeige . . . . . −30, −20, ..., +10 dBm

Signalverarbeitung

Bewertung des Eingangssignals mit thermischen Prinzip . . . . . effektiv

Aussteuergrenze

für Vollausschlag am Instrument . . . . . ≧ 4 U_{eff}
für Instrumentenanzeige −7 dB . . . . . ≧ 10 U_{eff}

Fehlergrenzen

für die Messung mit Rausch- oder Sinussignal bei Berücksichtigung aller Fehlermöglichkeiten, nach Eichung, im Frequenzbereich 10 kHz bis 20 MHz und bei Ablesung im Skalenbereich −10 bis +1 dB . . . . . ± 0,8 dB

1) | F | ≦ 0,26 dB, abhängig vom System. Dieser Teilfehler kann bei der Messung korrigiert werden.

Eingang

koaxial, als Schleife ausgeführt
Wellenwiderstand der Schleife . . . . . 75 Ω

Einfügungsdämpfung der Schleife bei Abschluß mit Z = 75 Ω
für Frequenzen f ≦ 20 MHz . . . . . ≦ 0,15 dB
für Frequenzen über 20 bis 30 MHz . . . . . ≦ 0,25 dB

Reflexionsdämpfung der Schleife bei Abschluß mit Z = 75 Ω
im Frequenzbereich 10 kHz bis 20 MHz . . . . . ≧ 34 dB
im Frequenzbereich 6 kHz bis 30 MHz . . . . . ≧ 26 dB

Zulässige Eingangsamplitude . . . . . ± 5 V

Schreiberausgang

Leerlaufspannung bei 0-dB-Anzeige, einstellbar . . . . . 0 bis 250 mV
Innenwiderstand . . . . . ≈ 2,5 kΩ

Gleichspannungsausgang

mit höherer Spannung
Leerlaufspannung bei 0-dB-Anzeige, einstellbar . . . . . 0 bis 5 V
Innenwiderstand . . . . . < 1 kΩ
Gleichspannungsausgang für Stromspeisung niederohmiger Verbraucher
Leerlaufspannung, einstellbar . . . . . 0 bis 5 V
Kurzschlußstrom dabei . . . . . 0 bis 70 µA

Tabelle 1: Bandbegrenzungsfilter RSB

Systemkanalzahl	Rauschband (effektive Grenzfrequenzen in kHz)	Bandbegrenzungsfilter Bezeichnung	Bestellnummer
12	6 bis 54	RSB-6/54	BN 8530/50
12	6 bis 60	RSB-6/60	BN 8531/50
24	6 bis 108	RSB-6/108	BN 8556/50
12	12 bis 60	RSB-12/60	BN 8546/50
24	12 bis 108	RSB-12/108	BN 8532/50
36	12 bis 156	RSB-12/156	BN 8572/50
60	12 bis 252	RSB-12/252	BN 8533/50
72	12 bis 300	RSB-12/300	BN 8573/50
96	12 bis 408	RSB-12/408	BN 8559/50
120 u. 132	12 bis 552	RSB-12/552	BN 8534/50
192	12 bis 804	RSB-12/804	BN 8560/50
252	12 bis 1052	RSB-12/1052	BN 8561/50
312	12 bis 1296	RSB-12/1296	BN 8574/50
432	12 bis 1796	RSB-12/1796	BN 8562/50
612	12 bis 2600	RSB-12/2600	BN 8563/50
792	12 bis 3284	RSB-12/3284	BN 8564/50
972	12 bis 4100	RSB-12/4100	BN 8565/50
1092	12 bis 4892	RSB-12/4892	BN 8570/50
1332	12 bis 5884	RSB-12/5884	BN 8583/50
1872	12 bis 8160	RSB-12/8160	BN 8558/50
60	60 bis 300	RSB-60/300	BN 8535/50
120	60 bis 552	RSB-60/552	BN 8536/50
240	60 bis 1052	RSB-60/1052	BN 8549/50
300	60 bis 1296	RSB-60/1296	BN 8537/50
600	60 bis 2600	RSB-60/2600	BN 8538/50
960	60 bis 4100	RSB-60/4100	BN 8539/50
1260	60 bis 5600	RSB-60/5600	BN 8541/50
900	316 bis 4100	RSB-316/4100	BN 8540/50
1200	316 bis 5600	RSB-316/5600	BN 8542/50
1800	316 bis 8160	RSB-316/8160	BN 8543/50
2700	316 bis 12360	RSB-316/12360	BN 8544/50
Grundprimärgruppe	60 bis 108	RSB-60/108	BN 8547/50
Grundsekundärgruppe	300 bis 552	RSB-300/552	BN 8588/50
Grundtertiärgruppe	812 bis 2044	RSB-812/2044	BN 8566/50
Grundquartärgruppe	8516 bis 12360	RSB-8516/12360	BN 8568/50

Tabelle 2: Bandsperren RSS (direkt in den RS-50 einsetzbar)

Meß-frequenz kHz	Bezeichnung	Bestellnummer	Meß-frequenz kHz	Bezeichnung	Bestellnummer
16	RSS-16 I	BN 707/50	1730	RSS-1730 I	BN 721/50
50	RSS-50 A	BN 703/50	2438	RSS-2438 I	BN 722/50
57	RSS-57 I	BN 704/50	3150	RSS-3150 I	BN 724/50
70	RSS-70 I, A	BN 705/50	3200	RSS-3200 A	BN 725/50
98	RSS-98 I	BN 706/50	3886	RSS-3886 I	BN 726/50
140	RSS-140 I	BN 729/50		RSS-3886 I	BN 726/60
230	RSS-230 I	BN 710/50	4650	RSS-4650 I	BN 730/50
240	RSS-240 I	BN 709/50	4715	RSS-4715 A	BN 727/50
270	RSS-270 I	BN 711/50	5340	RSS-5340 I[2]	BN 728/50
	RSS-270 A	BN 711/51		RSS-5340 I[1]	BN 728/60
331	RSS-331 A	BN 712/50	6300	RSS-6300 A	BN 731/50
394	RSS-394 I	BN 713/50	7600	RSS-7600 I[2]	BN 732/50
534	RSS-534 I	BN 714/50		RSS-7600 I[1]	BN 732/60
600	RSS-600 A	BN 716/50	9073	RSS-9073 A	BN 735/50
770	RSS-770 I	BN 717/50		RSS-9073 I[1]	BN 735/60
1002	RSS-1002 I	BN 718/50	11700	RSS-11700 I[2]	BN 736/50
1248	RSS-1248 I	BN 719/50		RSS-11700 I[1]	BN 736/60
1549	RSS-1549 A	BN 720/50			

I = Sperren für Innerbandmessungen
A = Sperren für Außerbandmessungen; auch für Innerbandmessungen verwendbar

Quarzsperren, verwendbar in Rauschbändern: 1) ab 12 kHz 2) ab 60 kHz

Weitere Bandsperren RSS

Alle Sperren des RK-5-Programms bis 13677 kHz können auch im Rauschklirrmeßplatz RK-50 verwendet werden. Der Anschluß an den Rauschpegelsender RS-50 erfolgt über den Adapter RSSA-50. Zur Unterbringung der Sperren dient der Aufbewahrungskasten RSA-5.

Tabelle 3: Umsetzereinschübe REU

Meß-frequenz kHz	Bezeichnung	Bestellnummer	Meß-frequenz kHz	Bezeichnung	Bestellnummer
10	REU-10	BN 402/1	1002	REU-1002	BN 402/18
16	REU-16	BN 402/7	1248	REU-1248	BN 402/19
50	REU-50	BN 402/3	1549	REU-1549	BN 402/20
57	REU-57	BN 402/4	1730	REU-1730	BN 402/21
70	REU-70	BN 402/5	2438	REU-2438	BN 402/22
98	REU-98	BN 402/6	3150	REU-3150	BN 402/24
119	REU-119	BN 402/8	3200	REU-3200	BN 402/25
140	REU-140	BN 402/29	3886	REU-3886	BN 402/26
230	REU-230	BN 402/10	4650	REU-4650	BN 402/30
240	REU-240	BN 402/9	4715	REU-4715	BN 402/27
270	REU-270	BN 402/11	5340	REU-5340	BN 402/28
331	REU-331	BN 402/12	6300	REU-6300	BN 402/31
394	REU-394	BN 402/13	7600	REU-7600	BN 402/32
534	REU-534	BN 402/14	9073	REU-9073	BN 402/35
600	REU-600	BN 402/16	11700	REU-11700	BN 402/36
770	REU-770	BN 402/17	13677	REU-13677	BN 402/42

Die Umsetzereinschübe sind mit denen des RK-5-Programms identisch.

Zubehör

Pre- und Deemphase-Netzwerke

Wellenwiderstand der Netzwerke . . . . . 75 Ω, koaxial
Anschlüsse der Ein- und Ausgänge . . . . . Universalbuchse mit Übergangsstücken Versacon® 9 – BNC

Tabelle 4:
Netzwerke für Trägerfrequenzsysteme (Rec. CCIR 275-2)

TF-System Kanalzahl	$f_{max.}$ kHz	f_n kHz	a_E dB	Bestellnummern Preemphase	Deemphase
24	108	65,7	9	BN 445/5	BN 446/5
60	300	182	9	BN 445/6	BN 446/6
120	552	336	9	BN 445/7	BN 446/7
300	1300	790	9	BN 445/8	BN 446/8
600	2660	1620	9	BN 445/9	BN 446/9
960	4188	2550	9	BN 445/10	BN 446/10
1260	5636	3430	9	BN 445/11	BN 446/11
1800	8204	4990	9	BN 445/12	BN 446/12
2700	12388	7532	9	BN 445/13	BN 446/13

f_{max}: höchste Übertragungsfrequenz des entsprechenden Systems
f_n: 0,608 · f_{max}; neutrale Frequenz, bei der der Frequenzhub des frequenzmodulierten Systems ohne und mit Preemphase-Netzwerk unverändert bleibt, bei Ausgleich der Einfügungsdämpfung a_{EP} bei f_n.
a_E: Einfügungsdämpfung ($a_E = a_{EP} + a_{ED}$)

Einfügungsdämpfung bei der neutralen Frequenz f_n Preemphase a_{EP} = 5,06 dB ± 0,13 dB
Deemphase a_{ED} = 3,92 dB ± 0,13 dB

Fehlergrenzen der Einfügungsdämpfung
in Abhängigkeit von der Frequenz . . . . . ± (0,1 + 0,05 f/f_{max}) dB

Tabelle 5:
Netzwerke für Fernsehsysteme (Rec. CCIR 405-1)

TV-System Zeilenzahl	f_c kHz	f_n kHz	a_E dB	a_{EP} dB bei f_n	a_{ED} dB bei f_n	Bestellnummern Preemphase	Deemphase
405[1])	3000	853	14	2	12	BN 445/1	BN 446/1
525	4000	761,6	13,4	3,4	10	BN 445/2	BN 446/2
625	5000	1512	14	3	11	BN 445/3	BN 446/3
819	10000	1402	14	7	7	BN 445/4	BN 446/4

1) entspricht CCIR-Empfehlung Nr. 405, Oslo 1966

f_c: höchste Übertragungsfrequenz des Videobandes
f_n: neutrale Frequenz
a_E: Einfügungsdämpfung ($a_E = a_{EP} + a_{ED}$)

Fehlergrenzen der Einfügungsdämpfung
in Abhängigkeit von der Frequenz . . . . . ± (0,1 + 0,05 f/f_c) dB

Tastkopf TK-9

für hochohmige Messungen an koaxialen Systemen, Z = 75 Ω
Frequenzbereich . . . . . 50 kHz bis 15 MHz
Eingangswiderstand . . . . . ca. 5 kΩ ll ca. 17 pF
Dämpfung . . . . . 20 dB
Frequenzgangfehler bis 13 MHz . . . . . ± 0,1 dB
Eingangs- und Ausgangsbuchse . . . . . Universalbuchse Versacon® 9

Anpassungsübertrager

150 Ω symm./75 Ω koax.
Frequenzbereich . . . . . 6 bis 600 kHz
Betriebsdämpfung . . . . . ≦ 0,2 dB
Reflexionsdämpfung am 150-Ω-Eingang . . . . . ≧ 26 dB
Max. zulässige Wechselspannung U_s am 150-Ω-Eingang . . . . . ≦ 3,5 V
(Gleichspannung unzulässig)
150-Ω-Anschluß . . . . . 3polige TF-Buchse
75-Ω-Anschluß . . . . . Universalbuchse Versacon® 9

Entkopplungsübertrager REÜ-4

für hochohmige Messungen an symmetrischen Systemen, Z = 150 Ω
Frequenzbereich . . . . . 10 bis 600 kHz
Eingangswiderstand . . . . . ≧ 5 kΩ
Dämpfung des Leistungspegels bei Anschluß an symmetrische
150-Ω-Systeme und Abschluß mit Z = 75 Ω . . . . . 20 dB
Frequenzgangfehler . . . . . ± 0,1 dB
Eingang . . . . . 3 Lötstifte oder 3polige TF-Buchse
Ausgang . . . . . Universalbuchse Versacon® 9

Allgemeine Daten des Rauschklirrmeßplatzes RK-50

Umgebungstemperatur

Lager und Transport	−40 bis +70 °C
Nenngebrauchsbereich (≙ Grenzbetriebsbereich)	+5 bis +40 °C

Stromversorgung

Nenngebrauchsbereiche der Netzspannung	110/117/127/220/227/235 V −15% / +10%
Nenngebrauchsbereich der Netzfrequenz	45 bis 66 Hz
Leistungsaufnahme	
Rauschpegelsender RS-50	ca. 60 VA
Rauschklirrempfänger RE-50 mit 6 REU	ca. 30 VA
Breitbandpegelmesser REB-50	ca. 20 VA

Abmessungen und Gewichte

(Zusammenbau der verschiedenen Geräte und Einbau in 19"-Gestelle entsprechend DIN 41494 möglich)

	b x h x t in mm	Gewicht
Rauschpegelsender RS-50 (ohne RSB und RSS)	478 x 199 x 407	12 kg
Rauschklirrempfänger RE-50 (ohne REU)	478 x 199 x 407	12 kg
Breitbandpegelmesser REB-50	478 x 110 x 407	7,5 kg
Bandbegrenzungsfilter RSB		ca. 0,5 kg
Bandsperren RSS		ca. 0,5 kg
Umsetzereinschübe REU		ca. 0,9 kg

Anschlußbuchsen der Geräte

Senderausgang, Empfängereingang und Durchgangsschleife des REB-50	
koaxial, 75 Ω	Universalbuchse Versacon® 9
Zur Universalbuchse lieferbare Übergangsstücke	alle gebräuchlichen Anschlußsysteme (z. B. 1,6/5,6, 2,5/6, BNC), siehe Datenblatt »Kabel, Stecker«

Bestellangaben

Rauschpegelsender RS-50	BN 642
Rauschklirrempfänger RE-50	BN 643
Breitbandpegelmesser REB-50	BN 405/1
Bandbegrenzungsfilter RSB	siehe Tabelle 1
Bandsperren RSS	siehe Tabelle 2
Umsetzereinschübe REU	siehe Tabelle 3
Pilotsperre RSP-12435	BN 760/50
Tiefpaß RST-5000	BN 8528/50
Sperrenadapter RSSA-50	BN 674
Taktgeber RSI-50 zum Sender RS-50	BN 847
Steuergerät RKS-50 zum Meßplatz RK-50	BN 848
Anpassungsübertrager 150 Ω symm./75 Ω koax.	BN 419/20
Entkopplungsübertrager REÜ-4	
Eingang 3 Lötstifte	BN 464/1
Eingang 3polige TF-Buchse	BN 464/2
Tastkopf TK-9	BN 265/0
Pre- und Deemphase-Netzwerke	siehe Tabellen 4 u. 5
Steuerkabel (zur Steuerung des RS-50 vom RE-50 aus)	K 176
Steuerkabel (zur Steuerung des RE-50 mit RKS-50)	K 179
Aufbewahrungskasten RSK-50 (für 6 RS-Filter und 3 REU)	BN 428/2
Transportkoffer	BN 428/3
für 12 RS-Filter	Ausstattung A
für 10 REU	Ausstattung B
für 6 RS-Filter und 5 REU	Ausstattung C
Transportschutzdeckel für RS-50, RE-50 oder RSK-50	DE 3
Transportschutzdeckel für REB-50 oder RKS-50	DE 1
Geräusch-Diagramme (Block mit 50 Blatt)	4/826

RK-5
Rauschklirrmeßplatz

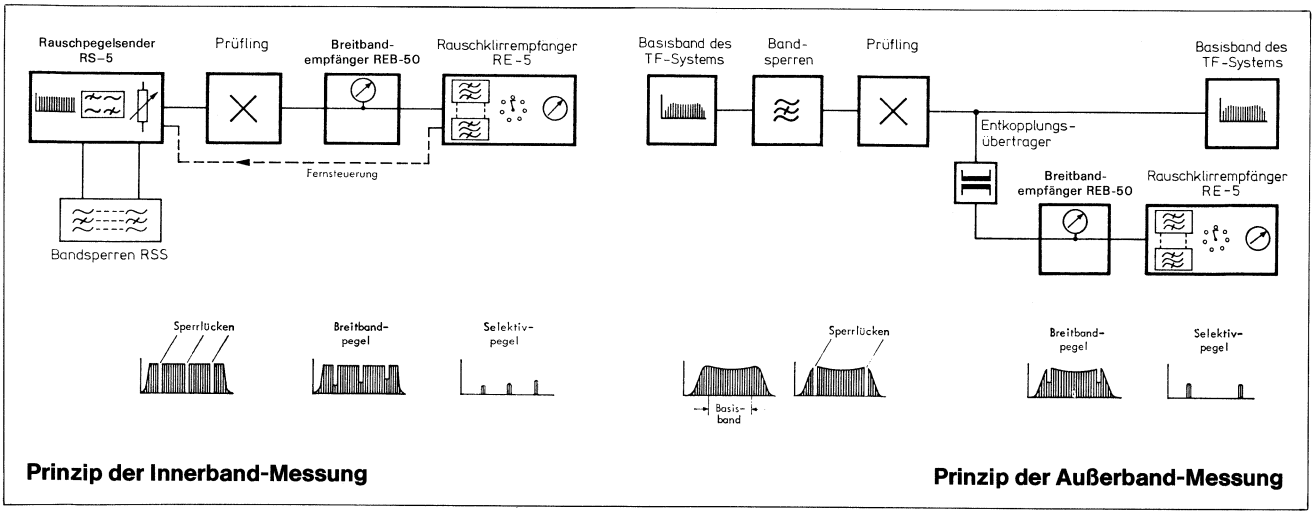
zum Messen der Geräuschleistung, des Signal-Geräusch-Abstands und des Rauschleistungsdichte-Abstands an Frequenzmultiplex-Kabel-, Richtfunk- und Satellitensystemen



- **Für Messungen an symmetrischen und koaxialen Systemen von 6 kHz bis 60 MHz**
- **Niedriges Grundrauschen (typ. –128 ... –130 dBmp)**
- **Automatische Empfindlichkeitsumschaltung**
- **Automatischer zyklischer Wechsel vorgewählter Empfangsfrequenzen**
- **Vorwahl des relativen Pegels bis –50 dBr**
- **Einschubtechnik ermöglicht leichtes Umrüsten auf andere Rauschbänder und Meßfrequenzen**
- **Rauschbänder und Meßfrequenzen entsprechen den CCIR-Empfehlungen 398-3, 399-2, 481 und 482 und der CCITT-Empfehlung G. 228**
- **Automatischer Dämpfungsausgleich der Sperrengrunddämpfung bei NPR-Messungen**

Anwendung

In modernen Nachrichtenverbindungen sind eine größere Anzahl von Fernsprechkanälen zu »Frequenzpaketen« zusammengefaßt. Diese Frequenzpakete werden durch Richtfunk- oder Kabelsysteme übertragen. Dabei lassen sich Übertragungsverzerrungen nicht völlig vermeiden, so daß neben dem Wärmerauschen der Geräte auch aussteuerungsabhängige Intermodulationsgeräusche auftreten. Für das zulässige Gesamtgeräusch sind feste Werte vorgeschrieben. Die Methode der Rauschklirrmessung ist ein geeignetes und bewährtes Verfahren zur Kontrolle und Beurteilung der Qualität einer Übertragungsanlage oder ihrer Baugruppen.
Weißes Rauschen, mit einer dem Basisband des Übertragungssystems entsprechenden Bandbreite, bildet recht genau die Betriebsbelastung des Systems nach. Schaltet man hinter die Rauschquelle ein oder gegebenenfalls wenige schmale Bandsperrfilter, so ergeben sich die gleichen Verhältnisse wie bei einem voll belasteten System mit einem oder wenigen nicht belegten Kanälen. Ein selektiver Empfänger mißt am Ausgang des Systems die nun in den Sperrlücken vorhandene Leistung, die sich aus dem Grundrauschen und dem Intermodulationsgeräusch des Systems zusammensetzt. Die Meßgröße »Rauschleistungsdichte-Abstand« (Noise Power Ratio, NPR) ergibt sich aus der Differenz des gemessenen Empfangspegels ohne bzw. mit sendeseitig eingeschalteten Bandsperren. Hierzu wird der Prüfling zunächst bei überbrückten Bandsperrfiltern ausgesteuert und der Empfangspegel ermittelt. Dann



Prinzip der Innerband-Messung

Prinzip der Außerband-Messung

schaltet man auf der Sendeseite vor dem Prüfling die Bandsperren ein und mißt empfangsseitig das in die Sperrlücken fallende Geräusch. Die Differenz der beiden Meßergebnisse ergibt den Rauschleitungsdichte-Abstand in dB als Kenngröße für die Übertragungsqualität.

Eine weitere Meßgröße ist der Signal-Geräusch-Abstand (Signal-to-Noise Ratio, S/N), das heißt der Abstand des Geräuschpegels im Meßkanal vom Pegel eines gedachten Signals, dessen Leistung – auf den relativen Pegel Null umgerechnet – 1 mW beträgt. Zur Messung dieser Größe schaltet man auf der Sendeseite ein oder mehrere Bandsperrfilter ein, stimmt den Empfänger auf diese Sperrlücken ab und mißt den Geräuschpegel mit dem absolut geeichten Empfänger.

Wird z. B. an einer Stelle mit dem relativen Pegel – 15 dBr ein Geräuschpegel von –80 dBmp gemessen, dann beträgt der Signal-Geräusch-Abstand 65 dB. Da am Rauschklirrempfänger RE-5 alle vorkommenden relativen Pegel voreingestellt werden können, sind der Signal-Geräusch-Abstand bzw. der relative Geräuschpegel in dBm0p und die relative Geräuschleistung in pW0p – also gehörrichtig bewertet – direkt ablesbar.

Technische Einzelheiten

Der Rauschklirrmeßplatz RK-5 wird zur Messung an symmetrischen und koaxialen Systemen eingesetzt. Er ist im Baukastenprinzip aufgebaut und läßt sich an die jeweiligen Meßaufgaben anpassen.

Der Sender RS-5 liefert für Messungen an symmetrischen Systemen Rauschen im Frequenzbereich 6 kHz bis 600 kHz. Für Messungen an koaxialen Systemen steht weißes Rauschen von 6 kHz bis 60 MHz zur Verfügung. Damit ist der Meßplatz zur Prüfung aller gegenwärtig verwendeten und geplanten Anlagen geeignet.

Der Empfänger RE-5 kann mit max. 7 Umsetzereinschüben bestückt werden; er ermöglicht Rauschpegelmessungen im Bereich 10 kHz bis 60 MHz. Die nachstehende Tabelle gibt eine nach Systemen geordnete Übersicht über die gebräuchlichsten Rauschbänder und Meßfrequenzen, mit denen der Rauschklirrmeßplatz RK-5 ausgerüstet werden kann (vgl. auch Technische Daten).

Rauschpegelsender RS-5

Die Rauschquelle im Sender liefert Rauschen im Bereich 6 kHz bis 60 MHz. Mit Bandbegrenzungsfiltern (RSB-...) wird das gewünschte Rauschband ausgesiebt. Die Begrenzungsfilter sind als leicht rastende Einschübe ausgeführt, so daß ein einfaches Umrüsten möglich ist. Der absolute Sendepegel ist mit Hilfe einer eingebauten, in 2-dB-Stufen veränderlichen Eichleitung und einem zusätzlichen ±3-dB-Feinregler sehr genau im Bereich –87 dBm bis +17 dBm einstellbar. Er wird unabhängig von der Breite des Rauschbandes über eine Regelstrecke auf dem eingestellten Wert konstant gehalten; auch der Einfluß von Netzspannungsschwankungen wird ausgeregelt. Außer einem koaxialen 75-Ω-Ausgang ist der Sender mit einem 150-Ω-Ausgang ausgerüstet, der die Anpassung an symmetrische Systeme ermöglicht.

Zur Messung des thermischen Rauschens im Prüfling kann der Sender ausgetastet werden. Dies ist sowohl durch eine Drucktaste am Sender als auch durch Fernsteuerung vom Empfänger RE-5 aus möglich.

Die Bandsperren (RSS-. . .) sind ebenfalls als Einschübe ausgeführt. Ihre Unterbringung erfolgt im Aufbewahrungskasten RSA-5 außerhalb des Senders. Schaltungsmäßig werden die Sperren in den Signalweg des Senders eingeschleift. Durch Betätigung einer Drucktaste am Sender – oder durch Fernsteuerung vom Empfänger aus – lassen sich die Sperren überbrücken. Die Mittenfrequenzen sowie die Selektionskurven der einzelnen Sperren entsprechen den CCIR-Empfehlungen 399-2 und 482 (Innerbandmessung) und 398-3 und 481 (Außerbandmessung) bzw. den Betriebsvorschriften von INTELSAT.

Um auch kleinste Geräusche z. B. an einzelnen Baugruppen messen zu können, beträgt die Sperrdämpfung in Bandmitte ($f_m \pm 1{,}5$ kHz) in der Regel 80 dB (die CCIR-Empfehlung 399-2 fordert nur 70 dB). Bei den Bandsperren RSS-5340, RSS-7600 und RSS-11700 sind je nach Verwendungsart unterschiedliche Ausführungen lieferbar. So eignen sich die . . ./10-Ausführungen aufgrund ihrer hohen Sperrdämpfung von > 80 dB besonders für Rauschklirrmessungen im Prüffeld.

Bei NPR-Messungen beeinflußt die Grunddämpfung einer bzw. mehrerer hintereinandergeschalteter Bandsperren das

System Art	Kanäle	Rauschband (effektive Grenzfrequenz der Bandbegrenzungsfilter in kHz)		Empfohlene Meßfrequenzen (Mittelfrequenzen der Bandsperren und Umsetzereinschübe in kHz) Innerbandmessung							Außerbandmessung		
symm.	12	6 bis 54		10									
	12	6 bis 60		10	57								
	24	6 bis 108		10	57	98							
	12	12 bis 60		14	57								
	24	12 bis 108		14	57	98							
	60	12 bis 252		14	57	98	230				10	119	nach CCIR Rec. 398-3 1974
	120	12 bis 552		14	57	98	270	534			10	331[1]	
koaxial	24	12 bis 108	nach CCIR Rec. 482, 1974	16	98					nach CCIR Rec. 482, 1974		116	nach CCIR Rec. 481, 1974
	36	12 bis 156		16	140							172	
	60	12 bis 252		16	240							277	
	72	12 bis 300		16	270							331	
	96	12 bis 408		16	240	394						448	
	132	12 bis 552		16	240	534						607	
	192	12 bis 804		16	394	770						884	
	252	12 bis 1052		16	534	1002						1157	
	312	12 bis 1296		16	534	1248						1499	
	432	12 bis 1796		16	534	1002	1730					1976	
	612	12 bis 2600		16	770	1730	2438					2794	
	792	12 bis 3284		16	1002	2438	3150					3612	
	972	12 bis 4100		16	1002	2438	3886					4430	
	1092	12 bis 4892		70	1002	2438	4650					5381	
	1332	12 bis 5884		70	1002	3150	4650	5340				6300	
	1872	12 bis 8160		70	1002	3150	5340	7600				8932	
	240	60 bis 1052		70	270	534	1002				50	1549	
	60	60 bis 300	nach CCITT Rec. G. 228 1976 und CCIR Rec. 399-2, 1974	70	270					nach CCITT Rec. G. 228, 1976 und CCIR Rec. 399-2. 1974	50	331	nach CCIR Rec. 398-3, 1974
	120	60 bis 552		70	270	534					50	600	
	300	60 bis 1296		70	270	534	1248				50	1549	
	600	60 bis 2600		70	270	534	1248	2438			50	3200	
	960	60 bis 4100		70	270	534	1248	2438	3886		50	4715	
	1260	60 bis 5600		70	270	534	1248	2438	3886	5340	50	6300	
	900	316 bis 4100		534	1248	2438	3886				270	4715	
	1200	316 bis 5600		534	1248	2438	3886	5340			270	6300	
	1800	316 bis 8160		534	1248	2438	3886	5340	7600		270	9073	
	2700	316 bis 12360		534	1248	2438	3886	5340	7600	11700	270	13677	
	10800	4370 bis 59600		5340	35748	55548							
Grundprimärgruppe		60 bis 108	nach CCITT Draft Rec. G. 230	70	98					nach CCITT Draft Rec. G. 230			
Grundsekundärgruppe		300 bis 552		331	534								
Grundtertiärgruppe		812 bis 2044		1002	1248	1730							
Grundquartärgruppe		8516 bis 12360		9073	11700								

1) Ein von der CCIR-Empfehlung abweichender Wert.

Meßergebnis. Durch eine an den Ausgang des Senders geschaltete automatisch gesteuerte Eichleitung läßt sich diese Beeinflussung vermeiden, weil durch sie die beim Überbrücken der Bandsperren wegfallende Sperrengrunddämpfung ausgeglichen wird. Mit dem Dämpfungsausgleich RSAD-5 lassen sich in 1-dB- und 0,1-dB-Stufen Dämpfungen von 0 bis 12,1 dB einstellen. Das Einschalten des Grunddämpfungsausgleichs erfolgt automatisch mit dem Austasten der Sperren entweder vom Sender RS-5 oder über Fernsteuerung vom Empfänger RE-5 aus.

Rauschklirrmessungen im Tonkanal eines für Fernsehübertragungen eingerichteten Richtfunksystems werden durch die Verwendung des Rauschsender-Tiefpasses RST-5000 ermöglicht. Der Sender RS-5 ist für diese Messungen mit dem Bandbegrenzungsfilter RSB-60/5600 auszurüsten; der Rauschsender-Tiefpaß wird in Kette mit den Bandsperren RSS in den Signalweg des Senders eingeschleift. Der Tiefpaß hat eine Grenzfrequenz von 5 MHz und ist an die CCIR-Empfehlung 421-3 angelehnt. Ebenso wie die Bandsperren wird er im Aufbewahrungskasten RSA-5 untergebracht.

Für Rauschklirrmessungen in Kabelsystemen mit 2700 oder 10800 Kanälen sind die Pilotsperren RSP-12435 bzw. RSP-61160 vorgesehen. Sie verhindern einen Einfluß auf die Pegelregelung des Systems durch zusätzliches Absenken des Rauschleistungsspektrums in der Umgebung der Pilotfrequenzen. Die Pilotsperren werden dem Senderausgang nachgeschaltet. Ihre Abmessungen erlauben die Unterbringung im Aufbewahrungskasten RSK-5.

Rauschklirrempfänger RE-5

Der Empfänger RE-5 ermöglicht im Frequenzbereich 10 kHz bis 60 MHz die selektive Messung der im Telefoniekanal auftretenden Geräuschleistung, und zwar sowohl absolut als auch auf den relativen Pegel 0 bezogen. Seine hohe Empfindlichkeit (Eigenrauschen $\leqq -126$ dBmp) gestattet die einwandfreie Messung kleinster Leistungen auch bei niedrigen relativen Pegeln.

Der Empfänger ist mit einem koaxialen 75-Ω- und einem symmetrischen 150-Ω-Eingang ausgerüstet.

Die für die Messung bei den verschiedenen Empfangsfrequenzen notwendigen Filter und Oszillatoren sind in leicht auswechselbaren Umsetzereinschüben (REU-. . .) untergebracht. Bis zu 7 dieser Einschübe können gleichzeitig im Empfänger eingesetzt werden. Das Umschalten auf die verschiedenen Meßfrequenzen erfolgt entweder von Hand, automatisch durch einen im Empfänger eingebauten Taktgeber, oder durch externe Kontaktgabe (z. B. von einem Registriergerät aus). Der im Empfänger eingebaute Eichoszillator kann in die zyklische Folge der Empfangsfrequenzen eingeschaltet werden. Eine Signallampe am entsprechenden Einschub zeigt die jeweils eingestellte Empfangsfrequenz (bzw. den eingeschalteten Eichoszillator) an.

Die Empfangsbandbreite des Rauschklirrempfängers ist so gewählt, daß sich eine psophometrische Bewertung des gemessenen Geräusches ergibt.

Der Meßbereichsschalter des Empfängers hat einen Gesamtumfang von 60 dB. Zwischenwerte lassen sich in 10-dB-Stufen einstellen. Er kann manuell bedient werden oder wird durch die eingebaute Pegelautomatik von selbst auf den richtigen Wert eingestellt. Der gemessene Pegel ergibt sich durch Addition des angezeigten Meßbereichs und des Instrumentenausschlags. Ein direktes Ablesen der gemessenen Leistung wird durch eine zweite Beschriftung am Meßbereichsschalter und am Instrument ermöglicht. Relative Pegel können im Bereich −50 bis +10 dBr in 0,5-dB-Schritten vorgewählt werden.

Die Überprüfung des relativen Pegels am Meßpunkt mit Hilfe der »grünen Marken« auf der Skala des Instruments ist eine brauchbare Hilfe, um die richtigen Einstellungen am Sender und Empfänger vor Beginn der Prüfarbeiten am System zu kontrollieren.

Über eine Fernsteuerleitung zum Sender lassen sich die eingeschalteten Bandsperren überbrücken. Auch die Austastung des Senders kann vom Empfänger aus erfolgen.

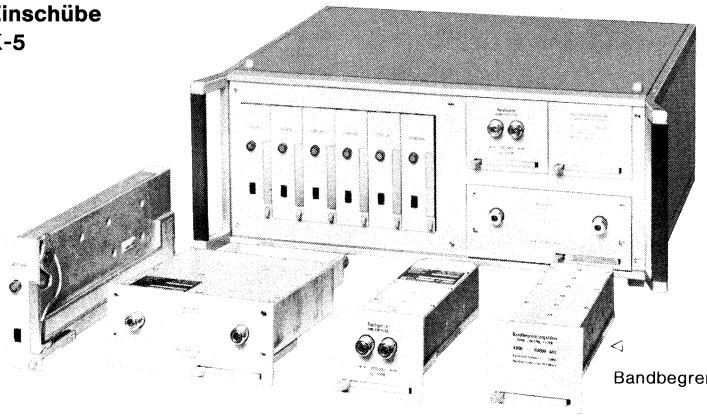
Die gleichzeitige Darstellung des Geräusches bei mehreren Meßfrequenzen wird durch den Anschluß eines Oszillografen an einen speziellen Ausgang des Empfängers ermöglicht, dadurch kann sich der richtige Abgleich einer Übertragungsanlage wesentlich erleichtern.

Eine Dauerüberwachung des Geräuschpegels in den verschiedenen Meßkanälen ist durch den Anschluß eines Schreibers möglich, dabei kann auch der Eichpegel mitgeschrieben werden.

Für die Signalisierung des gewählten Meßbereichs und des gerade eingeschalteten Umsetzereinschubs stehen am Rauschklirrempfänger spezielle Ausgänge zur Verfügung.

Breitbandpegelmesser (auf Wunsch lieferbar)
Der Breitbandempfänger REB-50 dient zum Messen des Summenpegels. Er besitzt eine 75-Ω-Durchgangsschleife, an die der eigentliche Pegelmesser hochohmig angeschlossen ist, und kann somit vor den selektiven Empfänger RE-5 geschaltet werden. Der Gesamtmeßbereich erstreckt sich von – 50 dBm bis + 10 dBm; der Effektivwert des Summenpegels wird unabhängig vom selektiven Empfänger an einem getrennten Instrument angezeigt. Für Dauerüberwachungen hat der Breitbandempfänger einen eigenen Schreiberanschluß. Der Frequenzbereich des REB-50 erstreckt sich von 6 kHz bis 30 MHz.
Für Messungen im Bereich von 6 kHz bis 100 MHz ist der Breitbandpegelmesser REB-56 lieferbar. Sein Meßbereich beträgt –55 bis +11 dBm. Da der Effektivwert des Eingangssignals bewertet wird, also keine Abhängigkeit von der Kurvenform des Eingangssignals besteht, kann der Breitbandpegelmesser REB-56 vorteilhaft für Summenlastmessungen an allen TF-Systemen mit 12 bis 10800 Kanälen eingesetzt werden. Weitere Informationen können einem gesonderten Datenblatt entnommen werden.

Aufbewahrungskasten und Einschübe zum Rauschklirrmeßplatz RK-5



◁ Aufbewahrungskasten RSK-5

Umsetzereinschub (REU-...) ▷

◁ Bandbegrenzungsfilter (RSB-...)

△ Bandsperren (RSS-...) △

Aufbewahrungskasten RSA-5 (auf Wunsch lieferbar)
Zur Unterbringung der für die Rauschklirrmessung benötigten Bandsperren (RSS-. . .) dient der flache Aufbewahrungskasten RSA-5, der mit Hilfe besonderer Verbinder direkt mit dem Rauschklirrsender RS-5 zusammengeschraubt werden kann (siehe Titelbild). Der Aufbewahrungskasten kann maximal 5 normalbreite Bandsperren aufnehmen. Da der Rauschsender-Tiefpaß RST-5000, die Pilotsperren (RSP. . .) und die Bandbegrenzungsfilter (RSB-. . .) die gleichen Abmessungen wie die Bandsperren haben, können sie ebenfalls im Aufbewahrungskasten untergebracht werden.

Aufbewahrungskasten mit Dämpfungsausgleich RSAD-5 (auf Wunsch lieferbar)
In der äußeren Form entspricht der RSAD-5 dem Aufbewahrungskasten RSA-5. Nur ist in ihm der Dämpfungsausgleich fest untergebracht. Dieser beansprucht den Platz von einer Bandsperre und verfügt über ein eigenes Netzteil. Der Eingang für das Signal zum Ein- und Austasten der eingestellten Dämpfung befindet sich auf der Rückseite des RSAD-5. Im noch verbleibenden Raum des Aufbewahrungskastens lassen sich vier Bandsperren mit einfacher Frontplattenbreite unterbringen.

Aufbewahrungskasten RSK-5 (auf Wunsch lieferbar)
Der Aufbewahrungskasten RSK-5 ist in erster Linie dafür gedacht, nicht für die Messung benötigte Einschübe griffbereit und geschützt aufzunehmen. Unterbringen lassen sich bei Version BN 428/0 maximal 6 Umsetzereinschübe (REU-. . .) und 4 Bandbegrenzungsfilter (RSB-. . .) oder normalbreite Bandsperren (RSS-. . .) (siehe obenstehendes Bild). In der Version BN 428/1 ist Platz für 3 Umsetzereinschübe und 6 normalbreite Rauschsender-Filter.

Meßzubehör (auf Wunsch lieferbar)
Für hochohmige Messungen mit dem Rauschklirrmeßplatz RK-5 sind Entkopplungsglieder lieferbar. Bei Messungen an symmetrischen 150-Ω-Systemen ist dies der Entkopplungsübertrager REÜ-4, der direkt mit dem symmetrischen Ausgang des Systems verbunden und über ein koaxiales 75-Ω-Kabel an den Eingang des Rauschklirrempfängers angeschlossen werden soll. Die zusätzliche Dämpfung beträgt 20 dB.
Der Tastkopf TK-9 dient für hochohmige Messungen an koaxialen Systemen. Die Tastkopfdämpfung von 20 dB weist im Frequenzbereich 50 kHz bis 13 MHz einen Fehler von

höchstens ± 0,1 dB auf. Nähere Informationen können dem Datenblatt für Meßzubehör entnommen werden.
Die Anschlußübertrager REÜ-56 und REÜ-50 ermöglichen den gleichzeitigen Anschluß des Breitbandpegelmessers REB-56 und des Rauschklirrempfängers RE-5 an einem Systemmeßpunkt.
Pre- und Deemphase-Netzwerke sind für Messungen an Trägerfrequenzsystemen von 24 bis 2700 Kanälen und an Fernsehsystemen lieferbar. Die Netzwerke dienen zur Verbesserung des Signal-Geräusch-Abstands im oberen Bereich des Übertragungsbandes. Sie entsprechen im Frequenzgang der Dämpfung den CCIR-Empfehlungen Nr. 275-2 und 405-1, Neu Delhi 1970.
Die Ein- und Ausgänge sind mit Universalbuchsen und Übergangsstücken Versacon® 9-BNC versehen; der Wellenwiderstand beträgt Z = 75 Ω.

Technische Daten des Rauschklirrmeßplatzes — RK-5

Rauschpegelsender RS-5

Frequenzbereiche

koaxialer Ausgang . . . . . 6 kHz bis 60 MHz
symmetrischer Ausgang . . . . . 6 bis 600 kHz

Rauschband

Bandbegrenzung . . . . . je nach Bandbegrenzungsfilter
Frequenzabhängigkeit des Rauschpegels innerhalb des begrenzten Bandes, bezogen auf einen mittleren Wert und mit einer geeigneten Bandbreite selektiv gemessen
im Bereich 10 kHz bis 12,5 MHz . . . . . ± 0,6 dB
im Bereich 6 kHz bis 30 MHz . . . . . ± 1 dB
im Bereich 6 kHz bis 60 MHz . . . . . ± 1,5 dB
Dämpfung des Rauschpegels außerhalb der Bandgrenzen f_u bzw. f_o
bei $f \leqq 0{,}8\ f_u$ . . . . . ≧ 25 dB
bei $f \geqq 1{,}1\ f_o$ . . . . . ≧ 20 dB
Effektive Bandbreite . . . . . entspricht der CCIR-Empfehlung 399-2 oder 482

Ausgangspegel

an $R_L = Z$ einstellbar in 2-dB-Stufen und ± 3 dB stetig . . . . . −87 bis +17 dBm
Fehlergrenzen des Ausgangspegels bei Abschluß $R_L = Z$
im Bereich −40 bis +16 dBm . . . . . ± 0,5 dB
im Bereich −87 bis +17 dBm . . . . . ± 0,8 dB

Innenwiderstand*

koaxialer Ausgang . . . . . 75 Ω
symmetrischer Ausgang . . . . . 150 Ω

Reflexionsdämpfung

am koaxialen Ausgang
im Bereich 10 kHz bis 12,5 MHz . . . . . ≧ 30 dB
im Bereich 6 kHz bis 30 MHz . . . . . ≧ 26 dB
im Bereich 6 kHz bis 60 MHz . . . . . ≧ 20 dB
am symmetrischen Ausgang
im Bereich 6 bis 600 kHz . . . . . ≧ 26 dB

Erdunsymmetrie

des 150-Ω-Ausgangs . . . . . ≧ 45 dB

Amplitudenverteilung des Rauschsignals

Für die folgenden Pegelbereiche besteht
im Bereich $\pm 4\,\sigma \triangleq 12$ dB Normalverteilung (CCIR Empf. 399-2 und 482)
bei Frequenzen f ≦ 600 kHz . . . . . ≦ +17 dBm
bei Frequenzen f ≦ 60 MHz . . . . . ≦ +14 dBm

Bandbegrenzungsfilter RSB

System		Rauschband (effektive Grenzfrequenzen in kHz)	Bandbegrenzungsfilter	
Art	Kanäle		Bezeichnung	Bestellnummer
symmetrisch	12	6 bis 54	RSB-6/54	BN 8530
	12	6 bis 60	RSB-6/60	BN 8531
	24	6 bis 108	RSB-6/108	BN 8556
	12	12 bis 60	RSB-12/60	BN 8546
	24	12 bis 108	RSB-12/108	BN 8532
	60	12 bis 252	RSB-12/252	BN 8533
	120	12 bis 552	RSB-12/552	BN 8534
koaxial	24	12 bis 108	RSB-12/108	BN 8532
	36	12 bis 156	RSB-12/156	BN 8572
	60	12 bis 252	RSB-12/252	BN 8533
	72	12 bis 300	RSB-12/300	BN 8573
	96	12 bis 408	RSB-12/408	BN 8559
	132	12 bis 552	RSB-12/552	BN 8534
	192	12 bis 804	RSB-12/804	BN 8560
	252	12 bis 1052	RSB-12/1052	BN 8561
	312	12 bis 1296	RSB-12/1296	BN 8574
	432	12 bis 1796	RSB-12/1796	BN 8562
	612	12 bis 2600	RSB-12/2600	BN 8563
	792	12 bis 3284	RSB-12/3284	BN 8564
	972	12 bis 4100	RSB-12/4100	BN 8565
	1092	12 bis 4892	RSB-12/4892	BN 8570
	1332	12 bis 5884	RSB-12/5884	BN 8583
	1872	12 bis 8160	RSB-12/8160	BN 8558

* (auch im ausgetasteten Zustand)

Band-begrenzungsfilter RSB

System		Rauschband (effektive Grenz-frequenzen in kHz)	Bandbegrenzungsfilter	
Art	Kanäle		Bezeichnung	Bestellnummer
koaxial	60	60 bis 300	RSB-60/300	BN 8535
	120	60 bis 552	RSB-60/552	BN 8536
	240	60 bis 1052	RSB-60/1052	BN 8549
	300	60 bis 1296	RSB-60/1296	BN 8537
	600	60 bis 2600	RSB-60/2600	BN 8538
	960	60 bis 4100	RSB-60/4100	BN 8539
	1260	60 bis 5600	RSB-60/5600	BN 8541
	900	316 bis 4100	RSB-316/4100	BN 8540
	1200	316 bis 5600	RSB-316/5600	BN 8542
	1800	316 bis 8160	RSB-316/8160	BN 8543
	2700	316 bis 12360	RSB-316/12360	BN 8544
	10800	4370 bis 59600	RSB-4000/60000	BN 8554
Grundprimärgruppe		60 bis 108	RSB-60/108	BN 8547
Grundsekundärgruppe		300 bis 552	RSB-300/552	BN 8588
Grundtertiärgruppe		812 bis 2044	RSB 812/2044	BN 8566
Grundquartärgruppe		8516 bis 12360	RSB-8516/12360	BN 8568

Bandsperren RSS und Umsetzer-einschübe REU

Meß-frequenz kHz	Bandsperren			Umsetzereinschübe	
	Bezeichnung	m. dopp. Frontpl.-Breite	Bestellnummer	Bezeichnung	Bestellnummer
10	RSS-10 A	X	BN 701	REU-10	BN 402/1
14	RSS-141	X	BN 702	REU-14	BN 402/2
16	RSS-161		BN 707/1	REU-16	BN 402/7
50	RSS-50 A		BN 703/1	REU-50	BN 402/3
57	RSS-571		BN 704/1	REU 704/1	REU-57
70	RSS-70 I,A		BN 705	REU-70	BN 402/5
98	RSS-981		BN 706/1	REU-98	BN 402/6
119	RSS-119 A	X	BN 708	REU-119	BN 402/8
140	RSS-140 I		BN 729	REU-140	BN 402/29
230	RSS-230 I		BN 710	REU-230	BN 402/10
240	RSS-240 I		BN 709/2	REU-240	BN 402/9
270	RSS-270 I		BN 711	REU-270	BN 402/11
	RSS-270 A		BN 711/1		
280	RSS-280 I		BN 743	REU-280	BN 402/43
331	RSS-331 A		BN 712	REU-331	BN 402/12
394	RSS-394 I		BN 713/2	REU-394	BN 402/13
534	RSS-534 I		BN 714	REU-534	BN 402/14
600	RSS-600 A		BN 716	REU-600	BN 402/16
770	RSS-770 I		BN 717	REU-770	BN 402/17
1002	RSS-1002 I		BN 718	REU-1002	BN 402/18
1248	RSS-1248 I		BN 719	REU-1248	BN 402/19
1549	RSS-1549 A		BN 720	REU-1549	BN 402/20
1730	RSS-1730 I		BN 721	REU-1730	BN 402/21
2438	RSS-2438 I		BN 722	REU-2438	BN 402/22
3150	RSS-3150 I		BN 724	REU-3150	BN 402/24
3200	RSS-3200 A		BN 725	REU-3200	BN 402/25
3886	RSS-3886 I		BN 726	REU-3886	BN 402/26
			BN 726/10[1]		
4650	RSS-4650 I		BN 730[1]	REU-4650	BN 402/30
4715	RSS-4715 A		BN 727	REU-4715	BN 402/27
5340	RSS-5340 I		BN 728[2]	REU-5340	BN 402/28
			BN 728/10[1]		
		X	BN 728/3[3]		
6300	RSS-6300 A		BN 731	REU-6300	BN 402/31
7600	RSS-7600 I		BN 732[2]	REU-7600	BN 402/32
			BN 732/10[1]		
9073	RSS-9073 I		BN 735/10[1]	REU-9073	BN 402/35
	RSS-9073 A		BN 735		
11700	RSS-11700 I		BN 736[2]	REU-11700	BN 402/36
			BN 736/10[1]		
13677	RSS-13677 A	X	BN 742	REU-13677	BN 402/42
14870	RSS-14870 I		BN 746[3]	REU-14870	BN 402/46
27300	RSS-27300 I		BN 748[3]	REU-27300	BN 402/48
35748	RSS-35748 I	X	BN 750/3[3]	REU-35748	BN 402/50
43762	RSS-43762 I		BN 753[3]	REU-43762	BN 402/53
55548	RSS-55548 I	X	BN 758/3[3]	REU-55548	BN 402/58

I = Sperren für Innerbandmessungen
A = Sperren für Außerbandmessungen; auch für Innderbandmessungen verwendbar
Quarzsperren, verwendbar in Rauschbändern: 1) ab 12 kHz; 2) ab 60 kHz; 3) bis 60 MHz

Eine große Anzahl von weiteren Filtern RSB und RSS/REU steht auf Anfrage zur Verfügung. Außerdem ist ein Zusatzblatt mit den gesamten Filterdaten lieferbar.

Rauschsender-Tiefpaß RST-5000

zur Überprüfung von Richtfunkkanälen für Fernsehübertragungen, in Anlehnung an die CCIR-Empfehlung 421-3, Genf 1974.

Effektive Grenzfrequenz . . . . . 5 MHz ± 50 kHz
Bestellnummer . . . . . BN 8528

Pilotsperren RSP-12435 und RSP-61160

zur zusätzlichen Absenkung des Rauschleistungsspektrums in der Umgebung der zur Pegelregelung dienenden Pilotfrequenzen in Kabelsystemen mit 2700 oder 10800 Kanälen.

Sperrfrequenzen RSP-12435 . . . . . 12435 kHz
RSP-61160 . . . . . 61160 kHz
Bestellnummer RSP-12435 . . . . . BN 760
RSP-61160 . . . . . BN 763

Rauschklirrempfänger RE-5

Eingang

Zulässiger Eingangspegel . . . . . < + 30 dBm
Eingangswiderstand koaxial . . . . . 75 Ω
symmetrisch . . . . . 150 Ω

Erdunsymmetrie des 150-Ω-Eingangs . . . . . ≧ 40 dB

Frequenzbereich

koaxial . . . . . 10 kHz bis 60 MHz
symmetrisch . . . . . 10 bis 600 kHz

Abstimmung auf den Meßkanal . . . . durch den jeweiligen Umsetzereinschub REU

Gleichzeitig einsetzbare Einschübe . . . . . max. 7
(beim Einschubwechsel ist kein Abgleich notwendig)

Meßfrequenzwechsel
Umschalten der vorgewählten Meßfrequenzen
einschließlich der Eichstellung . . . . . manuell, extern oder automatisch

Verweildauer bei automatischem Ablauf, einstellbar . . . . . 0,2 bis 60 s

Relativer Pegel

in Schritten von 0,5 dB einstellbar . . . . . – 50 . . . + 10 dBr

Meßbereiche

bei Instrumentenanzeige »0 dB« bzw. »10 pW«
Relative Geräuschmessung
Signal-Geräusch-Abstand
bei relativen Pegeln + 10 . . . – 40 dBr . . . . . – 70, – 60, . . ., – 10 dBm0p
bzw. 10^2, 10^3, . . ., 10^8 pW0p
bei relativen Pegeln – 40,5 . . . – 50 dBr . . . . . – 60, – 50, . . ., – 10 dBm0p
bzw. 10^3, 10^4, . . ., 10^8 pW0p

Absolute Geräuschmessung
Rauschpegel am Eingang . . . . . – 110, – 100, . . ., 0 dBmp
Rauschleistung am Eingang . . . . . 10^{-2}, 10^{-1}, . . ., 10^9 pWp

Automatische Meßbereichswahl

Selbsttätige Umschaltung der Meßbereiche, wenn die Anzeige die Skalenmarke – 12,5 dB unterschreitet oder + 1 dB überschreitet

Anzeige

Umfang der Instrumentenskala . . . . . – 20 bis + 1 dB bzw. 0,1 bis 14 pW
Die Anzeige gilt nur für Rauschen bezogen auf Z = 75 Ω bei koaxialem bzw. auf Z = 150 Ω bei symmetrischem Betrieb.

Bewertung des angezeigten Eingangspegels
Der Meßwert entspricht bei weißem Rauschen einem Geräusch innerhalb einer Kanalbreite (3,1 kHz), das mit einem CCITT-Ohrkurvenfilter bewertet ist.
Äquivalente Rauschbandbreite . . . . . 1,74 kHz

Fehlergrenzen der Anzeige

Fehlergrenzen bei Vollausschlag für relative und absolute Geräuschpegel, einschließlich des Umsetzereinschubs
für Frequenzen f ≦ 20 MHz . . . . . ± 1 dB
für Frequenzen über 20 bis 60 MHz . . . . . ± 1,2 dB

Relativer Eigenstörausschlag durch den Einfluß von Sender, Sperren und Empfänger
bei rel. Pegeln + 10 . . . – 34 dBr . . . . ≦ – 83 bis – 90 dBm0p bzw. ≦ 5 bis 1 pW0p
+ 10 . . . – 40 dBr . . . . . ≦ – 82 bis – 85 dBm0p bzw. ≦ 6,3 bis 3,2 pW0p
bis – 50 dBr . . . . . ≦ – 73 bis – 75 dBm0p bzw. ≦ 50 bis 32 pW0p

Absoluter Eigenstörausschlag, Empfängereingang mit 75 Ω abgeschlossen
für Frequenzen f ≦ 20 MHz . . . . . ≦ – 126 dBmp bzw. ≦ 2,5 x 10^{-4} pWp
für Frequenzen über 20 bis 60 MHz . . . . . ≦ – 125 dBmp bzw. ≦ 3,2 x 10^{-4} pWp

Schreiberausgang

Leerlaufspannung bei 0 dB Anzeige, einstellbar . . . . . 0 bis + 250 mV
Innenwiderstand . . . . . ≈ 2,5 kΩ
Anstiegs-/Abfallzeitkonstante, umschaltbar . . . . . 5 ms/600 ms oder 1s/1s

Gleichspannungsausgang

Spannungsausgang
Leerlaufspannung bei 0-dB-Anzeige, einstellbar . . . . . 0 bis + 5 V
Innenwiderstand . . . . . < 1 kΩ

Stromausgang
Kurzschlußstrom bei 0-dB-Anzeige, einstellbar . . . . . 0 bis 70 µA
Innenwiderstand . . . . . ≈ 68 kΩ
Anstiegs/Abfall-Zeitkonstante, umschaltbar . . . . . 5 ms/600 ms oder 1 s/1 s

Hörerausgang

Leerlaufspannung U_{eff} bei 0-dB-Anzeige am Instrument . . . . . 210 mV
Innenwiderstand . . . . . 600 Ω

NF-Ausgang

für Meßzwecke, mit hoher zulässiger Übersteuerung
Leerlaufspannung U_{eff} bei 0-dB-Anzeige am Instrument . . . . . 40 mV
Lineare Aussteuerung möglich bis U_{eff} . . . . . 1,2 V
Innenwiderstand . . . . . 10 kΩ

Breitbandempfänger REB-50

Frequenzbereich

Frequenzbereich . . . . . 6 kHz bis 30 MHz

Meßbereiche

(75-Ω-Leistungspegel) bei
Instrumentenausschlag 0 dBm . . . . . – 30, – 20, – 10, 0, + 10 dBm

Skalenbereich des Instruments (lineare Pegelskala) . . . . . – 20 bis + 1 dBm

Bewertung des angezeigten Eingangspegels . . . . . Effektivwert

Zulässiges Verhältnis σ vom Spitzenwert zum Effektivwert
des Eingangspegels für Vollausschlag . . . . . 4 ≙ 12 dB
Der zulässige Wert wächst umgekehrt proportional zum Instrumentenausschlag; bei Instrumentenanzeige – 5 dBm darf der Spitzenwert also das 8fache des Effektivwerts betragen.

Fehler der Pegelanzeige bei Instrumentenausschlag 0 dBm
im Bereich – 30 dBm und einer Frequenz f = 100 kHz . . . . . ± 0,13 dB

Teilungsfehler des Meßbereichsschalters, bezogen
auf – 30 dBm und f = 100 kHz . . . . . ± 0,15 dB

Skalenteilungsfehler, bezogen auf Skalenmarke 0 dBm . . . . . ± 1,5% v. E.
dies entspricht im Bereich + 1 bis – 10 dBm . . . . . ± 0,3 dB

Frequenzgang, bezogen auf f = 100 kHz
im Bereich 10 kHz bis 20 MHz . . . . . ± 0,3 dB
im Bereich 6 kHz bis 30 MHz . . . . . ± 0,5 dB

Eingang

koaxial, als Schleife ausgeführt
Wellenwiderstand der Schleife . . . . . 75 Ω

Einfügungsdämpfung der Schleife bei Abschluß
mit Z = 75 Ω für Frequenzen f ≦ 20 MHz . . . . . ≦ 0,15 dB
für Frequenzen über 20 bis 30 MHz . . . . . ≦ 0,25 dB

Reflexionsdämpfung der Schleife bei Abschluß
mit Z = 75 Ω im Frequenzbereich 10 kHz bis 20 MHz . . . . . ≧ 34 dB
im Frequenzbereich 6 kHz bis 30 MHz . . . . . ≧ 26 dB

Gleichspannungsausgang

Spannungsausgang
Leerlaufspannung bei 0-dBm-Anzeige, einstellbar . . . . . 0 bis + 5 V
Innenwiderstand . . . . . < 1 kΩ

Schreiberausgang

Stromausgang
Kurzschlußstrom bei 0-dBm-Anzeige, einstellbar . . . . . 0 bis 70 µA
Innenwiderstand . . . . . ≈ 68 kΩ

Leerlaufspannung bei 0-dBm-Anzeige, einstellbar . . . . . 0 bis + 250 mV
Innenwiderstand . . . . . ≈ 2,5 kΩ

Breitbandpegelmesser REB-56

Frequenzbereich . . . . . 6 kHz bis 60 (100) MHz
Meßumfang . . . . . – 55 bis +11 dBm
Weitere Daten sind dem Datenblatt REB-56 zu entnehmen.

Allgemeine Daten des gesamten Meßplatzes

Umgebungstemperatur

Transport und Lagerung . . . . . – 25 bis + 60 °C
Betriebsgrenzbereich . . . . . 0 bis + 45 °C
Nenngebrauchsbereich . . . . . + 10 bis + 35 °C

Stromversorgung

Nenngebrauchsbereiche der Netzspannung . 110 / 117 / 127 / 220 / 227 / 235 V ± 10 %
Nenngebrauchsbereich der Netzfrequenz . . . . . 45 bis 66 Hz

Leistungsaufnahme
Rauschpegelsender RS-5 . . . . . 60 VA
Rauschklirrempfänger RE-5 mit 7 Umsetzereinschüben REU- . . . . . 45 VA
Breitbandempfänger REB-50 . . . . . 25 VA
Dämpfungsausgleicher RSAD-5 . . . . . 7 VA

Abmessungen und Gewicht

(Zusammenbau der verschiedenen Geräte und Einbau in 19"-Gestelle entsprechend DIN 41494 möglich)

	b x h x t in mm	Gewicht
Rauschpegelsender RS-5, ohne Bandbegrenzungsfilter . .	478 x 199 x 407	14 kg
Rauschklirrempfänger RE-5, ohne Umsetzereinschübe . . .	478 x 244 x 407	20 kg
Breitbandempfänger REB-50	478 x 110 x 407	7,5 kg
Aufbewahrungskasten RSA-5 (für max. 5 RSS bzw. RSB) .	478 x 110 x 407	5 kg
Aufbewahrungskasten mit Dämpfungsausgleich RSAD-5, (für max. 4 RSS bzw. RSB)	478 x 110 x 407	7 kg
Aufbewahrungskasten RSK-5	478 x 199 x 407	7 kg
Bandbegrenzungsfilter RSB-		ca. 0,7 kg
Umsetzereinschübe REU-		ca. 0,9 kg
Rauschsendertiefpaß RST-5000		0,5 kg
Bandsperren RSS- . . .; Pilotsperren RSP		ca. 0,7 kg
Bandsperren RSS- . . . mit doppelter Frontplattenbreite		ca. 1,6 kg

Anschlußbuchsen der Geräte

Senderausgang und Empfängereingang
symmetrisch, 150 Ω . . . . . 3polige TF-Buchse

Senderausgang, Empfängereingang, Durchgangsschleife des REB-50 und Ein- und Ausgang des Dämpfungsausgleichers RSAD-5
koaxial, 75 Ω . . . . . Universalbuchse Versacon® 9

Zur Universalbuchse lieferbare Übergangsstücke . . . . . Versacon® 9 – 1,6/5,6
Versacon® 9 – 2,5/6
Versacon® 9 – BNC

Bandsperren und Bandsperrfilter-Anschlußbuchsen am Sender RS-5
koaxial, 75 Ω . . . . . Universalbuchse mit Übergangsstücken Versacon® 9 – 2,5/6

Zubehör

Tastkopf TK-9

für hochohmige Messungen an koaxialen Systemen, Z = 75 Ω
Frequenzbereich . . . . . 50 kHz bis 15 MHz

Entkopplungsübertrager REÜ-4

für hochohmige Messungen an symmetrischen Systemen, Z = 150 Ω
Frequenzbereich . . . . . 10 bis 600 kHz
Weitere Kennwerte können dem Datenblatt Meßzubehör entnommen werden.

Pre- und Deemphase-Netzwerke

Wellenwiderstand der Netzwerke . . . . . 75 Ω, koaxial
Anschlüsse der Ein- und Ausgänge . . . . . Universalbuchse mit Übergangsstücken Versacon® 9 – BNC

Netzwerke für Trägerfrequenzsysteme (Rec. CCIR 275-2)

TF-System Kanalzahl	f_{max} kHz	f_n kHz	a_E dB	Bestellnummern Preemphase	Deemphase
24	108	65,7	9	BN 445/5	BN 446/5
60	300	182	9	BN 445/6	BN 446/6
120	552	336	9	BN 445/7	BN 446/7
300	1300	790	9	BN 445/8	BN 446/8
600	2660	1620	9	BN 445/9	BN 446/9
960	4188	2550	9	BN 445/10	BN 446/10
1260	5636	3430	9	BN 445/11	BN 446/11
1800	8204	4990	9	BN 445/12	BN 446/12
2700	12388	7532	9	BN 445/13	BN 446/13

f_{max}: höchste Übertragungsfrequenz des entsprechenden Systems
f_n: $0{,}608 \cdot f_{max}$; neutrale Frequenz, bei der der Frequenzhub des frequenzmodulierten Systems ohne und mit Preemphase-Netzwerk unverändert bleibt, bei Ausgleich der Einfügungsdämpfung a_{EP} bei f_n
a_E: Einfügungsdämpfung ($a_E = a_{EP} + a_{ED}$)

Einfügungsdämpfung bei der neutralen Frequenz f_n Preemphase $a_{EP} = 5{,}06$ dB ± 0,13 dB
Deemphase $a_{ED} = 3{,}92$ dB ± 0,13 dB

Fehlergrenzen der Einfügungsdämpfung in Abhängigkeit von der Frequenz . . . . . ± $(0{,}1 + 0{,}05\, f/f_{max})$ dB

Netzwerke für Fernsehsysteme (Rec. CCIR 405-1)

TV-System Zeilenzahl	f_c kHz	f_n kHz	a_E dB	a_{EP} dB bei f_n	a_{ED} dB bei f_n	Bestellnummern Preemphase	Deemphase
405[1])	3000	853	14	2	12	BN 445/1	BN 446/1
525	4000	761,6	13,4	3,4	10	BN 445/2	BN 446/2
625	5000	1512	14	3	11	BN 445/3	BN 446/3
819	10000	1402	14	7	7	BN 445/4	BN 446/4

1) entspricht CCIR-Empfehlung Nr. 405, Oslo 1966

f_c: höchste Übertragungsfrequenz des Videobandes
f_n: neutrale Frequenz
a_E: Einfügungsdämpfung ($a_E = a_{EP} + a_{ED}$)

Fehlergrenzen der Einfügungsdämpfung in Abhängigkeit von der Frequenz . . . . . ± $(0{,}1 + 0{,}05\, f/f_c)$ dB

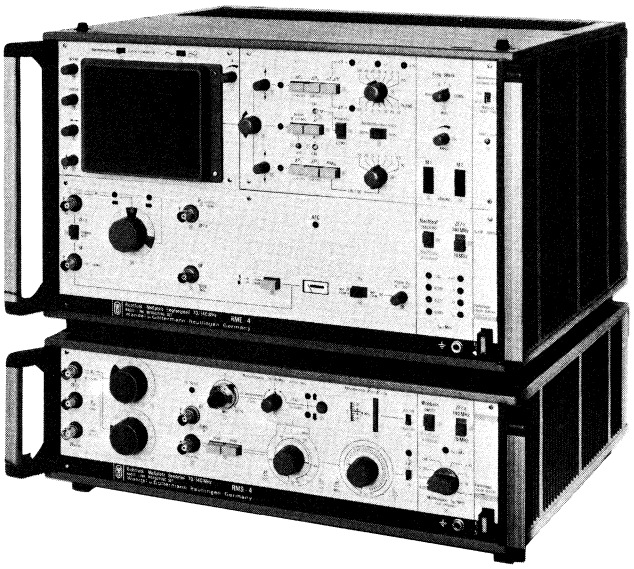
Bestellangaben

Rauschpegelsender RS-5	BN 415/1
Rauschklirrempfänger RE-5	BN 396/1
Breitbandempfänger REB-50	BN 405/1
Breitbandpegelmesser REB-56	BN 839
Aufbewahrungskasten RSA-5	BN 412
Aufbewahrungskasten mit Dämpfungsausgleich RSAD-5	BN 629
Aufbewahrungskasten RSK-5, je nach Ausführung	BN 428/0 oder 428/1
Filter, Sperren und Umsetzereinschübe	siehe entsprechende Tabellen
Pre- und Deemphase-Netzwerke	siehe entsprechende Tabellen
Tastkopf TK-9	BN 265/0
Entkopplungsübertrager REÜ-4, Eingang 3 Lötstifte	BN 464/1
Eingang 3polige TF-Buchse	BN 464/2
Anschlußübertrager REÜ-56	BN 839/00.01
REÜ-50	BN 839/00.02
Geräusch-Diagramm-Block (50 Blatt)	4/826

Vorläufiges Datenblatt

RM-4
Richtfunk-Meßplatz 70/140 MHz

für alle wichtigen Messungen an Richtfunk- und Satellitensystemen mit der Zwischenfrequenz 70 oder 140 MHz



- **Einfache Bedienbarkeit**
- **ZF-Umschaltung 70/140 MHz bietet größere und zukunftssichere Einsatzmöglichkeiten bei der Entwicklung, Prüfung, Inbetriebnahme und Wartung von FM-Richtfunk- und Satellitensystemen und einzelnen Baugruppen**
- **Messung von Steilheits- und Gruppenlaufzeitverzerrungen bzw. differentieller Verstärkung und Phase in der Basisband (BF)- und Zwischenfrequenz (ZF)-Ebene und zwischen beiden Ebenen, von ZF-Frequenzgang, ZF-Reflexionsdämpfung, ZF-Pegel, ZF-Effektiv- und -Spitzenhub**
- **Zusätzliche Rauschklirr- und Modulationsfrequenzgang-Messungen mit der Breitbandausführung des Meßplatzes**
- **Spektrumanalyse („Besseln") zum Einstellen von Modulator- und Demodulatorsteilheiten**
- **Bei Streckenmessungen: Sprechbetrieb über Strecke, Rückübertragung, BF-Ergebnisse ohne Phasenunsicherheit durch Impulseinblendung, automatische Meßfrequenzerkennung**

Anwendung und Eigenschaften

Die schrittweise Einführung von 2700-Kanal-Richtfunksystemen mit einer Zwischenfrequenz (ZF) von 140 MHz verlangt eine Anpassung der bekannten Linearitätsmeßgeräte an die neue ZF. Jedoch werden auf lange Zeit bei den Herstellern und auf den Richtfunkstationen Systeme mit den Zwischenfrequenzen 70 MHz und 140 MHz nebeneinander vorkommen. Der Richtfunk-Meßplatz RM-4 berücksichtigt diesen Umstand, denn er ist gleichermaßen für alle vorkommenden Messungen an Systemen mit den Zwischenfrequenzen 70 MHz und 140 MHz geeignet.
Zur Durchführung von Linearitätsmessungen hoher Genauigkeit in der ZF-Ebene verwendet er sendeseitig das Prinzip der Doppelmodulation und empfangsseitig das der Nachlaufdemodulation.

Rauschklirrmessungen in der ZF-Ebene und Modulationsfrequenzgang-Messungen, die eine Breitbandmodulation und -demodulation der Signale erfordern, sind zusätzlich in der Ausführung des Meßplatzes mit Breitbandteil möglich. Eine besondere Anwendung dieser Meßplatzausführung ist der zeitweise Einsatz als System-Modulator oder -Demodulator.
Hervorzuheben am Meßplatz RM-4 ist die Möglichkeit, gleichzeitig zwei Wobbelmeßergebnisse auf dem Sichtgerät mit stetig gegeneinander verstellbarer Helligkeit darstellen zu können, und zwar nicht nur Linearitätsmeßergebnisse sondern auch ZF-Frequenzgänge von Pegel und Reflexionsdämpfung. Welche zwei Meßergebnisse dabei miteinander kombiniert werden, ist über ein Drucktastenfeld frei wählbar.

Auch für die ZF-Pegel- und -Effektivhubanzeige wird das Sichtgerät verwendet.
Ein als Option in das Empfangsteil eingebauter Schreibzusatz erlaubt die geschlossene Protokollierung der dynamischen Meßergebnisse.
Streckenmessungen werden durch die automatische Abstimmung des Empfangsteils auf die jeweils eingestellte Meßfrequenz vereinfacht.

Alle BF/ZF-Ein- und -Ausgänge an Sende- und Empfangsteil sind mit koaxialen 75-Ω-Universalbuchsen Versacon® 9 ausgerüstet, in die Übergangsstücke auf das gewünschte Anschlußsystem, z. B. BNC, eingeschraubt werden.

Weitere typische Merkmale des Meßplatzes gehen aus der Kurzbeschreibung der technischen Einzelheiten von Sende- und Empfangsteil hervor.

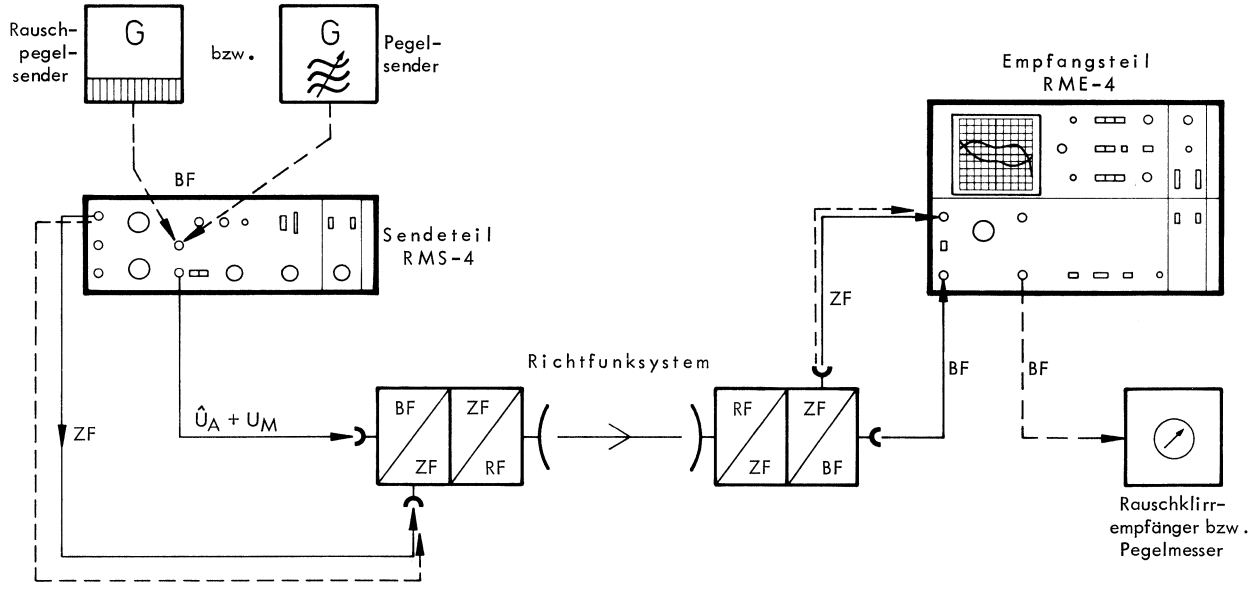
Technische Einzelheiten

Sendeteil RMS-4

- 7 Meßfrequenzen fest eingebaut: 2 Frequenzreihen wählbar (Werte siehe Technische Daten)
- Farbträgerfrequenz 3,58 oder 4,43 MHz zusätzlich möglich
- Meßspannung U_M zwischen 0 und 500 mV einstellbar (Effektivwert)
- Meßsignal auch extern zuführbar im Frequenzbereich 80 kHz bis 12 MHz
- Umschaltbare Ablenkfrequenzen 18 und 70 Hz (Sinus) oder alternativ auf Wunsch andere Frequenzen (max. 2) zwischen 18 und 100 Hz (Sinus)
- Ablenkspannung $\hat{U}_A$ einstellbar zwischen 0 und 5 V (Spitzenwert)
- Externe Zuführung eines sinusförmigen Ablenksignals im Frequenzbereich 18 bis 100 Hz
- Testsignal am Ausgang $\hat{U}_A + U_M$ um 2 x 20 dB teilbar
- Erzeugung eines Impulses zur Erkennung der Phasenlage von BF-Linearitätsmeßergebnissen im Empfänger.
- BF-Eingang für Rauschklirr- und Modulationsfrequenzgangmessungen (bei Breitbandausführung)
- ZF-Umschaltung 70/140 MHz mit Eichmöglichkeit auf die Mittenfrequenzen 70/140 MHz
- Abtastbereichsgrenzen stetig einstellbar zwischen ± 3 und ± 25 bzw. ± 30 MHz je nach ZF
- Stetige Verschiebung der ZF-Mittenfrequenz um ± 25 bzw. ± 50 MHz je nach ZF; Kontrollmöglichkeit mit Frequenzzähler über spezielle ZF-Ausgänge
- ZF-Pegelbereich einstellbar von −50 bis +10 dBm
- Quarzgenaues 70/140-MHz-Signal mit hoher spektraler Reinheit und einem Pegel von +5 dBm (quiet tone) als Option

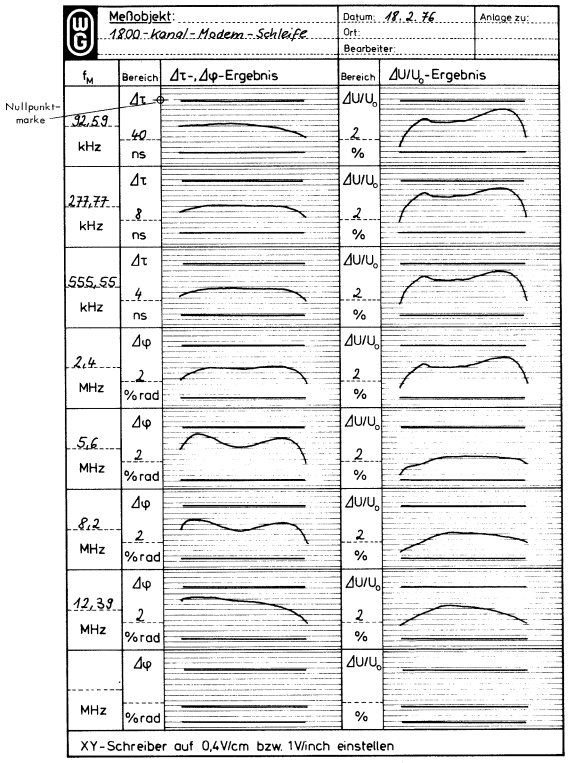
Empfangsteil RME-4

- Automatische Abstimmung des BF-Empfangsteils auf die jeweilige Meßfrequenz, Anzeige über Leuchtdioden
- Zulässiger BF-Eingangspegelbereich −50 bis −10 dBm
- Zulässiger Pegelbereich für Linearitäts- und Frequenzgangmessungen in der ZF-Ebene −20 bis +10 dBm
- Bei Breitbanddemodulation beträgt der ZF-Eingangspegelbereich −10 bis +10 dBm



Einsatzmöglichkeiten des Meßplatzes RM-4 bei Streckenmessungen

- Zweiter ZF-Eingang für Reflexionsdämpfungsmessungen, Pegelbereich −50 bis −10 dBm
- BF-Ausgangsbuchse zum Anschluß eines Rauschklirrempfängers oder Pegelmessers
- Gewinnung der X-Ablenkspannung für das Sichtgerät aus dem ZF- oder BF-Signal
- Größe des Bildschirms (b x h): 83 mm x 75 mm
- Linearitätsmeßergebnisse werden als $\Delta U/U_0$ in % oder $\Delta\varphi$ in % rad dargestellt
- Bei den 3 niedrigsten Meßfrequenzen erscheint das $\Delta\varphi$-Ergebnis direkt als Laufzeitschwankung $\Delta\tau$ in ns
- Meßbandbreite umschaltbar zwischen 300 Hz und 6 kHz
- Gleichzeitige Darstellung zweier Meßergebnisse auf dem Bildschirm, auch der ZF-Frequenzgänge von Pegel und Reflexionsdämpfung
- Darstellung des ZF-Pegel- und -Effektivhubmeßergebnisses ebenfalls auf dem Bildschirm
- Bessel-Methode zur Eichung des Sichtgeräts für die ZF-Effektivhubmessung
- Helligkeit der Ergebnisse stetig gegeneinander verstellbar, ebenfalls die Lage auf dem Schirm in vertikaler Richtung
- Eichlinienpaar für den eingestellten Meßbereich
- Quarzfrequenzmarkenraster mit 2 oder 5 MHz Abstand in die Wobbelmeßergebnisse oder das Eichlinienpaar einblendbar
- 2 stetig verstellbare Einzelfrequenzmarken, Verschiebebereich ist die gesamte Bildbreite
- Protokollierung der dynamischen Meßergebnisse mittels XY-Schreiber (als Option).



Meßergebnis-Protokoll (Original DIN A 4), aufgezeichnet mit einem XY-Schreiber

Vorläufige technische Daten des Richtfunk-Meßplatzes RM-4

Linearitätsmessungen

in der BF- und ZF-Ebene und zwischen beiden Ebenen

Meßbereiche
Steilheitsverzerrungen bzw. differentielle Verstärkung $\Delta U/U_0$ . . . . . 0 bis 50 %
(max. Empfindlichkeit: 0,05%/Bildschirm-Rasterteil)

Gruppenlaufzeitverzerrungen $\Delta\tau$ . . . . . .0 bis 1000 ns
(max. Empfindlichkeit: 0,1 ns/Bildschirm-Rasterteil bei 500 bzw. 555,556 kHz)

Differentielle Phase $\Delta\varphi$ . . . . . 0 bis 50 % rad
(max. Empfindlichkeit: 0,05% rad/Bildschirm-Rasterteil ab 2,4 MHz)

Meßfrequenzen f_M
fest eingebaut: Reihe I . . . . 92,593; 277,778; 555,556 kHz; 2,4; 5,6; 8,2; 12,39 MHz
oder Reihe II . . . . . 83,3; 250; 500 kHz; 2,4; 5,6; 8,2; 12,39 MHz
zusätzlich als Option . . . . . Farbträgerfrequenz 3,58 oder 4,43 MHz
extern . . . . . .80 kHz bis 12 MHz

Wobbel- oder Ablenkfrequenz f_A, sinusförmig, umschaltbar
eingebaut . . . . . .18 und 70 Hz
alternativ . . . . . max. 2 Frequenzen im Bereich 18 bis 100 Hz
extern . . . . . .18 bis 100 Hz

ZF-Mittenfrequenz, umschaltbar . . . . . 70 MHz/140 MHz

Abtastbereichsgrenzen $\hat{\Delta}F + f_M$ stetig einstellbar
Bereiche, je nach ZF . . . . . ± 3 bis ± 25/± 30 MHz

Stetige Verschiebung der ZF-Mittenfrequenz im Bereich . 70 ± 25 MHz/140 ± 50 MHz

Max. Eigenverzerrungen (Spitze-Spitze) bei Kurzschluß zwischen Sender und Empfänger

in der BF-Ebene

$\Delta U/U_o$, $\Delta\varphi$, $\Delta\tau$ . . . . . vernachlässigbar gegenüber Eigenrauschen

in der ZF-Ebene

ZF	Abtast-bereich	$f_M \leqq 1$ MHz		$f_M > 1$ MHz	
		$\Delta U/U_0$	$\Delta\tau$ bei 500 bzw. 556 kHz	$\Delta U/U_o$	$\Delta\varphi$
70 MHz	± 12 MHz	0,1 %	0,4 ns	0,2 %	0,5 % rad
	± 25 MHz	0,3 %	1 ns	0,4 %	1 % rad
140 MHz	± 18 MHz	0,1 %	0,3 ns	0,2 %	0,5 % rad
	± 30 MHz	0,3 %	0,8 ns	0,4 %	1 % rad

Eigenrauschen[1] bei Kurzschluß zwischen Sender und Empfänger

in der BF-Ebene

	$\Delta U/U_o$ $\Delta\varphi$/rad	$\Delta\tau$ (bei 500 bzw. 556 kHz)
Bei Vollausschlag des Pegelindikators (−30, −10 dBm)	≦ 0,1 %	≦ 0,3 ns
Bei Minimalausschlag des Pegelindik. (−50, −30 dBm)	≦ 0,2 %	≦ 0,6 ns

in der ZF-Ebene

	$\Delta U/U_o$ $\Delta\varphi$/rad	$\Delta\tau$ (bei 500 bzw. 556 kHz)
Empfangspegel P_I = 0 dBm im Bereich 0 dBm; Meßhub ≧ 200 kHz für $f_M \leqq 1$ MHz bzw. ≧ 300 kHz für $f_M > 1$ MHz	≦ 0,2 %	≦ 0,6 ns
Im gesamten Empfangspegelbereich, Meßhub = 500 kHz	≦ 0,2 %	≦ 0,6 ns

ZF-Frequenzgangmessungen

Meßbereiche

Sendepegelbereich . . . . . −50 bis +10 dBm

Betriebsart ΔP_I zur Messung von Dämpfungsverzerrungen:
Pegelbereich am Eingang P_I des Empfängers . . . . . −20 bis +10 dBm
Anzeigebereiche am Bildschirm (0,2 dB/Rasterteil) . . . . . ± 1 dB
(0,05 dB/Rasterteil) . . . . . ± 0,25 dB
Betriebsart ΔP_{II} zur Messung großer Dämpfungsunterschiede:
Pegelbereich am Eingang P_{II} des Empfängers . . . . . −50 bis −10 dBm
Pegellinearer Anzeigebereich am Bildschirm (5 dB/Rasterteil) . . . . . 40 dB

Max. Eigenfrequenzgang bei Kurzschluß zw. Sender u. Empfänger bez. auf einen mittl. Wert

	70 ± 25 MHz	140 ± 50 MHz
Betriebsart ΔP_I		
Eingangspegel +5 dBm	± 0,05 dB	± 0,1 dB
Eingangspegel −20 bis +10 dBm	± 0,1 dB	± 0,2 dB
Betriebsart ΔP_{II} Eingangspegel −10 bis −50 dBm	± 0,2 dB	± 0,4 dB

ZF-Reflexions-dämpfungsmessung (a_r)

mittels Reflexionsdämpfungs-Meßbrücke (als Zubehör lieferbar)

Wellenwiderstand . . . . . 75 Ω
Meßanschluß (Stecker) . . . . . Universalbuchse Versacon® 9

Meßbereiche
Frequenzbereiche der a_r-Messung . . . . . 45 bis 95/90 bis 190 MHz
a_r-Meßbereich und Bildschirm-Skala (5 dB/Rasterteil) . . . . . 0 bis 40 dB

ZF-Pegel- und -Effektivhubmessung

Gleichzeitige Ergebnisdarstellung durch Linienkreuz auf Bildschirm bei Betriebsart $P_I/\Delta f$.

Meßbereiche
Pegel am Eingang P_I (3 Teilbereiche zu 10 dB ≙ 1 dB/Rasterteil) . . . −20 bis +10 dBm

Effektivhub am Eingang P_I (2 Teilbereiche) . . . . . 50 bis 500 kHz
(BF-Frequenzbereich 80 kHz bis 12 MHz) 250 kHz bis 2,5 MHz

1) Breite der verrauschten Ergebnisanzeige, definiert als vierfacher Effektivwert bei einer Meßbandbreite von 6 kHz.

Spektraldarstellung

auf dem Bildschirm (Besselmethode)

Der bei den Meßfrequenzen 250 oder 277,778 kHz im Falle von Trägerunterdrückung entstehende Effektivhub 425,1 bzw. 472,4 kHz ist auch zur Eichung des Effektivhubmessers geeignet. Auf dem Bildschirm befindet sich eine entsprechende Marke ▽

ZF-Spitzenhubmessung

Möglich durch einblendbare Frequenzmarken bei der Darstellung der Wobbelmeßergebnisse auf dem Bildschirm.

Breitbandmessungen

zusätzlich möglich in der Meßplatzausführung mit Breitbandteil

ZF-Pegelbereich . . . . . −10 bis +10 dBm

Systembandbreiten nach CCIR-Rec. 401-1
zulässige Kanalzahl für 70 MHz Mittenfrequenz 1800
zulässige Kanalzahl für 140 MHz Mittenfrequenz 2700

Übertragung von TV-Signalen bei 70/140 MHz . . . . . möglich

Dachschräge bei 50-Hz-Rechteckmodulation . . . . . ≦ 1 %

Rauschklirrmessungen

Grund- und Intermodulationsgeräusch unter CCIR-Bedingungen
im Umgebungstemperaturbereich +15 ... +30 °C

Mittenfrequenz/Kanalzahl	70 MHz/1800 K	140 MHz/2700 K
Grundgeräusch	≦ 20 pW0p	≦ 30 pW0p
Grund- und Intermodulationsgeräusch bei Nennlast	≦ 40 pW0p	≦ 50 pW0p
Grund- und Intermodulationsgeräusch bei 3 dB Überlast	≦ 60 pW0p	≦ 80 pW0p
Grund- und Intermodulationsgeräusch bei 6 dB Überlast, typ. Werte	100 pW0p	120 pW0p

Modulationsfrequenzgang-Messungen
(frequenzabhängige Dämpfungsverzerrungen im Basisband)

Modulationsfrequenzgang BF-ZF-ZF-BF bei Kurzschlußverbindung von
Sender und Empfänger, bezogen auf 277 kHz (typ. Werte)

50 Hz bis 8 MHz . . . . . ± 0,2 dB
50 Hz bis 10 MHz bei 70 MHz Mittenfrequenz . . . . . ± 0,5 dB
50 Hz bis 13,6 MHz bei 140 MHz Mittenfrequenz . . . . . ± 0,5 dB

Allgemeine Daten

Umgebungstemperatur
Nenngebrauchsbereich (≙ Grenzbetriebsbereich)

	RM-4 mit Breitbandteil	RM-4 ohne Breitbandteil
bis 1000 m über NN	0 bis +40 °C	0 bis +50 °C
bis 4300 m über NN	0 bis +30 °C	0 bis +40 °C

Lagerung und Transport . . . . . −40 bis +70 °C

Stromversorgung

Netzspannung, wahlweise . . . . . 110/117/127/220/227/237 V
Netzfrequenz . . . . . 47,5 bis 63 Hz
Schutzklasse
Die Geräte des Meßplatzes entsprechen Schutzklasse I nach VDE 0411

	Leistungsaufnahme	Abmessungen[1] (b x h x t in mm)	Gewicht
Sendeteil RMS-4	80 VA	478 x 155 x 420	ca. 13 kg
Empfangsteil RME-4	130 VA	478 x 288 x 420	ca. 22 kg

1) Die Geräte sind für den Einbau in 19''-Gestelle umrüstbar.

Bestellangaben

Grundausführungen

Richtfunk-Meßplatz		mit Breitbandteil	ohne Breitbandteil
mit Meßfrequenzreihe I (vgl. Technische Daten)	Sendeteil RMS-4 Empfangsteil RME-4	BN 696/01.00 BN 697/01.00	BN 696/01.00 BN 697/03.00
mit Meßfrequenzreihe II (vgl. Technische Daten)	Sendeteil RMS-4 Empfangsteil RME-4	BN 696/02.00 BN 697/02.00	BN 696/02.00 BN 697/04.00

Hinweise zur Bestellung:
Sende- und Empfangsteil sind immer paarweise aus einer Gruppe zu bestellen; z. B. Richtfunk-Meßplatz RM-4 mit Meßfrequenzreihe I und Breitbandteil: BN 696/01.00 + BN 697/01.00

Bei den Meßfrequenzreihen I und II ist es möglich, auf Wunsch Werte über 2 MHz durch beliebige Werte im Bereich 2 bis 12 MHz zu ersetzen. Die gewünschten Werte sind bei der Bestellung anzugeben. Der Frequenzwechsel erfolgt gegen Aufpreis.

Werden von 18 und 70 Hz abweichende Ablenkfrequenzen im Bereich 18 bis 100 Hz gewünscht (vorzugsweise 46, 50, 60, 81 oder 100 Hz), ist das bei der Bestellung anzugeben. Der Frequenzwechsel erfolgt ohne Aufpreis.

Zusatzeinrichtungen zum festen Einbau in den Meßplatz (gegen Aufpreis)

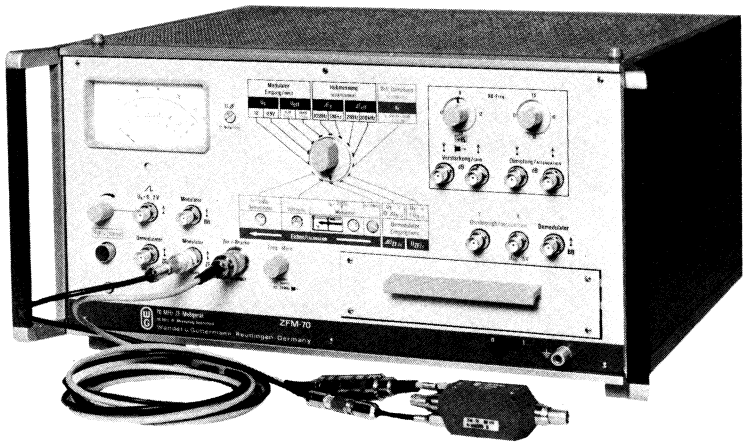
Zusatzeinrichtungen	Einbau in	Bestellnummer
ZF-Verschiebung mit hoher Auflösung	Sendeteil RMS-4	BN 696/00.01
Schreibzusatz mit Schreiberanschlußkabel	Empfangsteil RME-4	BN 697/00.01
Farbträgerfrequenz M/NTSC 3,579545 MHz	Sendeteil RMS-4 Empfangsteil RME-4	BN 696/00.02 BN 697/00.02
Farbträgerfrequenz B, G, H, I/PAL 4,433619 MHz	Sendeteil RMS-4 Empfangsteil RME-4	BN 696/00.03 BN 697/00.03
Farbträgerfrequenz M/NTSC 3,580 MHz	Sendeteil RMS-4 Empfangsteil RME-4	BN 696/00.05 BN 697/00.05
Farbträgerfrequenz B, G, H, I/PAL 4,430 MHz	Sendeteil RMS-4 Empfangsteil RME-4	BN 696/00.06 BN 697/00.06
70- und 140-MHz-Eichgenerator (quiet tone)	Sendeteil RMS-4	BN 696/00.04

Bewegliches Zubehör (gegen Aufpreis)

Zubehör		Bestellnummer
ZF-Reflexionsmeßbrücke RFZ-4 mit zwei Kabeln		BN 697/00.04
Sprechgeschirr		BN 419/10
Pre- und Deemphase Netzwerke für alle üblichen TF- und TV-Systeme		Kanal- oder Zeilenzahl angeben
Gerätekoffer	Sendeteil RMS-4 Empfangsteil RME-4 Zubehörkoffer	BN 626/9 BN 626/12 BN 626/13

ZFM-70
70-MHz-ZF-Meßgerät

für Messungen an Richtfunk-ZF-Geräten und -Systemen im 70-MHz-Bereich



- **Für Breitbandsysteme mit Basisbandfrequenzen bis 12 MHz**
- **Eigenschaften eines echten Betriebsmeßgeräts – Verwendbarkeit als Wobbelsender, Hubmesser, ZF-Voltmeter und Reflexionsdämpfungsmeßgerät**
- **Qualitätsmessungen in der ZF-Ebene in Verbindung mit den Verzerrungsmeßgeräten VZM-2 und VZM-3**
- **Echter Breitband-Modem ermöglicht Rauschklirrmessungen (z. B. mit RK-5 oder RK-50)**
- **Anpassung an vorgegebene Systempegel durch einstellbare Dämpfungen und Verstärkungen von – 12 bis + 30 dB im Basisband**
- **Dienstkanaleinrichtung für Streckenmessungen**
- **Pre- und Deemphase-Netzwerke als Wahlzubehör**

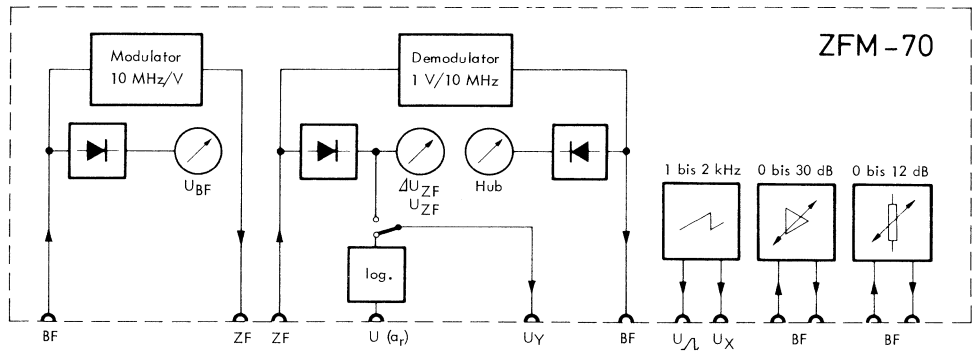
Anwendung und Eigenschaften

Bei Vielkanal-FM-Richtfunksystemen muß das komplexe Übertragungsmaß innerhalb eines sehr breiten Frequenzbandes weitgehend unabhängig von der Aussteuerung sein, damit in allen Kanälen eine von Verzerrungen und Nebensprechen freie Übertragung gewährleistet ist.
Die Verzerrungsmeßgeräte VZM-2 und VZM-3 sowie die Rauschklirrmeßplätze RK-5 und RK-50 sind speziell für Messungen dieser Art vorgesehen. Sie senden und empfangen bei Basisbandfrequenzen. Das Gerät ZFM-70 dient dagegen zur Messung und zum Abgleich in der ZF-Ebene von Breitbandsystemen mit Basisbandfrequenzen bis 12 MHz. Wegen seiner vielseitigen Einsatzmöglichkeiten erfüllt es die Eigenschaften eines echten Betriebsmeßgeräts.

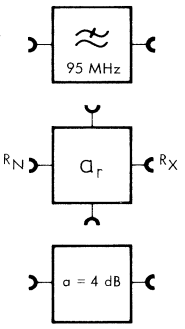
Die beiden wichtigsten Bausteine des Meßgeräts sind der rauscharme Breitbandmodulator und -demodulator für eine Mittenfrequenz von 70 MHz. Da die Aussteuerung im ZF-Weg bekannt sein muß, besitzen beide Bausteine definierte Steilheiten von 10 MHz/V bzw. 1 V/10 MHz. Damit kann leicht von der Amplitude im Basisband auf den Hub im ZF-Band und umgekehrt umgerechnet werden.

Neben Modulator und Demodulator (Modem) enthält das Gerät einen Spannungsmesser zur Anzeige des Spitzen- oder des Effektivwerts im Basisbandfrequenzbereich von 50 Hz bis 12 MHz. Weiterhin lassen sich mit einem Frequenzhubmesser Spitzenhübe bis 14 MHz messen. Die Effektivwertanzeige des Frequenzhubs ist bis 2,8 MHz möglich.

Eine Reflexionsfaktormeßbrücke erlaubt Messungen der Reflexionsdämpfung in der ZF-Ebene im Bereich 20 bis 40 dB. Mit Hilfe des eingebauten 1-kHz-Sägezahngenerators läßt sich die Frequenz des Modulators linear ändern. Damit kann die Reflexionsdämpfung in Abhängigkeit von der Frequenz auf einem Oszillografen dargestellt werden. Auf die gleiche Weise ist es möglich, den Frequenzgang der ZF-Spannung zu betrachten. Der Sägezahngenerator liefert in beiden Fällen die X-Ablenkspannung für den Oszillografen. Symmetrisch zur Mittenfrequenz 70 MHz lassen sich zwei Frequenzmarken in das Wobbelbild einblenden. Der Markenabstand ist zwischen 1 und 14 MHz bzw. 2 und 28 MHz kontinuierlich veränderbar. Die Lage der Marken wird gleichzeitig am Meßinstrument des Geräts angezeigt.
Weitere Möglichkeiten bietet das Gerät im Basisfrequenzbereich. Zwei geräteinterne (fernsehtüchtige) Bausteine mit stetig einstellbarer Verstärkung (0 bis 30 dB) bzw. Dämpfung (0 bis 12 dB) gestatten die Pegelanpassung zwischen ZFM-70

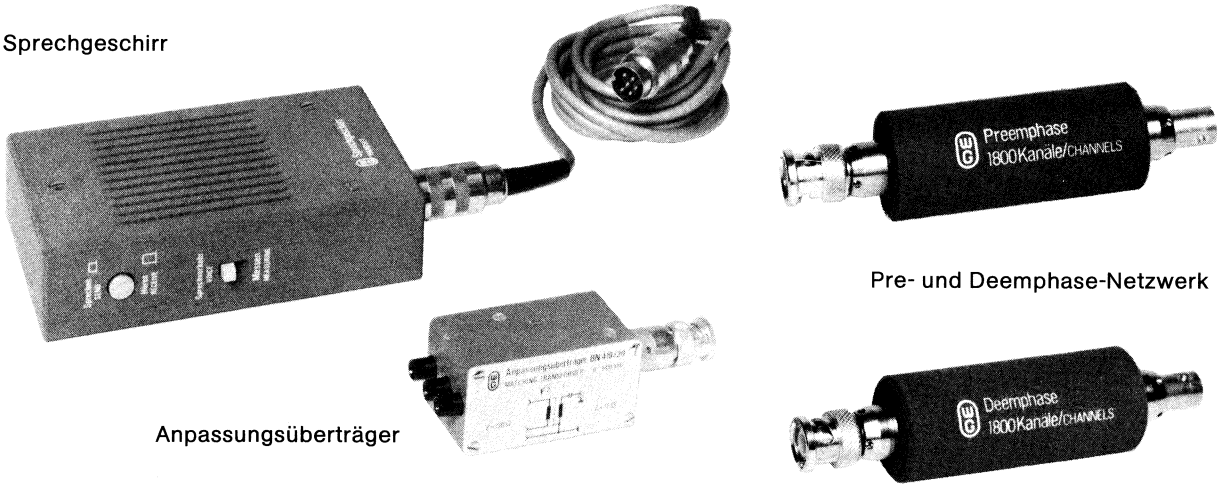


Vereinfachtes Blockschaltbild des ZF-Meßgeräts ZFM-70



Meßzubehör

und der zu untersuchenden Anlage oder auch innerhalb einer Anlage oder irgendwelcher Zusatzgeräte.
Zur Nachbildung von Frequenzgängen im Basisband können auf Wunsch alle gebräuchlichen Pre- und Deemphase-Netzwerke – entsprechend den CCIR-Empfehlungen 275-2 und 405-1 – als Zubehör geliefert werden. Wenn der Prüfling zwischen Modulator und Demodulator weniger als 2 dB Dämpfung aufweist, ist das als Aufsteckteiler ausgeführte 4-dB-Dämpfungsglied erforderlich, damit die Demodulator-Eingangsspannung im zulässigen Bereich liegt.
Ein Sprechgeschirr zum Aufbau eines Dienstkanals während der Meßarbeiten an Richtfunkstrecken ist ebenfalls erhältlich.
Für die Aufbewahrung des Zubehörs befindet sich im Gerät ein entsprechendes Schubfach. Das Meßgerät ist als Tischmodell oder als Einschub für 19"-Gestelle lieferbar.



Wahlzubehör zum Meßgerät ZFM-70

Technische Daten des ZF-Meßgeräts — ZFM-70

Alle wesentlichen Geräteeigenschaften sind durch garantierte Toleranz- und Grenzwertangaben und nicht durch typische Werte gekennzeichnet. Sie gelten nicht nur bei Auslieferung, sondern mindestens für die gesamte Garantiezeit.

Modulator

Mittenfrequenz nach Eichung . . . . . 70 MHz ± 75 kHz

Ausgangsspannung an 75 Ω Last . . . . . 500 mV ± 50 mV
bei Wobbelbetrieb . . . . . 500 mV $^{0\ mV}_{-100\ mV}$

Modulationsfrequenzbereich
bei einer max. Übertragungsbandbreite von ± 14 MHz . . . . . 50 Hz bis 12 MHz

Maximale Übertragungsbandbreite des Wobbelsignals . . . . . ± 20 MHz

Klirrdämpfung (a_{k2}, a_{k3}) des Ausgangssignals im Bereich 56 bis 84 MHz . . . ≧ 30 dB

Modulationssteilheit S nach Eichung
für eine Modulationsfrequenz von 50 Hz bis 100 kHz . . . . . 10 $\frac{MHz}{V}$ ± 2 %

Steilheitsschwankung ⊿ S/S, bez. auf einen mittl. Wert, für alle Meßfrequenzen
bei ± 8 MHz Abtastgrenze . . . . . ≦ 0,7%
bei ± 12 MHz Abtastgrenze . . . . . ≦ 1%
bei ± 14 MHz Abtastgrenze . . . . . ca. 1,2%

Phasenschwankung ⊿φ, bez. auf einen mittl. Wert, für alle Meßfrequenzen
bei ± 8 MHz Abtastgrenze . . . . . ≦ 0,7% rad
bei ± 12 MHz Abtastgrenze . . . . . ≦ 1% rad
bei ± 14 MHz Abtastgrenze . . . . . ca. 1,2% rad

Eingangs- und Ausgangswiderstand . . . . . 75 Ω

Reflexionsdämpfung des Eingangs im Bereich 50 Hz bis ≦ 12 MHz . . . . ≧ 26 dB

Reflexionsdämpfung des Ausgangs
im Bereich 60 bis 80 MHz . . . . . ≧ 30 dB
im Bereich 55 bis 85 MHz . . . . . ≧ 26 dB
im Bereich 50 bis 90 MHz . . . . . ≧ 20 dB

Frequenzgang der ZF-Ausgangsspannung, bezogen auf einen mittleren Wert
in der Meßart »Reflexionsdämpfung« und »Demodulator-Eingang«
im Bereich 58 bis 82 MHz . . . . . ±0,05 dB
im Bereich 50 bis 90 MHz . . . . . ± 0,1 dB

Demodulator

Mittenfrequenz . . . . . 70 MHz

Zulässige Eingangsspannung . . . . . 250 bis 400 mV
Frequenzbereich des demodulierten Signals . . . . . 50 Hz bis 12 MHz

Demodulatorsteilheit nach Eichung
für eine Modulationsfrequenz von 50 Hz bis 100 kHz . . . . . $\frac{1\ V}{10\ MHz}$ ± 2 %

Steilheitsschwankung ⊿ S/S, bezogen auf einen mittleren Wert,
für alle Meßfrequenzen und für den Umgebungstemperaturbereich + 15 °C bis + 25 °C[1])
bei ± 8 MHz Abtastgrenze . . . . . ≦ 1,5 %
bei ± 12 MHz Abtastgrenze . . . . . ≦ 1,8 %

Phasenschwankung ⊿φ, bezogen auf einen mittleren Wert,
für alle Meßfrequenzen und für den Umgebungstemperaturbereich + 15 °C bis + 25 °C[1])
bei ± 8 MHz Abtastgrenze . . . . . ≦ 1 % rad
bei ± 12 MHz Abtastgrenze . . . . . ≦ 1,5 % rad

Eingangs- und Ausgangswiderstand . . . . . 75 Ω

Reflexionsdämpfung des Eingangs
im Bereich 50 bis 90 MHz . . . . . ≧ 26 dB
im Bereich 90 bis 180 MHz . . . . . ≧ 20 dB

Reflexionsdämpfung des Ausgangs . . . . . ≧ 30 dB

Modem-Schleife mit Pre- und Deemphasis für 1800 Kanäle

Störgeräusch am Ausgang des Deemphase-Netzwerks bei einem rel. Pegel von −29,7 dBr
für Meßfrequenzen ≧ 50 kHz und Umgebungstemperaturbereich + 15 °C bis + 25 °C[2])[3])
Thermisches Geräusch . . . . . ≦ 25 pW0p

1) Für den Umgebungstemperaturbereich +10 °C bis +35 °C gelten um 0,3% höhere Werte.
2) Für den Umgebungstemperaturbereich +10 °C bis +35 °C gelten höhere Geräuschwerte.
3) Die angegebenen Werte von −29,7 dBr bzw. −3,3 dBm ergeben sich aus einem effektiven Kanalhub von 140 kHz, der Modulationssteilheit von 10 MHz/V und der Dämpfung der Pre- und Deemphase-Netzwerke von 5 dB bzw. 3,9 dB bei der neutralen Frequenz.

Thermisches Geräusch und Intermodulationsgeräusch bei Nennlast
(– 3,3 dBm Summenpegel für weißes Rauschen am Eingang
des Preemphase-Netzwerks mit den Bandgrenzen 316 und 8160 kHz) . . ≦ 35 pW0p
Thermisches Geräusch und Intermodulationsgeräusch bei 3 dB Überlast . ≦ 60 pW0p

Spannungsmesser am Modulatoreingang für das Basisband

Spitzenwertanzeige U_s
2 Meßbereiche . . . . . 0 bis 0,7 V; 0 bis 1,4 V
Effektivwertanzeige U_{eff} für Rauschen oder Sinusspannung
2 Meßbereiche . . . . . 0 bis 28 mV (–50 bis –20 dBm); 0 bis 0,28 V (–30 bis 0 dBm)
Frequenzbereich . . . . . 50 Hz bis 12 MHz

Fehlergrenzen der Anzeige nach Eichung
bei Spitzenwertanzeige . . . . . ± 2,5% v. E.
bei Effektivwertanzeige . . . . . ± 3,5% v. E.

Eingangswiderstand . . . . . 75 Ω

Hubmesser

Spitzenwertanzeige ΔF_s (ΔF_s = einseitige Hubamplitude)
2 Meßbereiche . . . . . 0 bis 7 MHz; 0 bis 14 MHz
Effektivwertanzeige ΔF_{eff} für Rauschen oder Sinusmodulation
2 Meßbereiche . . . . . 0 bis 280 kHz; 0 bis 2,8 MHz
Bereich der Modulationsfrequenz . . . . . 50 Hz bis 12 MHz

Fehlergrenzen der Anzeige nach Eichung für Modulationsfrequenzen 50 Hz bis 1 MHz
bei Spitzenwertanzeige . . . . . ± 2,5% v. E.
bei Effektivwertanzeige . . . . . ± 3,5% v. E.
Eingangswiderstand . . . . . 75 Ω
Zulässige Eingangsspannung . . . . . 250 bis 400 mV

Frequenzmarken – Einstellung beim Wobbeln

Bereiche am Instrument für den zur Mittenfrequenz 70 MHz
symmetrischen Abstand der Marken, ΔF-Anzeige . . . . . 1 bis 14 MHz, 2 bis 28 MHz

Fehlergrenzen der Anzeige nach Eichung des Modulators
Bereich 1 bis 14 MHz . . . . . $\pm (250\ \text{kHz} + \frac{\Delta F}{50})$

Bereich 2 bis 28 MHz . . . . . $\pm (500\ \text{kHz} + \frac{\Delta F}{30})$

Steuerspannung für den Wobbelbetrieb

Sägezahnspannung, stetig einstellbar, U_s an $R_i = R_a$ . . . . . 0 bis 2 V
Ausgangsspannung U_{ss} für das X-Ablenkungssignal
eines Oszillografen bei 100 kΩ Last (R_i ca. 5 kΩ) . . . . . ≧ 14 V
Periodendauer . . . . . 1 ms

ZF-Spannungsmesser (Eingangsspannung des Demodulators)

Meßbereich der Instrumentenanzeige U_{eff} . . . . . 70 bis 700 mV
Ausgang für Y-Aussteuerung eines Oszillografen
Meßart »U_{ZF}« . . . . Ausgangsspannung U_s entspricht der Instrumentenanzeige U_{eff}
Meßart »ΔU_{ZF}« . . . . . 10fach verstärkter Wechselspannungsanteil der gleichgerichteten ZF-Spannung
Frequenzbereich des ZF-Spannungsmessers . . . . . 50 bis 90 MHz
Fehlergrenzen der Instrumentenanzeige
oder der Ausgangsspannung bei Meßart »U_{ZF}« . . . . . ± 3% v. E. ± 2% v. M.
Eichsprung für Meßart »ΔU_{ZF}« . . . . . 0,5 dB ± 0,01 dB
Frequenzgang der Instrumentenanzeige oder Ausgangsspannung,
bezogen auf einen mittleren Wert . . . . . ± 0,5%

Reflexionsdämpfungsmessung mit Meßkopf

Anzeige durch Oszillograf mit Y-Ausgangssignal
Meßbereich für a_r . . . . . 20 bis 40 dB
Frequenzbereich . . . . . 56 bis 84 MHz (50 bis 90 MHz)
Eigenreflexionsdämpfung der Brücke
bei Betrieb mit 2 Z-Normalen des Zubehörs . . . . . ≧ 46 dB
Fehlergrenzen der angezeigten Reflexionsdämpfung nach Eichung mit r-Normal
für a_r = 30 dB . . . . . ± 1 dB

Verstärkerteil und Dämpfungsteil für das Basisband

Einstellbereich der Verstärkung . . . . . 0 bis 30 dB
Einstellbereich der Dämpfung . . . . . 0 bis 12 dB
Frequenzbereich . . . . . 50 Hz bis 12 MHz
Eingangs- und Ausgangswiderstand . . . . . 75 Ω
Reflexionsdämpfung . . . . . ≧ 30 dB
Maximale Ausgangsamplitude U_{ss} . . . . . 1,4 V

Frequenzgang der Verstärkung (Dämpfung),
bezogen auf einen mittleren Wert . . . . . ± 0,1 dB

Störgeräusch am Ausgang, gültig für ein 1800-Kanalsystem mit einem rel. Pegel von −20,8 dBr[4])

Thermisches Geräusch
Dämpfungsteil . . . . . ≦ 1 pW0p ≙ − 110,8 dBmp
Verstärkerteil . . . . . ≦ 18 pW0p ≙ − 98,2 dBmp

Thermisches Geräusch und Intermodulationsgeräusch bei Nennlast
Dämpfungsteil . . . . . ≦ 2 pW0p ≙ − 107,8 dBmp
Verstärkerteil . . . . . ≦ 20 pW0p ≙ − 97,8 dBmp

Thermisches Geräusch und Intermodulationsgeräusch bei 3 dB Überlast
Dämpfungsteil . . . . . ≦ 5 pW0p ≙ − 103,8 dBmp
Verstärkerteil . . . . . ≦ 30 pW0p ≙ − 96,0 dBmp

Allgemeine Daten

Anschlüsse des Geräts . . . . . Universalbuchsen Versacon® 9
mit Übergangsstücken Versacon® 9-BNC

Umgebungstemperatur
Nenngebrauchsbereich . . . . . + 10 bis + 35 °C
Grenzbetriebsbereich . . . . . 0 bis + 45 °C
Lager und Transport . . . . . − 25 bis + 60 °C

Stromversorgung
Nenngebrauchsbereiche der Netzspannung . . . . . 110/117/127/220/227/235 V
− 15%/+ 10%
Nenngebrauchsbereich der Netzfrequenz . . . . . 45 bis 66 Hz
Leistungsaufnahme . . . . . ca. 85 VA

Abmessungen	Tischgerät		19"-Einschub (DIN 41494)	
	Breite mit Griffen	478 mm	Einschubbreite	443 mm
	Höhe über alles	244 mm	Einschubhöhe	220 mm
	Tiefe mit Griffen	407 mm	Einbautiefe	353 mm

Gewicht . . . . . 24 kg

Meßzubehör (im Lieferumfang enthalten)

1 4-dB-Dämpfungsglied (Z = 75 Ω) . . . . . Frequenzbereich: 0 bis 100 MHz
1 Reflexionsdämpfungs-Meßkopf . . . . . Meßbereich: 20 bis 40 dB
2 Abschlußwiderstände (BN 440) . . . . . Z = 75 Ω
1 Reflexionsnormal (BN 441) . . . . . a_r = 30 dB
1 ZF-Tiefpaß . . . . . f_g = 95 MHz
1 Übergangsstück . . . . . 1,6/5,6 (M) − BNC (V)
1 Übergangsstück . . . . . BNC (V) − BNC (V) oder 1,6/5,6 (V) − 1,6/5,6 (V)

je 2 Rasterscheiben für Oszillografen mit 4 bzw. 6 cm Schirmbildhöhe
1 Kabelsatz

Wahlzubehör (gegen Aufpreis)

Sprechgeschirr

Rufsignal durch Tastendruck . . . . . 3,6 kHz/ca. 3 s

Anpassungsübertrager 150 Ω / 75 Ω

Frequenzbereich . . . . . 6 bis 600 kHz
Betriebsdämpfung . . . . . ≦ 0,2 dB
Reflexionsdämpfung am 150-Ω-Eingang . . . . . ≧ 26 dB
Max. zulässige Wechselspannung U_s am 150-Ω-Eingang
(Gleichspannung unzulässig) . . . . . ≦ 3,5 V

4) Der Summenlast von − 3,3 dBm (vgl. Anmerkung 3) entspricht ein rel. Pegel von −20,8 dBr.

Pre- und Deemphase-Netzwerke

Wellenwiderstand der Netzwerke . . . . . 75 Ω, koaxial
Anschlüsse der Ein- und Ausgänge . . . . . Universalbuchse mit Übergangsstücken Versacon® 9-BNC

Netzwerke für Trägerfrequenzsysteme (Rec. CCIR 275-2)

TF-System Kanalzahl	f_{max} kHz	f_n kHz	a_E dB	Bestellnummern Preemphase	Deemphase
24	108	65,7	9	BN 445/5	BN 446/5
60	300	182	9	BN 445/6	BN 446/6
120	552	336	9	BN 445/7	BN 446/7
300	1300	790	9	BN 445/8	BN 446/8
600	2660	1620	9	BN 445/9	BN 446/9
960	4188	2550	9	BN 445/10	BN 446/10
1260	5636	3430	9	BN 445/11	BN 446/11
1800	8204	4990	9	BN 445/12	BN 446/12
2700	12388	7532	9	BN 445/13	BN 446/13

f_{max}: höchste Übertragungsfrequenz des entsprechenden Systems
f_n: $0{,}608 \cdot f_{max}$; neutrale Frequenz, bei der der Frequenzhub des frequenzmodulierten Systems ohne und mit Preemphase-Netzwerk unverändert bleibt, bei Ausgleich der Einfügungsdämpfung a_{EP} bei f_n.
a_E: Einfügungsdämpfung ($a_E = a_{EP} + a_{ED}$)

Einfügungsdämpfung bei der neutralen Frequenz f_n: Preemphase $a_{EP} = 5{,}06$ dB $\pm$ 0,13 dB
Deemphase $a_{ED} = 3{,}92$ dB $\pm$ 0,13 dB

Fehlergrenzen der Einfügungsdämpfung in Abhängigkeit von der Frequenz . . . . . $\pm (0{,}1 + 0{,}05\ f/f_{max})$ dB

Netzwerke für Fernsehsysteme (Rec. CCIR 405-1)

TV-System Zeilenzahl	f_c kHz	f_n kHz	a_E dB	a_{EP} dB bei f_n	a_{ED} dB bei f_n	Bestellnummern Preemphase	Deemphase
405[5])	3000	853	14	2	12	BN 445/1	BN 446/1
525	4000	761,6	13,4	3,4	10	BN 445/2	BN 446/2
625	5000	1512	14	3	11	BN 445/3	BN 446/3
819	10000	1402	14	7	7	BN 445/4	BN 446/4

f_c: höchste Übertragungsfrequenz des Videobandes
f_n: neutrale Frequenz
a_E: Einfügungsdämpfung ($a_E = a_{EP} + a_{ED}$)

Fehlergrenzen der Einfügungsdämpfung in Abhängigkeit von der Frequenz . . . . . $\pm (0{,}1 + 0{,}05\ f/f_c)$ dB

Bestellangaben

70-MHz-ZF-Meßgerät ZFM-70	BN 419
Zubehör (gegen Aufpreis)	
Transportschutzdeckel	DE-4
Sprechgeschirr	BN 419/10
Anpassungsübertrager 150 Ω / 75 Ω	BN 419/20
Pre- und Deemphase-Netzwerke	siehe Tabellen

5) entspricht CCIR-Empfehlung Nr. 405, Oslo 1966

VZM-3
Verzerrungsmeßgerät

zum Messen von Amplituden- und Phasenverzerrungen an Vielkanal-FM-Richtfunksystemen mit Basisbandfrequenzen bis 12 MHz



- **8 Meßfrequenzen im Bereich 90 kHz bis 12 MHz, davon 5 beliebig nachrüstbar**
- **Grenzen des Abtastbereichs unabhängig von der Meßfrequenz einstellbar**
- **Sinus- oder trapezförmige Ablenkspannungen**
- **Gleichzeitige oszilloskopische Darstellung von Differenzphase und -amplitude**
- **Eichlinienraster in das Meßergebnis einblendbar**
- **Umschaltbare Empfangsbandbreiten**
- **U_X-Phasenlage einstellbar**
- **Wiedergewinnung gerätefremder Ablenkspannungen im Empfänger**
- **Durch Wahlzubehör erweiterte Anwendungsmöglichkeiten**
- **Kompatibel mit anderen Verzerrungsmeßgeräten**

Anwendung

Bei Vielkanal-Richtfunkverbindungen mit Frequenzmodulation muß das komplexe Übertragungsmaß über ein extrem breites Frequenzband weitgehend unabhängig von der Aussteuerung sein, damit in allen Kanälen eine von Verzerrungen und Nebensprechen freie Übertragung gewährleistet ist.

Das Verzerrungsmeßgerät VZM-3 wurde speziell für Messungen an derartigen Richtfunkanlagen entwickelt. Sende- und Empfangsteil sind in einem Gerät vereinigt. Der Sendeteil liefert als Testsignal für das zu untersuchende Meßobjekt die Summe einer relativ großen, niederfrequenten Ablenkspannung und einer relativ kleinen, hochfrequenten Meßspannung. Die Ausgangsspannung des Meßobjekts wird im Empfangsteil in der Weise verarbeitet, daß seine Amplituden- und Phasenverzerrungen als Funktion der Aussteuerung (»differential gain« oder »differential phase«) direkt auf einem Oszilloskop dargestellt werden können. Da bei vielen Meßobjekten Abgleichmaßnahmen zur Verbesserung eines der beiden Meßergebnisse nicht ohne Einfluß auf das andere bleiben, können beide Ergebnisse gleichzeitig auf einem Einstrahl-Oszilloskop beobachtet werden.

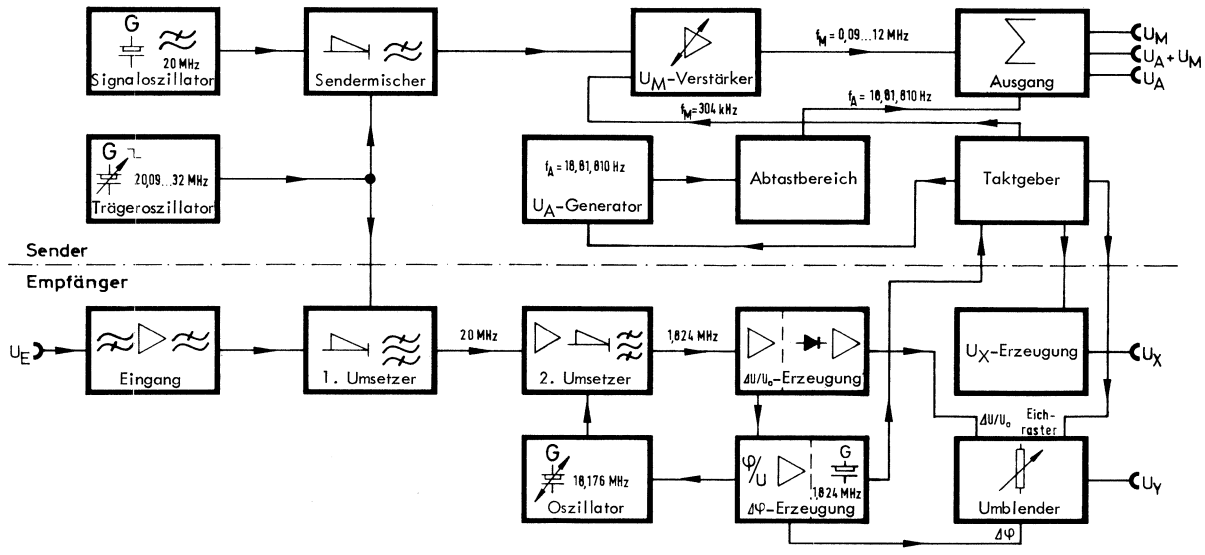
Die Erfahrungen und theoretischen Untersuchungen der letzten Jahre haben gezeigt, daß man nicht nur mit einer einzigen, tiefen Meßfrequenz auskommt, sich also nicht allein auf die Bestimmung der Gruppenlaufzeit beschränken kann.

Man muß also mit etwa 3, 4 oder 5 Frequenzen arbeiten, die gleichmäßig über das Basisband verteilt sind. Auf diese Weise lassen sich sehr genau die Übertragungseigenschaften für Kanäle mit verschiedener Lage im Basisband nachprüfen. Dabei erlaubt der relativ schnelle Frequenzwechsel beim Gerät VZM-3 einen optimalen Abgleich im gesamten Basisband.
Durch maximal 8 Meßfrequenzen zwischen 0,09 und 12 MHz sowie durch hohe Empfindlichkeit und großen Meßumfang ergeben sich vielfältige Meßmöglichkeiten bei der Entwicklung, Fertigung und Betriebsüberwachung von Vielkanal-FM-Richtfunkanlagen bis zu einer Übertragungsbandbreite von 12 MHz. Da das Gerät Sende- und Empfangsteil enthält, ist zur Überprüfung eines Bausteins oder für Schleifenmessungen (auch über größere Strecken) nur ein Gerät erforderlich. Für Streckenmessungen werden dagegen zwei Geräte benötigt.

In Verbindung mit dem 70-MHz-ZF-Meßgerät (siehe Blatt ZFM-70) können Verzerrungsmessungen auch zwischen ZF-Anschlüssen von Breitband-Richtfunksystemen (Zwischenfrequenz 70 MHz) durchgeführt werden.

Technische Einzelheiten

Das Verzerrungsmeßgerät VZM-3 arbeitet nach dem Intermodulationsverfahren. Hierbei wird die Sendefrequenz f_T des Prüflings im ZF-Bereich durch eine große, niederfrequente Ablenkspannung (Sinus- oder Trapezform) zwischen den Grenzen des Übertragungsbereichs gewobbelt, während die der Ablenkspannung überlagerte kleine, hochfrequente Meßspannung f_M die Sendefrequenz moduliert. Da der Modulationsindex klein ist, entstehen praktisch nur zwei symmetrisch zur augenblicklichen Frequenz f_T liegende Seitenfrequenzen $f_T - f_M$ und $f_T + f_M$. Es wird also der zu untersuchende Übertragungsbereich periodisch abgetastet und dabei ständig der Teilbereich $f_T \pm f_M$ ausgemessen. Die vom Prüfling kommende Meßspannung zeigt bei frequenzabhängigem Übertragungsmaß frequenzabhängige Amplituden- und Phasenänderungen. Diese werden im Empfangsteil des Geräts VZM-3 getrennt demoduliert und auf dem Bildschirm eines Oszillografen getrennt oder gemeinsam über der Ablenkspannung, d. h. ihrer Lage in der ZF-Ebene, dargestellt.
Im Sendeteil entsteht die Meßfrequenz entweder direkt oder durch Mischen zweier quarzstabiler Oszillatorfrequenzen. Letztere werden im 20-MHz-Signaloszillator und in einem der Trägeroszillatoren erzeugt, deren Frequenzen im Bereich 20,09 bis 32 MHz liegen. Die internen Ablenkfrequenzen – sinusförmig 18 und 81 Hz, trapezförmig 810 Hz – sowie die Meßfrequenz 304 kHz werden mit Hilfe einer Frequenzteilerkette aus einem quarzstabilisierten Mutteroszillator gewonnen.
Als Ablenkspannung kann auch ein externes Sinussignal mit einer Frequenz zwischen 40 und 100 Hz verwendet werden. Frequenzen und Form der Ablenkspannung und die Möglichkeit der externen Einspeisung gewährleisten damit weitgehende Kompatibilität des neuen Verzerrungsmeßgeräts VZM-3 sowohl mit den stark verbreiteten Typen VZM-83 und VZM-2 von Wandel & Goltermann als auch mit Verzerrungsmeßgeräten anderer Hersteller, wobei die Meßfrequenzbestückung der beteiligten Geräte ebenfalls noch eine Rolle spielt. Mit der 18-Hz-Ablenkspannung werden die von INTELSAT geforderten Meßbedingungen für Satellitensysteme erfüllt.
Eine bewährte Besonderheit des Verzerrungsmeßgeräts VZM-2 – der Abtastbereichsschalter – wurde auch für das neue Gerät übernommen. Die Amplitude der Ablenkspannung kann in 5 Stufen so eingestellt werden, daß sich



Vereinfachtes Blockschaltbild des Verzerrungsmeßgeräts VZM-3

unabhängig von der gewählten Meßfrequenz 5 Abtastbereiche ($f_{T,\,min.} - f_M$ bis $f_{T,\,max.} + f_M$) zwischen ± 4,43 und ± 18 MHz ergeben. Ebenfalls unabhängig von der Meßfrequenz läßt sich auch eine kontinuierliche Einstellung der Ablenkspannung in 4 Bereichen zwischen 0 V und 3 V vornehmen ($\hat{U}$ an Z = 75 Ω).

Das Ausgangsnetzwerk stellt an entsprechenden Ausgangsbuchsen die Ablenkspannung U_A, die Meßspannung U_M und die Summenspannung $U_A + U_M$ zur Verfügung. Wenn beim Messen von Modulatorverzerrungen die Ablenkspannungen an die unterschiedlichen Steilheiten der beiden beteiligten Oszillatoren angepaßt werden müssen, kann außerdem an einer Buchse »$k \cdot U_A$« eine um ± 20% veränderbare Ablenkspannung eingestellt werden.

Im Empfangsteil gelangt das Eingangssignal entweder direkt (75 Ω Anpassungswiderstand) oder über einen hochohmigen Tastkopf (≧ 5 kΩ) zum Eingangsmischer und wird mit Hilfe der Trägerfrequenz des Sendeteils zunächst auf 20 MHz umgesetzt. Das nach weiterer Umsetzung gewonnene ZF-Signal von 1,824 MHz wird auf einen konstanten Pegel beim Nulldurchgang der sendeseitigen Ablenkspannung geregelt. Dies bedeutet in der Ebene des FM-Signals den Arbeitspunkt der Trägerauslenkung Null oder den Zeitpunkt, bei dem der Träger gerade die Mittenfrequenz passiert.

Amplituden- und Phasendemodulation erfolgen getrennt, ebenso die Verstärkung der Demodulationsergebnisse für die oszillografische Auswertung. Ein kontinuierlich einstellbarer Umblender gestattet die Darstellung entweder nur eines oder beider Meßergebnisse auf einem Einstrahl-Oszillografen. Außerdem kann über einen weiteren elektronischen Umschalter ein Eichraster in das Meßergebnis eingeblendet werden. Diese Signale stehen am Y-Ausgang des Geräts zur Verfügung.

Der vertikale Eichlinienabstand bei der Darstellung von Amplituden- bzw. Phasenänderungen kann durch Einstellen der Y-Verstärkung in 8 Stufen von $\Delta U/U_o$ = 0,2% bis 50% bzw. $\Delta\varphi$/rad. = 0,2% bis 50% gewählt werden. Die ermittelte Differenzphase läßt sich leicht in die entsprechende Differenzlaufzeit umrechnen, da der jeweilige frequenzabhängige Umrechnungsfaktor am Gerät VZM-3 angezeigt wird.

Die Gewinnung der X-Ablenkspannung im Empfangsteil erfolgt auf unterschiedliche Weise: Für sinusförmige X-Ablenkspannungen können direkt die sendeseitigen Ablenkspannungen benutzt werden, da diese quarzstabilisiert sind. Bei Verwendung von Fremdfabrikaten auf der Sendeseite im Falle der Streckenmessung läßt sich die X-Ablenkspannung aus dem Empfangssignal wiedergewinnen. Eine Einstellmöglichkeit für die Phasenlage der X-Ablenkspannungen von 360° erlaubt es, Vor- und Rücklauf des Meßergebnisses zur Deckung zu bringen. Eine einschaltbare Austastlücke zum Zeitpunkt des negativen Extremwerts der sendeseitigen Ablenkspannung beseitigt die sonst unvermeidliche 180°-Zweideutigkeit.

Im Fall der trapezförmigen 810-Hz-Ablenkspannung ist die Austastlücke nicht abschaltbar. Sie wird im Amplituden-Demodulator des Empfangsteils wiedergewonnen und synchronisiert hier einen besonderen Trapezgenerator. Eine Phaseneinstellung der X-Ablenkspannung ist dabei nicht erforderlich, sie ist jedoch für Sonderfälle (z. B. Zusammenspiel mit dem Gerät VZM-2) an der Geräterückseite zugänglich.

Entsprechend den verschiedenen Ablenkfrequenzen lassen sich im Empfänger Bandbreiten von 0,3; 3 und 30 kHz einschalten. Eine Warnlampe weist auf ungünstige Kombination zwischen Ablenkfrequenz und Bandbreite hin.

Zur Betriebskontrolle des Geräts VZM-3 dient ein Spannungsmesser, an dem wahlweise die Ablenkspannung als Spitzenwert oder die Meß- und die Eingangsspannung als Effektivwerte abgelesen werden können.

Auf Wunsch kann das Verzerrungsmeßgerät mit einem Zusatz ausgestattet werden, der in Verbindung mit einem üblichen X-Y-Schreiber die Dokumentation der Amplituden- und Phasenmeßergebnisse für maximal 8 Meßfrequenzen ermöglicht. Nach einmaliger Einstellung des Schreibers werden die Ergebnisse auf einem Vordruck fortlaufend hintereinander in übersichtlicher Form registriert. Um verrauschte oder mit einer Feinstruktur versehene Meßergebnisse aufzeichnen zu können, kann die Meßzeit von 2 s auf 20 s umgeschaltet werden.

Technische Daten des Verzerrungsmeßgeräts VZM-3

Alle wesentlichen Geräteeigenschaften sind durch garantierte Toleranz- und Grenzwertangaben und nicht durch typische Werte gekennzeichnet. Sie gelten nicht nur bei Auslieferung, sondern mindestens für die gesamte Garantiezeit.

Sendeteil

Meßspannung U_M

3 Festfrequenzen (Normalbestückung)	0,304; 0,556; 4,4336 bzw. 3,5795 MHz
Frequenzfehler 0,304 MHz	± 10 Hz
0,556; 4,4336 und 3,5795 MHz	± 250 Hz
5 Nachrüstfrequenzen (gegen Aufpreis)	beliebig zwischen 90 kHz und 12 MHz
Frequenzfehler	± 250 Hz
Nachrüstfrequenzen mit höherer Genauigkeit	
INTELSAT-Meßfrequenzen	92,593 und 277,778 kHz
Frequenzfehler $\Delta f/f$	$\pm 2 \cdot 10^{-5}$
Farbhilfsträgerfrequenz	3,579545 MHz
Frequenzfehler $\Delta f/f$	$\pm 10^{-5}$
Bereiche der Meßspannung (Effektivwert)	
bei Lastwiderstand R_L = 75 Ω	0 bis 10 mV; 0 bis 30 mV; 0 bis 100 mV
	bzw. −50 bis −30 dBm; −40 bis −20 dBm; −30 bis −10 dBm
Innenwiderstand R_i	75 Ω

Ablenkspannung U_A

Ablenkfrequenzen, intern . . . Sinusform . . . . . 18 und 81 Hz
Trapezform . . . . . 810 Hz
Sinusform (gegen Aufpreis) . . . . . 50 Hz
extern . . . Sinusform . . . . . 40 bis 100 Hz

Bereiche der Ablenkspannung (Spitzenwert)
bei $R_i = R_L = 75\ \Omega$ . . . . . 0 bis 0,1 V; 0 bis 0,3 V; 0 bis 1 V; 0 bis 3 V

Leerlaufspannung an getrenntem Ausgang
bei $R_L \geqq 100\ k\Omega$, $R_i \approx 75\ \Omega$ . . . . . 1,5 U_A bis 2,5 U_A

Summenspannung $U_A + U_M$

Spannungsbereiche, Lastwiderstand und Innenwiderstand . . . . . wie bei U_M und U_A

Abtastbereiche (Wobbelhub)

unabhängig von der Meßfrequenz . . . . . ± 4,4; ± 7,6; ± 12; ± 15; ± 18 MHz
abhängig von der Meßfrequenz . . . . . je nach Ablenkspannung

Empfangsteil

Max. Eingangsspannung

direkt . . . . . 0,01; 0,1; 1 V bzw. – 30; – 10; + 10 dBm
über Tastkopf . . . . . 0,02; 0,2; 2 V bzw. – 24; – 4; + 16 dBm

Eingangswiderstand direkt . . . . . 75 Ω
über Tastkopf . . . . . ≧ 5 kΩ, parallel ca. 10 pF

Umschaltbare Empfangsbandbreiten . . . . . ca. 0,3; 3; 30 kHz

Y-Ausgangsspannung U_{ss}

(für vollen Meßbereich) . . . . . 0,4 V

Meßbereiche

(vertikaler Rasterlinien-Abstand)
Amplitudenverzerrungen . . . . . (0,2; 0,5); 1; 2; 5; 10; 20; 50%
Phasenverzerrungen (1% ≙ 0,57°) . . . . . (0,2; 0,5); 1; 2; 5; 10; 20; 50%

Die eingeklammerten Werte gelten zusätzlich bei der Ablenkfrequenz 81 Hz Sinus.

Allgemeine Daten

Umgebungstemperatur
Lager und Transport . . . . . – 40 bis + 70 °C
Nenngebrauchsbereich (≙ Grenzbetriebsbereich) . . . . . + 5 bis + 40 °C
Stromversorgung
Nenngebrauchsbereiche der Netzspannung . . . . 110 / 117 / 127 / 220 / 227 / 235 V –15%/+10%
Nenngebrauchsbereich der Netzfrequenz . . . . . 45 bis 66 Hz
Leistungsaufnahme . . . . . ca. 60 VA

Abmessungen

	Tischgerät		19"-Einschub (DIN 41494)	
	Breite mit Griffen	478 mm	Einschubbreite	443 mm
	Höhe über alles	288 mm	Einschubhöhe	265 mm
	Tiefe mit Griffen	407 mm	Einbautiefe	353 mm

Gewicht . . . . . 22 kg

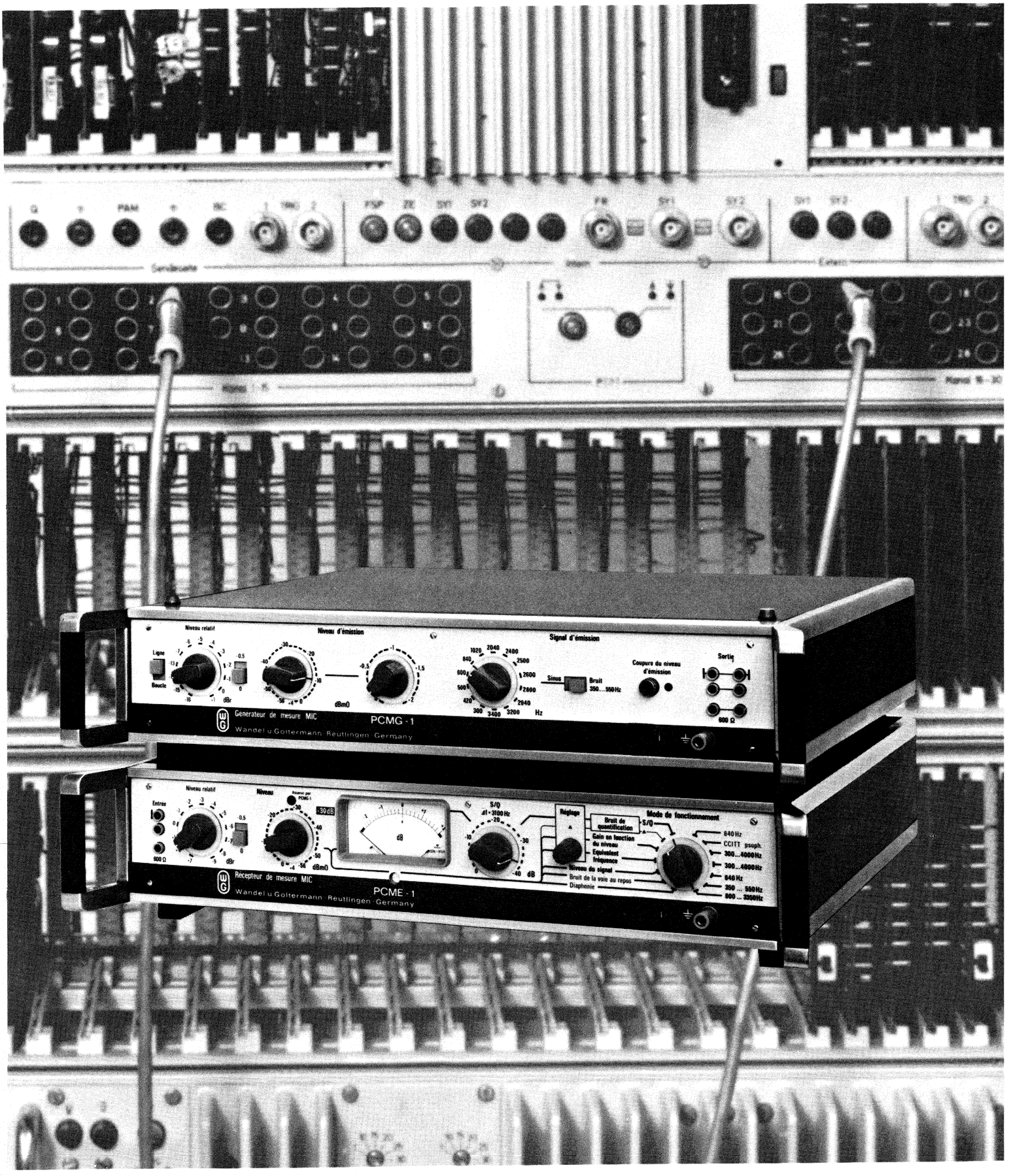
Zubehör

Eichzusatz VZMC-3

$\Delta\varphi$-Eichsprung . . . . . 1% rad
$\Delta U/U_o$-Eichsprung 1%
Fehler des Eichsprungs . . . . . ± 3% v. M.

Bestellangaben

Verzerrungsmeßgerät VZM-3	BN 589
Zubehör (gegen Aufpreis)	
Transportschutzdeckel	DE 5
Tastkopf	BN 589/11
Schreibzusatz	BN 589/12
Nachrüstfrequenzen (max. 5)	bei Bestellung gewünschte
beliebig zwischen 90 kHz und 12 MHz	Meßfrequenzen angeben
Meßfrequenzerzeugung 92,593 und 277,778 kHz	BN 589/13
Farbhilfsträgerfrequenzerzeugung 3,579545 MHz	BN 589/14
Zusammenfassung BN 589/13 und BN 589/14	BN 589/15
50-Hz-Ablenkfrequenzerzeugung	BN 589/16
Basisband-Symmetrierzusatz BSZ-1	BN 625
(Übergang 75 Ω unsymm./124 Ω symm.)	
Eichzusatz VZMC-3	BN 676


Niveau relatif
Ligne
Boucle
dBr
Niveau d'émission
dBmO
Signal d'émission
Sinus
Bruit
350...550Hz
Coupure du niveau d'émission
Sortie
600 Ω
Generateur de mesure MIC
PCMG-1
Wandel u. Goltermann Reutlingen Germany
Niveau relatif
Entrée
600 Ω
Niveau
Réglage par PCMG-1
30dB
dBmO
S/Q
41-3100Hz
dB
Réglage
Bruit de quantification
Gain en fonction du niveau
Equivalent fréquence
Niveau du signal
Bruit de la voie au repos
Diaphonie
Mode de fonctionnement
S/Q
840Hz
CCITT psoph.
300...4000Hz
300...4000Hz
840Hz
350 ... 550Hz
800 ... 3350Hz
Récepteur de mesure MIC
PCME-1
Wandel u. Goltermann Reutlingen Germany

Inhaltsverzeichnis Meßgeräte für PCM-Systeme

367	PCM-Meßplatz PCM-1	Messung des Signal-Quantisierungsverzerrungs-Abstandes, frequenz- u. pegelabhängige Restdämpfung usw.; BN 576/577
371	PCM-Digitalsignalanalysator PDA-1	zum Überprüfen der Analog-Digitalumwandlung bei PCM-30-Multiplex-Geräten (2048 kbit/s); BN 800
375	PCM-Digitalsignalgenerator PDG-1	zum Einjustieren der Empfangsseite von PCM-30-Multiplex-Geräten (Digitales Milliwatt); verschiedene PCM-Codewörter; BN 669
379	Bitfehlermeßplatz PF-1	Bitfehlerhäufigkeitsmessung im Bereich 48 bis 8448 kbit/s; Signalcodes NRZ, RZ, AMI, HDB-3; BN 670/671
383	PCM-Fehlertester PFT-1	zur Codeüberwachung (Bipolarverletzungsmessung) von HDB-3 und AMI-codierten Signalen. Batteriebetrieb, BN 648
387	PCM-Regeneratormeßplatz PR-1/PRT-1	Messung der Störempfindlichkeit von 2048-kbit/s-Regeneratoren; PR-1 entsteht durch Erweiterung des PF-1 mit dem Regeneratortester PRT-1; BN 692
391	PCM-Kennzeichensignal-Analysator PDA-64	zur Untersuchung der 4-bit-Kennzeichenwörter an der digitalen 64-kbit/s-Schnittstelle von PCM-30-Multiplexgeräten; BN 828

PCM-Meßtechnik

Einführung

In der Nachrichtentechnik gewinnt die zeitmultiplexe Übertragungstechnik zur Mehrfachausnützung von Leitungen zunehmend an Bedeutung. Als Übertragungsverfahren ist heute die Pulscodemodulation üblich, wobei sich die Meßverfahren für diese Übertragungstechnik von denen in der Trägerfrequenztechnik grundsätzlich unterscheiden. Wie Bild 1 zeigt, lassen sich an einem PCM-System die Meßaufgaben in drei Abschnitte gliedern:

a) Messung der Analogparameter an den NF-Ein- und Ausgängen,

b) Messungen im Bereich der digitalen Signalübertragung,

c) Messung der Sendeseite vom NF-Eingang zum Digitalsignal-Ausgang und der Empfangsseite vom Digitalsignal-Eingang zum NF-Ausgang.

Messungen an den NF-Ein- und Ausgängen

Wesentlichen Einfluß auf die Sprachverständlichkeit hat auch hier das Störgeräusch. Es ist daher einzusehen, daß auch in der PCM-Übertragungstechnik die Geräuschmessung mit zu den wichtigsten Meßaufgaben gehört. Im Gegensatz zu den Systemen mit analoger Signalübertragung ist durch die Signalregeneration im Übertragungsweg der Einfluß eines Störgeräusches auf das PCM-Signal weniger kritisch. In der Hauptsache entstehen die Geräusche im Coder und Decoder:

- Die Quantisierungsverzerrung wird durch die Anzahl der Quantisierungsstufen der Codierkennlinie bestimmt. Üblich ist die nichtlineare Stufung, bei der die Höhe der Quantisierungsstufen mit steigender Aussteuerung größer wird. Dadurch ist der Signal-Verzerrungs-Abstand in einem weiten Bereich vom Eingangspegel unabhängig.
- Eine Begrenzungsverzerrung entsteht beim Überschreiten der Aussteuergrenze des Coders. Ab hier stehen keine weiteren Quantisierungsstufen mehr zur Signalcodierung zur Verfügung und es findet eine scharfe Begrenzung statt. Allerdings werden die entstehenden Klirrprodukte (ungradzahliger Ordnung) subjektiv weniger unangenehm empfunden als die Quantisierungsverzerrung.

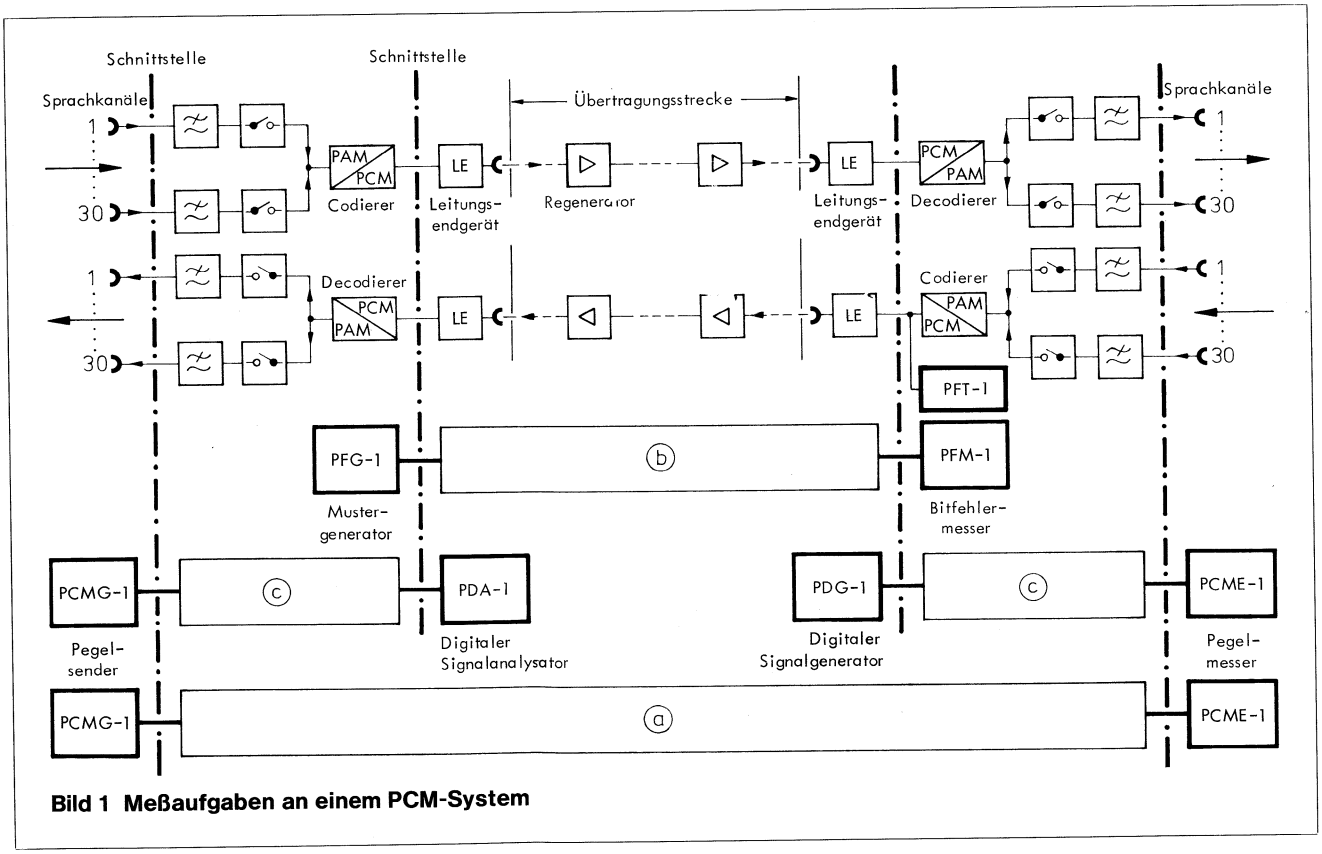


Bild 1 Meßaufgaben an einem PCM-System

- Stimmen sendeseitige Kompressor- und empfangsseitige Expanderkennlinien nicht überein (ist z. B. ein Knickpunkt verschoben), so ergibt sich eine nichtlineare Gesamtkennlinie, die Klirrverzerrungen zur Folge hat.
- Ein Ruhegeräusch tritt durch ein Kippen zwischen zwei Quantisierungsstufen auf. Die Gründe dafür können ein instabiler Nullpunkt des Coders oder kleine Störspannungsspitzen sein.

Neben den nichtlinearen Verzerrungen interessieren bei der Sprachübertragung über PCM-Systeme selbstverständlich auch die sonstigen Kenngrößen im Sprachbereich, wie sie in der CCITT-Empfehlung G. 712 festgelgt sind. Die meisten dieser Kenngrößen können mit dem Meßplatz PCM-1 gemessen werden.
Die Bestimmung der Quantisierungsverzerrung erfolgt entsprechend der CCITT-Empfehlung O. 131. Dabei liefert der Sendeteil des Meßplatzes PCM-1 (der Generator PCMG-1) ein schmalbandiges Rauschen, dessen Frequenzbereich sich von 350 Hz bis 550 Hz erstreckt. Das Sendesignal wurde so schmal wie möglich gewählt, damit auf der Empfangsseite ein möglichst hoher Quantisierungsverzerrungsanteil erfaßt wird. Die durch die Belastung mit dem schmalbandigen Rauschsignal im PCM-System entstehende Quantisierungsverzerrung mißt der Empfänger im Bereich 800 Hz bis 3350 Hz (Bild 2). Da die Verzerrungsprodukte gleichmäßig innerhalb des Fernsprechkanals verteilt sind, bewertet der Empfänger die Quantisierungsverzerrung für die gesamte 3,1-kHz-Kanalbandbreite.

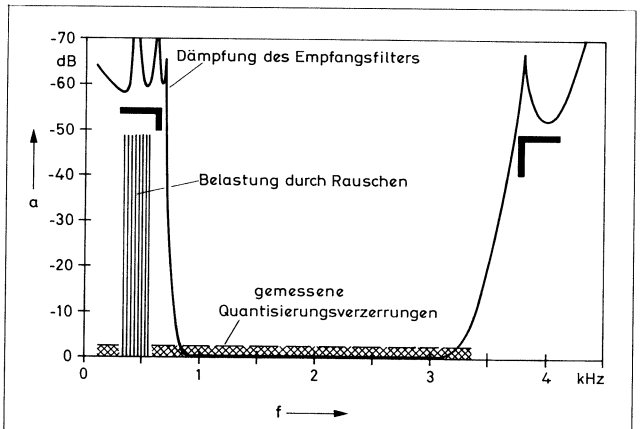


Bild 2 Messen der Quantisierungsverzerrung

Das Ergebnis einer typischen Messung des Signal-Quantisierungsverzerrungs-Abstandes S/Q zeigt Bild 3. Im Bereich der kleinsten Quantisierungsstufen – die sich bis zum ersten Knickpunkt der Codierkennlinie erstrecken – wächst der Verzerrungsabstand linear mit dem Eingangspegel. Wegen des quasi-logarithmischen Verlaufs der Codierkennlinie folgt dann ein nahezu ebener Verlauf mit konstantem S/Q-Abstand. Deutlich sichtbar ist auch die Zunahme der Verzerrungen im Übersteuerungsbereich.
Mißt man die Aussteuerungsabhängigkeit der Restdämpfung, so kann man feststellen, ob die Kompressor- und die invers verlaufende Expanderkennlinie zusammen eine lineare Übertragungskennlinie ergeben. Bei einem nichtlinearen Verlauf ändert sich die relative Restdämpfung

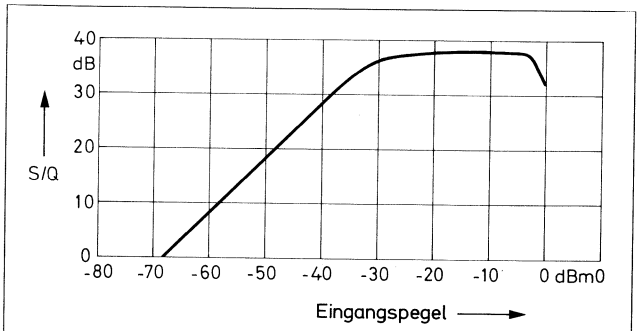


Bild 3 Verlauf eines gemessenen Signal-Quantisierungsverzerrungs-Abstandes in Abhängigkeit des Eingangspegels

in Abhängigkeit des Eingangspegels. Mit dem genannten schmalbandigen Rauschsignal bestimmt man die Abhängigkeit der Restdämpfung unterhalb der Aussteuerungsgrenze; Messungen in Umgebung der Aussteuerungsgrenze sind mit einem sinusförmigen Signal üblich (Bild 4). Diese Meßmethode lehnt sich an die CCITT-Empfehlung G. 712, Punkt 11 an.

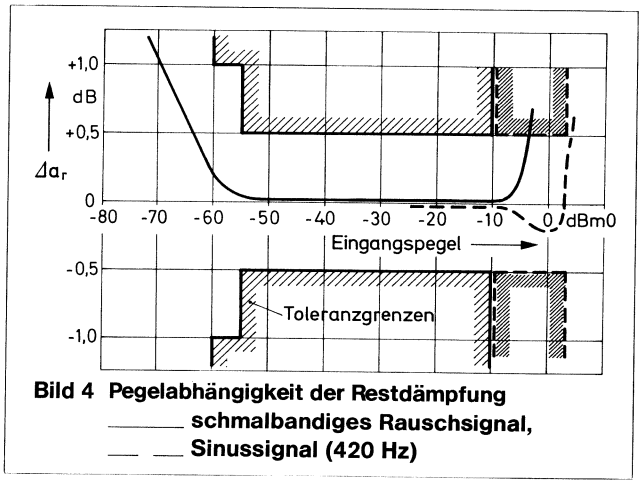


Bild 4 Pegelabhängigkeit der Restdämpfung
——— schmalbandiges Rauschsignal,
— — Sinussignal (420 Hz)

Messungen der Sende- und Empfangsseite
Messungen der NF-Kenngrößen von vollständigen PCM-Übertragungseinrichtungen sind eigentlich nur an festgeschalteten Punkt-zu-Punkt-Verbindungen sinnvoll, wo immer ein bestimmter Sender (Coder) mit einem bestimmten Empfänger (Decoder) zusammenarbeitet.
Wird die PCM-Verbindung aber über eine digitale Vermittlung geführt, ist diese Voraussetzung nicht mehr erfüllt, da beliebige PCM-Multiplexgeräte miteinander zusammenarbeiten können. Es ist dann erforderlich, die Eigenschaften der Sende- und Empfangsseite von PCM-Systemen getrennt zu spezifizieren und zu messen.
Zur Untersuchung der Sendeseite (siehe Bild 1 ©) steht der Digitalsignalanalysator PDA-1 zur Verfügung. Dieses Gerät ist eine Art statischer „Norm-Decoder" und kann an allen 2048-kbit/s-Schnittstellen nach CCITT-Empfehlung G. 703, Punkt 5 angeschlossen werden. Der Digitalsignalanalysator synchronisiert sich auf den vom PCM-Multiplexgerät kommenden Impulsrahmen und wertet die einem wählbaren Fernsprechkanal zugeordneten 8-bit-

Codewörter aus. Wird der untersuchte Kanal mit einem klirrarmen Sinussignal gespeist, das nicht mit der Abtastfrequenz 8 kHz synchronisiert ist, so entstehen unter allen möglichen Abtastwerten auch die, die dem positiven bzw. negativen Spitzenwert des Meßsignals entsprechen. Ein Vergleich dieser „maximalen Codewörter" mit den theoretischen Erwartungswerten läßt erkennen, ob die Signalcodierung entsprechend der CCITT-Empfehlung G. 711 erfolgt. Außerdem können mit dem PDA-1 Nullpunkts- und Symmetriefehler des Coders festgestellt und auch die Struktur von Rahmenerkennungs- und Meldewort im nullten Zeitkanal untersucht werden. Will man alle analogen Kenngrößen der PCM-Sendeseite überprüfen, kann der Digitalsignalanalysator zu einem vollständigen Decoder mit Analogausgang erweitert werden.
Zur Überprüfung der Empfangsseite (siehe Bild 1 ©) erzeugt der Digitalsignalgenerator PDG-1 einen vollständigen Impulsrahmen nach CCITT-Empfehlung G. 732 und Schnittstellenbedingungen nach G. 703, Punkt 5. In einem wählbaren Fernsprechkanal werden ideale Codewörter erzeugt, die NF-Sinussignale mit bestimmter, aber veränderbarer Amplitude und Frequenz simulieren. Am entsprechenden NF-Ausgang des PCM-Multiplexgeräts wird das Meßsignal mit einem Pegelmesser untersucht, was z. B. Rückschlüsse auf die Restdämpfung des Decoders und dessen Pegel- und Frequenzabhängigkeit zuläßt. Außerdem kann das Übersprechen, das Ruhegeräusch und das Synchronisierverhalten der PCM-Empfangsseite überprüft werden.

Messungen im Bereich der digitalen Signalübertragung
Im Übertragungsweg des PCM-Signals (Bild 1 ⓑ) findet infolge der Signalregeneration keine Geräuschakkumulation statt. Das PCM-Leitungssignal ist gegen Störgeräusche immun, wenn die positiven und negativen Störspannungsspitzen unterhalb der Entscheidungsschwelle der Regenerativverstärker (Regeneratoren) bleiben. Jedes Überschreiten kann einen Bitfehler und damit ein falsches Codewort zur Folge haben. Ein Maß für die Bit-Verfälschung ist die Fehlerhäufigkeit. Für eine festgelegte Meßzeit gilt

$$\text{Fehlerhäufigkeit} = \frac{\text{Anzahl der falsch empfangenen Bits}}{\text{Anzahl der insgesamt empfangenen Bits}}$$

Bei der PCM-Übertragung wird im allgemeinen eine Fehlerhäufigkeit in der Größenordnung von 10^{-7} angestrebt. Für Sprachübertragung sind jedoch auch größere Fehlerhäufigkeiten in der Größenordnung 10^{-4} noch zulässig.
Zum Messen der Fehlerhäufigkeit steht für die PCM-Systeme mit 24, 30 und 120 Sprachkanälen der Bitfehlermeßplatz PF-1 zur Verfügung, der aus Mustergenerator und Bitfehlermesser besteht. Dieser Meßplatz entspricht der CCITT-Empfehlung O. 151.
Für Fehlermessungen an PCM-Systemen liefert der Mustergenerator PFG-1 eine quasistochastische Bitfolge der Länge

$2^{15} - 1 = 32\,767$ bit.

Nach dieser Bitmenge wiederholt sich das Signal. Bei einer Übertragungsgeschwindigkeit von 2048 kbit/s beträgt die Wiederholungszeit, d.h. die Periodendauer

$$\frac{32\,767 \text{ bit}}{2048 \text{ kbit/s}} = 16 \text{ ms}.$$

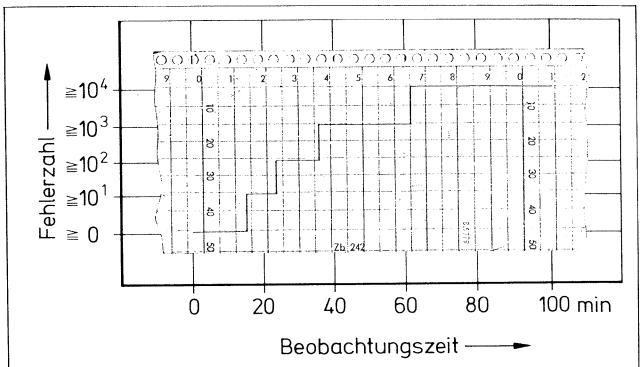


Bild 5 Fehlerzahl in Abhängigkeit der Beobachtungszeit

Für bestimmte Meßaufgaben sind freiprogrammierbare Bitmuster üblich; z.B. die Folge: 10001000100 . . . für ein HDB-3-Signal geringster Dichte.
Auf der Empfangsseite wird im Bitfehlermesser PFM-1 das empfangene Signal mit dem Referenzsignal – das dem Sendesignal entspricht – Bit für Bit verglichen. Falsch empfangene Bits werden erkannt und als Fehlerhäufigkeit angezeigt.
Soll die Meßunsicherheit auch bei sehr geringer Fehlerhäufigkeit ($< 10^{-7}$) klein bleiben, so sind lange Meßzeiten erforderlich.
Beispiel: Bei einer Fehlerhäufigkeit 10^{-7} und einer zulässigen Meßunsicherheit von 10% sind $4 \cdot 10^9$ bit notwendig, was bei einer Übertragungsgeschwindigkeit von 2048 kbit/s einer Meßzeit von mehr als einer halben Stunde entspricht. Um auch lange Meßzeiten beherrschen zu können, lassen sich die einlaufenden Fehler fortlaufend zählen und die momentane Summe registrieren. Bild 5 zeigt als Beispiel den zeitlichen Verlauf der Fehlerzahl, der an einem gestörten Regenerator gemessen wurde.
Die Fehlermeßmethode unter Verwendung bekannter Prüfmuster und mit Bit-für-Bit-Vergleich hat den Vorteil hoher Meßgenauigkeit und gestattet zusätzlich eine weitergehende Fehleranalyse z. B. nach Einfügungs- und Auslassungsfehlern und nach gestörten Impulsen positiver oder negativer Amplitude. Nachteilig ist, daß eine Messung an in Betrieb befindlichen Systemen nicht möglich ist.

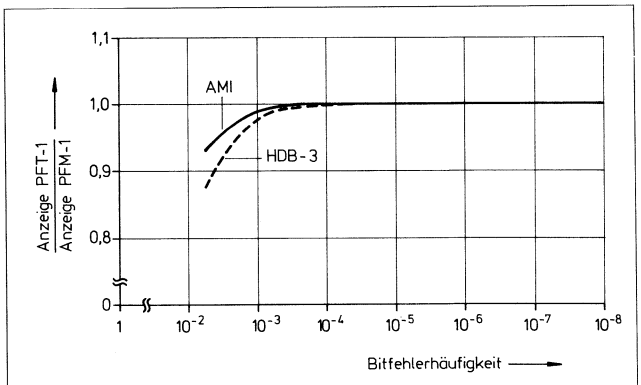


Bild 6 Anzeige des Fehlertesters bezogen auf das mit einem Bitfehlermesser erzielt Ergebnis bei stochastisch gestörtem AMI- und HDB-3-Sendesignal

Einen Ausweg bietet hier die Bipolarverletzungs- oder Codeüberwachungsmessung. Beim AMI-Code (AMI = **A**lternate **M**ark **I**nversion) dürfen aufeinanderfolgende Einsen nicht die gleiche Polarität haben, bei HDB-3 (**H**igh **D**ensity **B**ipolar 3) sind zwei aufeinanderfolgende Einsen gleicher Polarität möglich, die Verletzungsbits müssen aber ihrerseits eine AMI-Folge bilden.
Eine Überwachung von PCM-Signalen in bezug auf Codeverletzungen ist bis zu Übertragungsgeschwindigkeiten von 8448 kbit/s mit dem Fehlertester PFT-1 möglich. Dieses Gerät benötigt kein spezielles Prüfmuster, sondern kann mit beliebigen AMI oder HDB-3 Signalen auch an in Betrieb befindlichen Systemen arbeiten. Allerdings wird nicht die »echte« Fehlerhäufigkeit gemessen, da besonders bei Büschelfehlern nicht alle Bitfehler zu Codeverletzungen führen. Bei den in der Praxis interessanten Fehlerhäufigkeiten ist jedoch die Übereinstimmung zwischen Bitfehlerhäufigkeit und Codeverletzungshäufigkeit ausreichend gut (siehe Bild 6).

Messungen an Regeneratoren
Die Regeneratoren sind die wichtigsten Bausteine der digitalen Übertragungsstrecke. Ihre Fähigkeit, das Digitalsignal auch in Anwesenheit von Störungen fehlerfrei zu erkennen und aufzubereiten, ist mitentscheidend für die Übertragungsqualität von PCM Systemen.
PCM-Grundsysteme arbeiten praktisch immer auf ungeschirmten, symmetrischen Kabeln. Bei diesen ist im Falle der PCM-Übertragung die Hauptstörquelle das Nahnebensprechen. Regeneratoren müssen daher auf ihre Widerstandsfähigkeit gegen Nebensprechstörungen untersucht werden. Hierzu dient der Regeneratormeßplatz PR-1, dessen stark vereinfachte Blockschaltung Bild 7 zeigt.

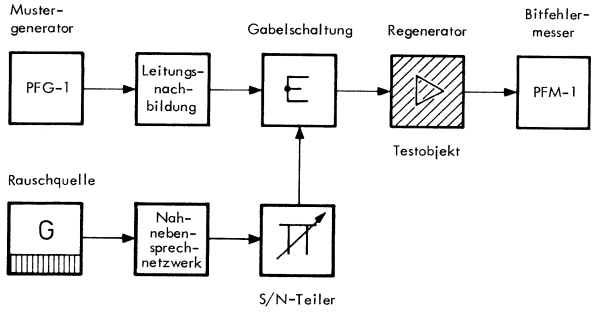


Bild 7 Messen der Bitfehlerhäufigkeit in Abhängigkeit vom Signal-Nebensprechgeräusch-Abstand an einem Regenerator

In dieser Meßanordnung werden die Verhältnisse des praktischen Betriebs so sorgfältig wie möglich und reproduzierbar nachgebildet. Das Prüfmuster durchläuft eine veränderbare Leitungsnachbildung, das Störsignal wird mit Hilfe eines Rauschsignals simuliert und kann dem Nutzsignal zugesetzt werden. In Abhängigkeit vom einstellbaren Nutz-/Störverhältnis kann so die Bitfehlerhäufigkeit am Ausgang des Regenerators bestimmt werden.

Jittermessungen
Eine weitere wichtige Kenngröße der PCM-Technik ist eine mögliche zeitliche Instabilität der Nulldurchgänge von Digitalsignalen. Überschreitet die allgemein als Jitter bezeichnete störende Phasenmodulation bestimmte Toleranzgrenzen, so ist z. B. eine fehlerfreie Biterkennung nicht mehr möglich. Es ist daher erforderlich, die Jitterwerte von Digitalsignalen zu kennen. In diesem Zusammenhang interessiert auch die Jitterübertragungscharakteristik und die Eigenphasenstörung (Eigenjitter) von Regeneratoren. Für Jittermessungen im Bereich der Taktfrequenz von PCM-Grund- und Sekundärsystemen wird in Kürze das Jittermeßgerät PJM-1 zur Verfügung stehen.
Ein zugehöriger Jittermodulator PJS-1 befindet sich ebenfalls in Vorbereitung.

Untersuchung der Kennzeichenübertragung
Beim PCM-System 30/32 wird die Kennzeicheninformation gebündelt im Zeitkanal 16 des Grundrahmens übertragen. Der Zeitkanal 16 besteht wie alle übrigen Zeitkanäle aus 8 Bits, von denen 4 Bits pro Fernsprechkanal und Rahmen für die Wählkennzeichenübertragung benötigt werden. Je 4 weitere Bits sind zur Kennzeichenrahmen-Erkennung und als Meldewort erforderlich. Der Kennzeichenrahmen (Überrahmen) besteht also aus 16 Grundrahmen. Die erforderliche Übertragungskapazität des Kennzeichenkanals ist:

$$\frac{(30 \times 4 \text{ bit}) + (2 \times 4 \text{ bit})}{16 \times 125\ \mu s} = 64 \text{ kbit/s}$$

Bei manchen Fernmeldeverwaltungen erfolgt die Kennzeichenumsetzung in vom Multiplexgerät getrennten Baueinheiten (KZU). Der Informationsaustausch zwischen Kennzeichenumsetzer und Multiplexgerät geht über eine sog. 64-kbit/s-Schnittstelle. Zur Untersuchung der Kennzeichenübertragung kann hier der Kennzeichensignal-Analysator PDA-64 angeschlossen werden. Will man den Kennzeichenkanal auf der 2-Mbit-Ebene überprüfen, ist dies durch Vorschalten des Digitalsignalanalysators PDA-1 vor den PDA-64 möglich.

PCM-1
PCM-Meßplatz

für Messungen bei der Systementwicklung, Inbetriebnahme, Abnahme und Wartung von PCM-Systemen

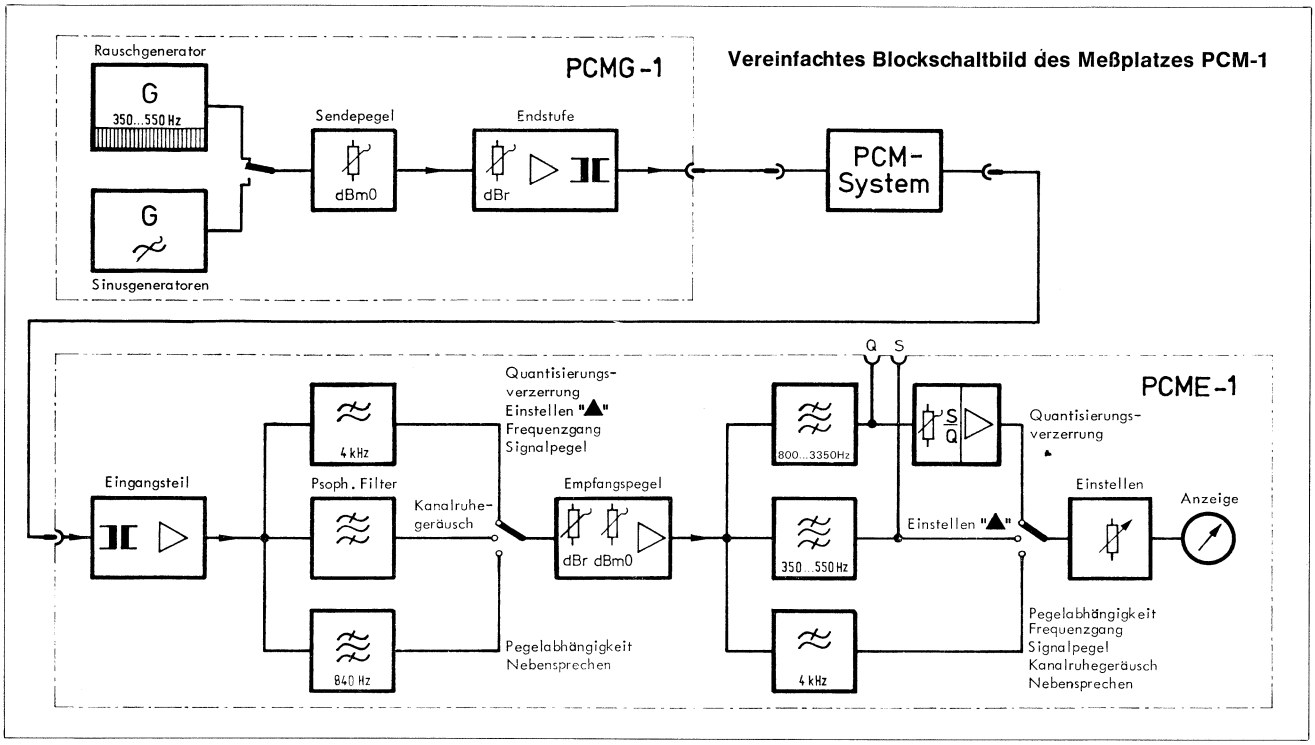


- **Erfassung der wichtigsten Parameter von PCM-Systemen entsprechend der CCITT-Empfehlung G. 712, insbesondere Signal-Quantisierungsverzerrungs-Abstand S/Q (mit »Rauschen« oder »Sinus«) Frequenz- und Pegelabhängigkeit der Restdämpfung Kanalruhegeräusch (psophometrisch bewertet nach CCITT-Empf. P. 53)**
- **S/Q-Messung mit Rauschen gemäß CCITT-Empf. O. 131, Genf 1976**
- **14 Sinus-Festfrequenzen im Bereich 300 . . . 3400 Hz**
- **Bequeme Systemanpassung durch Relativpegel-Einstellung**
- **Einknopfbedienung von Sender- und Empfängereichleitung bei Schleifenmessung**

Anwendung und Eigenschaften

In zunehmendem Maße findet bei Nahverkehrsübertragung die Pulscodemodulation (PCM) Verwendung, bei der das Signal in digitaler Form übertragen wird. Der bei diesem Verfahren erforderlichen neuen Meßtechnik ist der Meßplatz PCM-1 angepaßt: Durch die Quantisierung der analogen Eingangssignale in eine endliche Anzahl von Amplitudenstufen entsteht empfangsseitig die Quantisierungsverzerrung. Diese ist abhängig vom Signalpegel und stellt einen neuen und für PCM typischen Systemparameter dar. Mit dem Meßplatz PCM-1 läßt sich auf einfache Weise der Signal-Quantisierungsverzerrungs-Abstand messen. Dazu ist der Eingang eines zu prüfenden Kanals mit Schmalbandrauschen (350... 550 Hz) oder einem Sinussignal (420 Hz) zu speisen. Am Ausgang des Kanals wird der Empfänger zuerst auf das übertragene Signal eingestellt und anschließend das durch die Quantisierungsverzerrung entstandene Geräusch in einem Band 800... 3350 Hz gemessen. Der Meßplatz PCM-1 zeigt direkt den Quantisierungsverzerrungs-Abstand d. h. die entsprechende Pegeldifferenz – und zwar umgerechnet auf die volle Kanalbreite – an.

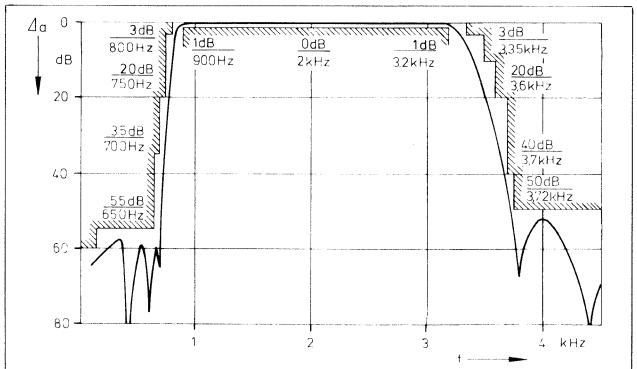
Ebenfalls typisch für PCM ist die Messung der Pegelabhängigkeit der Verstärkung (Restdämpfung), die selektiv mit Sinus 840 Hz aber auch mit Rauschen (350...550 Hz) gemessen werden kann. Sendepegel und Empfängerempfindlichkeit werden hierzu synchron variiert. Die pegelabhängige Restdämpfungsabweichung läßt sich direkt auf der stark



gedehnten Skala des Anzeigeinstruments ablesen. Die Restdämpfung selbst wird in der absolut geeichten Stellung »Signalpegel« (Empfangsband 300...4000 Hz) des Empfängers gemessen.
Weiterhin lassen sich mit dem Meßplatz PCM-1 die Frequenzabhängigkeit der Restdämpfung im Bereich 300... 4000 Hz und das Nebensprechen selektiv (840 Hz ± 20 Hz) bestimmen. Das Kanalruhegeräusch wird bei ausgetastetem Sender – psophometrisch bewertet – gemessen.
Bei Schleifenmessung können Sendepegel und Empfängerempfindlichkeit gleichzeitig verändert werden. Ein Verbindungskabel überträgt die dem Sendepegel entsprechende Einstellung auf den Empfänger. Damit wird eine größere Sicherheit bei der Messung und ein erheblicher Zeitgewinn erreicht.

Technische Einzelheiten

Der Generator PCMG-1 erzeugt quasistochastisches Rauschen in einem Band von 350 ... 550 Hz. Das Rauschsignal hat eine endliche Periodendauer und damit einen endlichen Spektrallinienabstand (5 Hz). Dadurch entstehen im Empfänger nach der Gleichrichtung keine Frequenzen, die kleiner als 5 Hz sind. Die bei echt stochastischen Signalen übliche Unruhe der Anzeige entfällt und das Resultat kann rasch abgelesen werden. Durch seinen definierten Spitzenfaktor (3,48) eignet sich das quasistochastische Rauschen auch für Messungen an der Aussteuerungsgrenze des Systems. Außerdem liefert der Generator 14 Sinussignale im Bereich 300...3400 Hz. Alle Ausgangspegel sind in Stufen von 2 dB und 0,1 dB einstellbar. Ein Relativpegelschalter ermöglicht die Einstellung systemüblicher Werte. Damit erübrigt sich eine Umrechnung von absoluten auf relative Pegel (dBm0). Der Sender kann zur Messung des Kanalruhegeräusches ausgetastet werden.
Im Empfänger PCME-1 gelangt das Meßsignal über den Eingangsübertrager, einem der Meßaufgabe angepaßten Filterpfad und den Relativpegelschalter zur Empfängereichleitung, mit der die Empfindlichkeit in 2-dB-Stufen eingestellt werden kann. Auch hier ist eine Ablesung in dBm0 möglich. Entsprechend den verschiedenen Meßaufgaben lassen sich anschließend weitere Filterpfade einschalten. Die stark gedehnte Skala des Instruments schließt an die 2-dB-Stufen des Schalters an und bietet die bei den Messungen erforderliche hohe Auflösung.



Dämpfungsverlauf Δa des Geräuschfilters im PCME-1, bezogen auf den Wert bei 2000 Hz (Bandbreite 800 bis 3350 Hz); Toleranzschema nach CCITT

Technische Daten des Meßplatzes — PCM-1

Alle wesentlichen Geräteeigenschaften sind durch garantierte Toleranz- und Grenzwertangaben und nicht durch typische Werte gekennzeichnet. Sie gelten nicht nur bei Auslieferung, sondern mindestens für die gesamte Garantiezeit.

Die angegebenen Fehler gelten, wenn nicht anders vermerkt, für die Nenngebrauchsbereiche der Umgebungstemperatur, Netzspannung und Netzfrequenz.

PCM-Meßgenerator PCMG-1

Systemanpassung

Relativpegel, stufenweise umschaltbar . −16,5 / −16 / −15,5 / −15 / −14,5 / −14 / −13,5 / −13 / −7,5 / −7 / −6,5 / −6 / −5,5 / −5 / −4,5 / −4 / −3,5 / −3 / −2,5 / −2 / −1,5 / −1 / −0,5 / 0 / +0,5 / +1 dBr

Ausgang . . . . . symmetrisch, erdfrei

Innenwiderstand . . . . . 600 Ω

Reflexionsdämpfungsmaß im Bereich 300 . . . 4000 Hz . . . . . ≧ 30 dB

Unsymmetriedämpfungsmaß im Bereich 300 . . . 4000 Hz . . . . . ≧ 60 dB

Rauschsignal

quasistochastisch, annähernd normalverteilt, nach CCITT-Empf. O. 131

Rauschband . . . . . 350 bis 550 Hz

Dämpfungsverlauf des Sendefilters (Sendeband 350 . . . 550 Hz) bezogen auf den Wert bei 420 Hz:

250 Hz . . . . . ≧ 55 dB

300 Hz . . . . . ≧ 20 dB

350 Hz . . . . . ≧ 3 dB

550 Hz . . . . . ≧ 3 dB

580 Hz . . . . . ≧ 20 dB

605 Hz . . . . . ≧ 60 dB

17stufiges Schieberegister

Spektrallinienzahl im Rauschband . . . . . ca. 40

Spektrallinienabstand . . . . . ca. 5 Hz

Spitzenfaktor 20 lg $\hat{u}/U_{eff}$ . . . . . 10,5 dB

Fehlergrenzen des Spitzenfaktors . . . . . ±0,5 dB

Sinussignal

Frequenzen, einstellbar . . . . . 300, 420, 500, 600, 840, 1020, 2040, 2400, 2500, 2600, 2800, 2940, 3200, 3400 Hz

Frequenzfehlergrenzen . . . . . ±1,2 %

Frequenzfehlergrenzen für 840 Hz . . . . . ±1 %

Klirrdämpfungsmaß . . . . . ≧ 50 dB

Sendepegel

Einstellbereich, gesamt . . . . . −56,1 bis +6,1 dBm0

Einstellung grob (2-dB-Stufen) . . . . . −56 bis +4 dBm0

fein (0,1-dB-Stufen) . . . . . −0,1 bis +2,1 dBm0

Fehlergrenzen des Sendepegels für Sinus- oder Rauschsignal im gesamten Pegelbereich . . . . . ±0,35 dB

Folgende Teilfehler sind bereits im Fehler des Sendepegels enthalten:

Max. Pegelunterschied (Frequenzgang) der Sinussignale . . . . . ±0,1 dB

Fehlergrenzen des Sendepegels bei 0 dBm0 und 0 dBr . . . . . ±0,2 dB

Fehlergrenzen des Teilers bezogen auf −10 dBm0 bei konstanter Relativpegeleinstellung . . . . . ±0,1 dB

Pegeleinstellung

mit externem Teiler (ca. 10 kΩ) über 2 Schaltbuchsen im Bereich . . −56 bis +4 dBm0

Steuereingänge

Empfangspegeleinstellung des PCME-1 synchron mit Sendepegeleinstellung (Grob- und Feineinstellung)

PCM-Meßempfänger PCME-1

Meßarten und Empfangsfrequenzbereiche

	Meßart	Empfangspegel[1])	Empfangsband
1	Quantisierungsverzerrung (− 10 lg S/Q)	bei einem Signalpegel von − 58,6 bis +6 dBm0 kann ein Quantisierungsverzerrungs-Abstand v. − 40 bis 0 dB gemessen werden	800...3350 Hz[2]) (▲: 350...550 Hz)
2	Pegelabhängigkeit	− 58,6 bis + 6 dBm0	840 Hz ± 20 Hz[2])
3	Frequenzgang	− 58,6 bis + 6 dBm0	300...4000 Hz
4	Signalpegel	− 58,6 bis + 6 dBm0	300...4000 Hz
5	Kanalruhegeräusch	− 88,6 bis − 24 dBm0p	psoph. n. CCITT[3])
6	Nebensprechen	− 88,6 bis − 24 dBm0	840 Hz ± 20 Hz[2])

Feinverstellung der Kalibrierung zur Durchführung von Relativpegelmessungen in den Meßarten 1, 2 und 3 . . . . . ± 2 dB

1) Es wird der Effektivwert der Spannung für Rauschen oder Sinus gemessen.
2) 3-dB-Grenzen.
3) Grünbuch Vol. V, Rec. P 53, 1972

Systemanpassung

Relativpegel, stufenweise umschaltbar – 9,5 / – 9 / – 8,5 / – 8 / – 7,5 / – 7 / – 6,5 / – 6 / – 5,5 / – 5 / – 4,5 / – 4 / – 3,5 / – 3 / – 2,5 / – 2 / – 1,5 / – 1 / – 0,5 / 0 / + 0,5 / + 1 / + 3,5 / + 4 / + 6,5 / + 7 dBr

Eingang . . . . . symmetrisch, erdfrei

Eingangswiderstand . . . . . 600 Ω

Reflexionsdämpfungsmaß im Bereich 300 . . . 4000 Hz . . . . . ≧ 30 dB

Unsymmetriedämpfungsmaß im Bereich 300 . . . 4000 Hz . . . . . ≧ 60 dB

Anzeigeinstrument

Anzeigebereich des Instruments . . . . . – 2,6 bis + 2 dB

Empfängerempfindlichkeit

Bereichseinstellung des Empfangspegels (2-dB-Stufen)

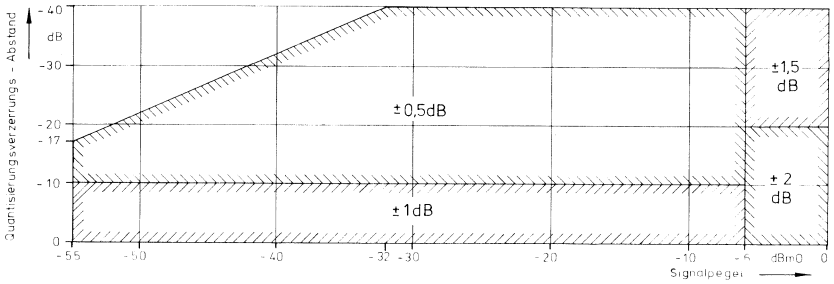
in den Meßarten 1, 2, 3 und 4 . . . . . – 56 bis + 4 dBm0

in den Meßarten 5 und 6 . . . . . – 86 bis – 26 dBm0

in Meßart 1 zusätzlich . . . . . –40 bis 0 dB

Fehlergrenzen

Fehler des angezeigten Quantisierungsverzerrungs-Abstands (für Rauschen) nach Referenzeinstellung



Die angezeigten Ergebnisse sind auf eine Kanalbreite von 3100 Hz umgerechnet

Fehler bei Meßart »Pegelabhängigkeit« bezogen auf den Wert – 10 dBm0 und bei konstanter Relativpegeleinstellung . . . . ± 0,1 dB

Fehler des angezeigten Pegels bei Meßart »Frequenzgang« bezogen auf 840 Hz und bei fester Teilereinstellung . . . . . ± 0,1 dB

Fehler des angezeigten Pegels bei Meßart »Signalpegel« für Rauschen oder Sinus

bei 0 dBm0 . . . . . ± 0,25 dB

im gesamten Bereich des Empfangspegels . . . . . ± 0,35 dB

Fehler bei Meßart »Kanalruhegeräusch«

im Pegelbereich – 80 bis – 24 dBm0p . . . . . ± 1 dB

Fehler bei Meßart »Nebensprechen«

im Pegelbereich – 80 bis – 24 dBm0 (Sendesignal 840 Hz ± 1%) . . . . . ± 0,8 dB

Registriergeräte-Anschluß

Ausgangsspannung in Meßart 1 (Pegelteiler in Stellung 0 dBm0, Signalpegel 0 dBm0)

Ausgang »S«, Leerlaufspannung . . . . . ca. +10 dB

Ausgang »Q«, Leerlaufspannung . . . . . ca. +10 dB –10 lg S/Q

Innenwiderstand . . . . . ca. 10 kΩ

Allgemeine Daten

Umgebungstemperatur

Transport und Lagerung . . . . . – 40 bis + 70 °C

Nenngebrauchsbereich (≙ Grenzbetriebsbereich) . . . . . + 5 bis + 40 °C

Stromversorgung

Nenngebrauchsbereiche der Netzspannung . . . . . 110 / 117 / 127 / 220 / 227 / 235 V – 15% / + 10%

Nenngebrauchsbereich der Netzfrequenz . . . . . 45 bis 60 Hz

Leistungsaufnahme Meßgenerator PCMG-1 . . . . . ca. 6 VA

Meßempfänger PCME-1 . . . . . ca. 10 VA

Abmessungen für PCMG-1 und PCME-1

Tischgerät		19"-Einschub (DIN 41494)	
Breite mit Griffen	478 mm	Einschubbreite	443 mm
Höhe über alles	110 mm	Einschubhöhe	87 mm
Tiefe mit Griffen	407 mm	Einbautiefe	353 mm

Gewicht Meßgenerator PCMG-1 . . . . . ca. 7,5 kg

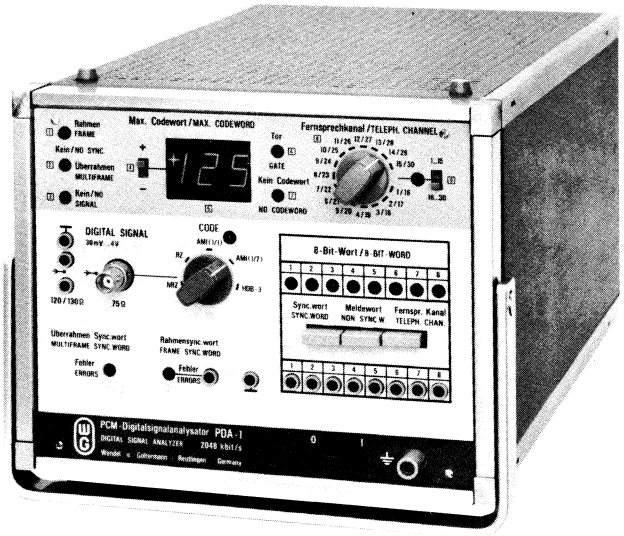
Meßempfänger PCME-1 . . . . . ca. 8,5 kg

Bestellangaben

Meßgenerator PCMG-1	BN 577
Meßempfänger PCME-1	BN 576
Transportschutzdeckel für PCMG-1 bzw. PCME-1 (gegen Aufpreis)	DE-1

PDA-1
PCM-Digitalsignalanalysator

zum Überprüfen der Analog-Digitalumwandlung bei PCM-30-Multiplexgeräten



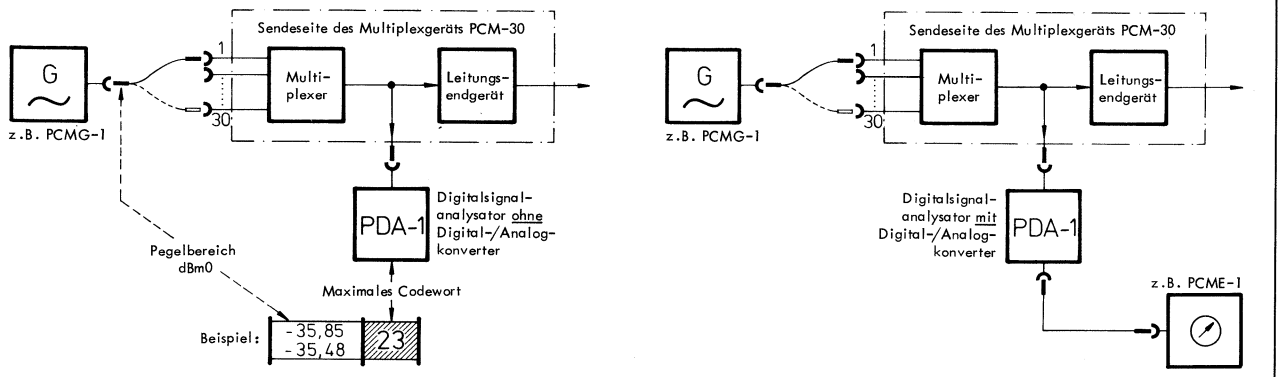
Neu:

Hochgenauer DA-Wandler (Option) ermöglicht die Messung aller wesentlichen Analogparameter nur der Sendeseite

- **Synchronisiert sich auf den PCM-Pulsrahmen gemäß CCITT-Empfehlung G.732**
- **Entnimmt 8-bit-Codewörter aus einem wählbaren Fernsprechkanal**
- **Ziffernanzeige des maximalen positiven oder negativen Codeworts im Fernsprechkanal (digitale Spitzenwertmessung)**
- **Darstellung der 8-bit-Wörter durch Leuchtdiodenanzeige**
- **Überwachung von Synchron- und Meldewort**
- **Eingebauter Taktregenerator 2048 kbit/s**
- **Alle gängigen Codes: NRZ, RZ, AMI, HDB-3; symmetrischer und koaxialer Eingang**
- **Fernsteuermöglichkeit und Datenausgang auf Wunsch**

Anwendung und Eigenschaften

Bei der Prüfung von PCM-Multiplexgeräten genügt es nicht, nur die analogen Meßgrößen zwischen NF-Ein- und Ausgängen (bei Durchschaltung in der Digitalebene) zu ermitteln. Es ist auch notwendig, Sende- und Empfangseinrichtung getrennt und voneinander unabhängig auszumessen, damit z. B. bei einer späteren digitalen Vermittlung die Endstellen wahlweise zusammengeschaltet werden können. Diese Messungen erstrecken sich von der Analog- zur Digitalseite und umgekehrt.
Die Messung der Sendeseite wird mit dem Digitalsignalanalysator PDA-1 ausgeführt, zusammen mit einem Pegelsender, der ein klirrarmes Sinussignal liefert (z. B. PCMG-1). Das Sinussignal wird an einen der 30 Kanaleingänge des PCM-Multiplexgeräts gelegt. Die Auswertung durch den Digitalsignalanalysator PDA-1 erfolgt an der digitalen Schnittstelle z. B. zwischen Multiplexer und Leitungsendgerät. Sobald sich der Analysator auf das PCM-Signal synchronisiert hat, entnimmt er aus dem eingestellten Kanal die dem Prüfsignal entsprechenden Codewörter. Eine Ziffernanzeige gibt in dezimaler Form das maximale positive oder negative Codewort an, was einer Spitzenwertmessung des Analogsignals entspricht. Unter Berücksichtigung der Kompressorkennlinie und des Codierungsgesetzes kann der Zusammenhang zwischen angezeigtem Codewort und Sendepegel am Kanaleingang leicht berechnet werden. Eine Umrechnungstabelle ist dem Gerät beigefügt. Damit ist



a) Messung unter Beobachtung des max. Codewortes

b) Messung mit Pegelmesser

Messung der Übertragungsparameter an der Sendeseite von PCM-Multiplexgeräten

eine Messung der Pegel- und Frequenzabhängigkeit der Restdämpfung des Codierers sowie die Untersuchung der Codierersymmetrie möglich.
Durch die Bestimmung des Eingangspegels, der gerade das größtmögliche Codewort (127) erzeugt, läßt sich die Aussteuerungsgrenze des Systems bestimmen.
Bei nicht ausgesteuertem System kann durch wahlweise Beobachtung positiver oder negativer Codewörter die Nullpunktlage des Codierers überprüft werden. Auch die Frequenz des Stufenkippens ist einfach durch Anschluß eines Frequenzzählers an einem 8-bit-Parallelausgang meßbar.
Mit dem Digitalsignalanalysator ist weiterhin das Nebensprechen zwischen einzelnen Kanälen erfaßbar. Ebenso kann der Dämpfungsverlauf des Fernsprech-Kanalfilters im Sperrbereich ermittelt werden.

Der Digitalsignalanalysator PDA-1 ist zur Durchführung automatisierter Messungen in wichtigen Funktionen fernsteuerbar. Dazu ist die auf Wunsch lieferbare Fernsteuerkarte einzusetzen.

Neu ist die Möglichkeit, den Analysator PDA-1 mit einer Digital-/Analogkonverter-Steckkarte auszurüsten, die aus den empfangenen 8-bit-Wörtern eines gewählten Sprachkanals wieder das analoge Signal zurückgewinnt. Zusammen mit einem geeigneten Meßplatz (z. B. PCM-1) lassen sich so alle wesentlichen Eigenschaften der Sendeseite eines Multiplexgeräts, wie sie in den CCITT-Empfehlungen G.711 und G.712 beschrieben sind, allein bestimmen. Das Umrechnen von angezeigten Codewörtern auf Pegelwerte entfällt in diesem Fall.

Technische Einzelheiten

Das Empfangssignal für den Analysator PDA-1 ist das digitale Signal eines PCM-Systems gemäß CCITT-Empfehlung G.732.
Zur Anpassung an alle vorkommenden digitalen Schnittstellen ist sowohl ein koaxialer 75-Ω-Eingang als auch ein symmetrischer 120- bzw. 130-Ω-Eingang vorgesehen. Die hohe Eingangsempfindlichkeit des Analysators gestattet auch den Anschluß an das System über einen hohen Entkopplungswiderstand.
Alle üblichen Leitungscodes – RZ, NRZ, AMI (1/2), AMI (1/1) und HDB-3 – können verarbeitet werden. Für den HDB-3-Code ist im Gerät ein Decodierer vorhanden.
Um vom Systemtakt unabhängig zu sein, enthält der Analysator PDA-1 einen Taktregenerator, der eine einwandfreie Abtastung in Bitmitte ermöglicht.
Die Synchronisierung auf den PCM-Rahmen erfolgt nach den Bedingungen der CCITT-Empfehlung G.732.
Bei der Messung wird wahlweise in einem der 30 Fernsprechkanäle das größte vorkommende positive oder negative Codewort festgestellt. Während einer Beobachtungszeit von 250 ms werden die einlaufenden Codewörter miteinander verglichen. Das größte Codewort wird in einen Speicher übernommen und nach der Umwandlung in die dezimale Form an einer Ziffernanzeige dargestellt. Die kontinuierlich einlaufenden 8-bit-Codewörter des gewählten Sprachkanals können zur externen Auswertung einem 8-bit-Parallelausgang entnommen werden. Zur optischen Darstellung sind diesem Ausgang 8 Leuchtdioden zugeordnet.
Durch einen Tastenschalter kann der Parallelausgang und die Leuchtdiodenanzeige auch auf den Zeitkanal 0 geschaltet werden und je nach Anwahl das Synchronwort oder das Meldewort ausgeben. Für die Zählung der Synchronwortfehler ist ein weiterer Ausgang vorgesehen.
An der Rückseite des Digitalsignalanalysators befindet sich ein Ausgang für den Kennzeichenrahmen, der aus dem Zeitkanal 16 gewonnen wird. Außerdem steht der 64-kHz- und der 8-kHz-Takt zur Verfügung.
Die am 8-bit-Parallelausgang entstehenden 8-bit-Wörter eines gewählten Sprachkanals können geräteintern auch einem Digital-/Analogkonverter zugeführt werden. Dieser wandelt das PCM-Digitalsignal in pulsamplitudenmodulierte Abtastwerte um, die nach Passieren eines Formfilters wieder das sendeseitig eingespeiste und mit den Verzerrungen der Analog-/Digitalsignalumwandlung des Multiplexgeräts behaftete Analogsignal ergeben. Die Eigenfehler des Konverters sind so gering, daß sie die Analogparametermessung der Sendeseite eines Multiplexgeräts nicht beeinflussen. Der Ausgang des Digital-/Analogkonverters zum Anschluß des Empfängers eines PCM-Meßplatzes befindet sich auf der Rückseite des Analysators PDA-1.

Technische Daten des Digitalsignalanalysators — PDA-1

Erkennbarer Pulsrahmen

PCM-Rahmen und Synchronisation entsprechend der CCITT-Empfehlung G.732 für 30-Kanal-PCM-Systeme.
Anzeige des Synchronismus durch Leuchtdioden . . . . . „Kein Rahmen-Sync."
„Kein Überrahmen-Sync."

Bitfolgefrequenz

des Digitalsignals . . . . . 2048 kbit/s ± 200 bit/s
Das Gerät enthält einen Taktregenerator, der eine Abtastung in Bitmitte gewährleistet.

Digitalsignaleingang

Unsymmetrisch
Signalcode . . . . . NRZ, RZ, AMI (1/2), AMI (1/1), HDB-3
Eingangswiderstand . . . . . 75 Ω
Reflexionsdämpfungsmaß
im Frequenzbereich 100 kHz bis 2 MHz . . . . . ≧ 20 dB

Symmetrisch
Signalcode . . . . . AMI (1/2), AMI (1/1), HDB-3
Eingangswiderstand, Nennwerte . . . . . 120 und 130 Ω
Reflexionsdämpfungsmaß
im Frequenzbereich 100 kHz bis 2 MHz . . . . . ≧ 20 dB

Eingangsspannungsbereich
(erforderliche Pulsamplitude) . . . . . 30 mV bis 3 V
Max. zul. Effektivwert der Eingangsspannung . . . . . 4 V
Überwachung des Eingangssignals durch Leuchtdiode . . . . . „Kein Signal"

Auswertung

Wahl des Fernsprechkanals
Anwählbar sind die Fernsprechkanäle 1 bis 15 und 16 bis 30
(≙ Zeitkanäle 1 bis 15 und 17 bis 31)

Anzeige des maximalen Codeworts im gewählten Fernsprechkanal
Polarität der beobachteten Codewörter wählbar . . . . . positiv oder negativ
Beobachtungszeit der Codewörter (repetierend) . . . . . 250 ms
Codewortbereich . . . . . + 0 bis + 127
bzw. − 0 bis − 127
Anzeige . . . . . Sieben-Segment-Anzeige
Anzeige „Kein Codewort" mit Leuchtdiode
Zuordnung der maximalen Codewörter zum Eingangs-sollpegel bei sinusförmigem Signal . . . . . mittels dem Gerät beiliegender Tabelle

Anzeige und Ausgang „8-bit-Wort im Zeitkanal"
8stellige Leuchtdiodenanzeige zur wahlweisen Anzeige . . . . des Synchronworts im Zeitkanal 0 geradzahliger Rahmen
des Meldeworts im Zeitkanal 0 ungeradzahliger Rahmen
der Codewörter im gewählten Fernsprechkanal
8-bit-Parallelausgang für die Wörter des gewählten Kanals
Ausgangsspannungen:
LOW (1-Signal) . . . . . 0 bis 0,5 V
HIGH (0-Signal) . . . . . +2,4 bis +5,25 V
TTL-Ausgangslastfaktor (fan out) 10

Anzeige und Ausgang „Rahmensynchronwort-Fehler"
Abgabe bzw. Anzeige eines Impulses pro fehlerhaft empfangenem Rahmensynchronwort
Ausgangsspannungen:
LOW (kein Fehler) . . . . . 0 bis 0,5 V
HIGH (Fehler) . . . . . +2,4 bis +5,25 V
TTL-Ausgangslastfaktor (fan out) 10

Anzeige „Überrahmensynchronwort-Fehler"
Anzeige eines Impulses pro fehlerhaft empfangenem Überrahmensynchronwort.

Ausgang „Kennzeichenrahmen"
Am Ausgang steht der aus dem Kennzeichenzeitkanal 16 gewonnene Kennzeichenrahmen zur Verfügung.
Ausgabe der Information . . . . . seriell
Bitfolgefrequenz . . . . . 64 kbit/s

Taktausgänge
Taktfrequenzen . . . . . 8 kHz und 64 kHz

Allgemeine Daten

Umgebungstemperatur
Lager und Transport . . . . . −40 bis +70° C
Nenngebrauchsbereich (≙ Grenzbetriebsbereich) . . . . . + 5 bis + 40° C

Stromversorgung
Nenngebrauchsbereiche der Netzspannung . . . . . 110/117/128/220/227/238 V
− 15% / + 10%
Nenngebrauchsbereich der Netzfrequenz . . . . . 45 bis 66 Hz
Leistungsaufnahme (mit Zusatzeinrichtungen) . . . . . ca. 62 VA

Abmessungen
Breite . . . . . 233 mm
Höhe . . . . . 199 mm
Tiefe . . . . . 390 mm

Gewicht . . . . . ca. 9 kg

Zusatzeinrichtungen (auf Wunsch gegen Aufpreis)

Fernsteuerung und Datenausgabe

Fernsteuereingang . . . . . 50polige Amphenolbuchse
Fernsteuerbar sind Signalcode, Fernsprechkanal und Wahl der Anzeige:
positive oder negative Codewörter
Datenausgang . . . . . 50polige Amphenolbuchse
Ausgabe des maximalen Codeworts . . . . . im BCD-Code 8-4-2-1
umschaltbar . . . . . positive oder negative Logik
Signalspannungen . . . . . TTL-Spannung

Digital-/Analogkonverter
(einsetzbar in Geräte PDA-1 ab Serie C)

Wechselspannungsausgang zur Messung der Analogparameter
Innenwiderstand . . . . . 600 Ω, unsymmetrisch
Reflexionsdämpfungsmaß
im Frequenzbereich 200 Hz bis 3,4 kHz . . . . . ≧ 56 dB

Frequenzbereich . . . . . 200 Hz bis 3,4 kHz

Pegelbereiche
Das Gerät hat zwei Pegelbereiche mit automatischer Bereichsumschaltung:
Bereich I: Max. Codewörter im Bereich 0 bis 79
bei sinusförmiger Spannung entsprechend . . . . . −60 bis −15,0 dBm0
Bereich II: Max. Codewörter im Bereich 80 bis 127
bei sinusförmiger Spannung entsprechend . . . . −14,9 bis +3,14 dBm0

Ausgangspegel bei 0 dBm0 und 1 kHz (Restdämpfung)
gemessen mit einem Digitalsignal aus Codewörtern entsprechend
der CCITT-Empfehlung G.711
bei Abschluß mit 600 Ω . . . . . 0 dB
Fehlergrenzen . . . . . ± 0,05 dB

Max. Pegelabhängigkeit der Restdämpfung bei 1 kHz bezogen
auf den Wert bei −10 dBm0 (Linearitätsfehlergrenzen)
im Bereich −60 bis −55 dBm0 . . . . . ± 0,6 dB
−54 bis −50 dBm0 . . . . . ± 0,3 dB
−49 bis −40 dBm0 . . . . . ± 0,1 dB
−39 bis +3,14 dBm0 . . . . . ± 0,05 dB

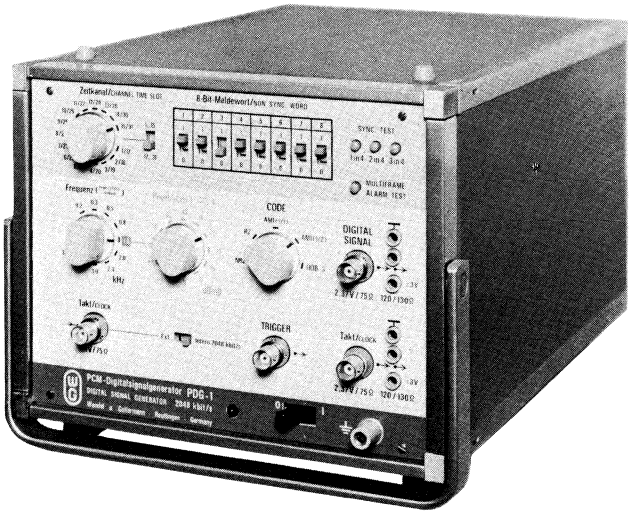
Max. Frequenzabhängigkeit der Restdämpfung bei −10 dBm0
bezogen auf den Wert bei 1 kHz . . . . . ± 0,1 dB

Bestellangaben

PCM-Digitalsignalanalysator, vorbereitet für den Einbau der Zusatzeinrichtung „Digital-/Analogkonverter“	BN 800/3
Zusatzeinrichtungen (gegen Aufpreis)	
Fernsteuerkarte	BN 800/1
Digital-/Analogkonverter	BN 800/2
Transportschutzdeckel	DE 13

PDG-1
PCM-Digitalsignalgenerator

zum Einjustieren der Empfangsseite von PCM-30-Multiplexgeräten entsprechend CCITT-Empf. G. 711 („Digitales Milliwatt") und Überprüfen der Digital-Analogumwandlung

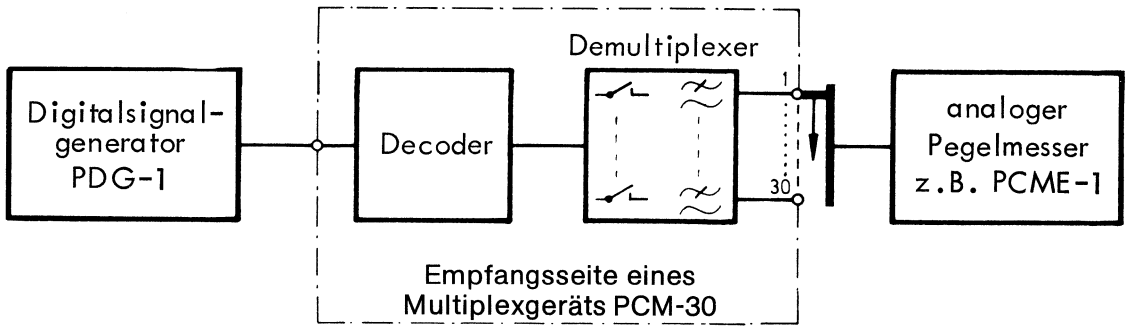


- **Verfügbare Sendesignale**
  - **PCM-Codewörter, die am Ausgang der Empfangseinrichtung einem Pegel von 0 dBm0 bei 1 kHz entsprechen (CCITT-Empfehlung G. 711)**
  - **PCM-Codewörter, die am Ausgang der Empfangseinrichtung einem Pegel von 0 dBm0 bei verschiedenen Frequenzen entsprechen**
  - **PCM-Codewörter, die am Ausgang der Empfangseinrichtung Pegeln im Bereich −55 bis +3,14 dBm0 bei 1 kHz entsprechen**
- **Erzeugung eines PCM-Rahmens mit Synchroninformation entsprechend der CCITT-Empfehlung G. 732**
- **Eingebauter Taktgenerator 2048 kbit/s**
- **Freie Wahl des zu messenden Zeitkanals**
- **Alle gängigen Codes: NRZ, RZ, AMI und HDB-3; symmetrische und koaxiale Ausgänge**
- **Fernsteuermöglichkeit auf Wunsch**

Anwendung

In zunehmendem Maße findet die Pulscodemodulation (PCM) Verwendung. Die analogen Signale (Sprachsignale) werden hierbei abgetastet (PAM) und über eine nichtlineare Kennlinie quantisiert. Das Umsetzen der PAM-Proben in Codewörter ermöglicht die digitale Form der Übertragung. Empfangsseitig werden die Analogsignale in umgekehrter Reihenfolge zurückgewonnen.
Die Übertragungsparameter eines PCM-Systems (Restdämpfung, Frequenzgang, Pegelabhängigkeit usw.) sind in der CCITT-Empfehlung G. 712 festgelegt und können z. B. mit dem auf diese speziellen Erfordernisse abgestimmten Pegelmeßplatz PCM-1 (siehe Blatt PCM-1) gemessen werden. Darüber hinaus ist es aber notwendig und vorteilhaft, die Sendeseite und die Empfangsseite allein einjustieren zu können.
Zum Einmessen der Empfangsseite eignet sich der Digitalsignalgenerator PDG-1 zusammen mit einem Pegelmesser (z. B. dem Empfänger des Meßplatzes PCM-1). Der Digitalsignalgenerator liefert die in der CCITT-Empfehlung spezifizierte Codewortfolge, die dem Digitaleingang der Empfangsseite eines Multiplexgeräts PCM-30 zugeführt wird; am NF-Ausgang mißt der Pegelmesser den Analogpegel. Nacheinander kann auf diese Weise in allen 30 Fernsprechkanälen die Restdämpfung bei 1 kHz kontrolliert und einjustiert werden.
Darüber hinaus liefert der Digitalsignalgenerator neun wei-

tere digitale Codewortfolgen, die am Analogausgang des PCM-Multiplexgeräts den Pegel 0 dBm0 für 9 verschiedene Frequenzen ergeben. Damit kann die Frequenzabhängigkeit der Restdämpfung überprüft werden. Zur Kontrolle der Pegelabhängigkeit der Restdämpfung liefert der Generator digitale Signale, die bei 1 kHz verschiedenen Ausgangspegeln entsprechen. Sind die Eigenschaften der Empfangsseite bekannt, so kann danach über eine Gesamtmessung des PCM-Systems (Rücken-an-Rücken-Betrieb) die Sendeseite ebenfalls überprüft und eingepegelt werden.
Die Möglichkeit, Sende- und Empfangsseite unabhängig voneinander einzumessen, erlaubt eine genauere Festlegung der Aussteuerungsgrenze. In Zukunft wird bei einer digitalen Vermittlung grundsätzlich die Prüfung einer Endstelle mit PCM-Signalen auf der einen Seite und Analogsignalen auf der anderen Seite erforderlich sein, da dann die Endstellen (Sender und Empfänger) wahlweise zusammengeschaltet werden können.



Messung der Übertragungsparameter an PCM-Empfangsstellen

Technische Einzelheiten

Der Digitalsignalgenerator PDG-1 erzeugt einen vollständigen PCM-Rahmen für das 32-Kanal-PCM-System gemäß CCITT-Empfehlung G. 732.
In einem der für die Sprachübertragung vorgesehenen Zeitkanäle werden als Prüfsignal 8-Bit-Wörter (codierte Abtastproben) gesendet, die einem bestimmten Pegel bei einer festen Frequenz auf der Analogseite des PCM-Systems entsprechen. Es besteht die Möglichkeit, wahlweise einen der 30 Fernsprechkanäle mit den Codewörtern zu belegen.
Für die digitale Darstellung des Analogsignals eignen sich besonders die Subharmonischen der Abtastfrequenz, da sie sich mit relativ wenigen verschiedenen Proben darstellen lassen. Im Digitalsignalgenerator werden für Frequenzen $\leqq 2$ kHz die einer Sinushalbwelle entsprechenden Proben aus einem Festwertspeicher periodisch mit positivem oder negativem Vorzeichen-Bit abgerufen und nacheinander in den vorher gewählten Fernsprechkanal eingeblendet. Für Frequenzen > 2 kHz sind die Codewörter im Festwertspeicher für mehrere Perioden gespeichert.
Alle Codewörter wurden so gewichtet, daß der empfangsseitige Pegelfehler der Grundschwingung möglichst klein ist.
Zur Messung des Frequenzgangs der Empfangsseite können 10 Frequenzen im Bereich 200 bis 3550 Hz bei einem Pegel von 0 dBm0 (Aussteuerungsgrenze des PCM-Systems +3,14 dBm0) simuliert werden.
Zur Überprüfung der Pegelabhängigkeit der Restdämpfung werden vom Generator PDG-1 Signale abgegeben, die bei 1 kHz einem Pegel im Bereich −55 bis +3,14 dBm0 entsprechen.
In den nicht mit dem Prüfsignal belegten Fernsprechkanälen wird ein „Ruhesignal" gesendet, daß sich geräteintern einstellen läßt.
Die feststehenden 8-bit-Wörter eines PCM-Rahmens – Synchronwort, Überrahmen-Synchron- und -Meldewort und die Belegung „Kennzeichenkanal" (≙ Zeitkanal 16) – werden aus einer festprogrammierten Diodenmatrix abgerufen. Das Meldewort, das im Wechsel mit dem Synchronwort gesendet wird, ist mit acht Schiebeschaltern von der Frontplatte aus einstellbar.
Zur Anpassung an die unterschiedlichen Schnittstellen der PCM-Systeme gibt der Generator PDG-1 sowohl das Digitalsignal als auch den Takt an symmetrische (120/130 Ω) und an koaxiale Ausgänge (75 Ω) ab. Der Takt kann seinerseits entweder von einem internen Quarzgenerator oder vom System über einen externen Takteingang bezogen werden.
Alle üblichen Leitungscodes – RZ, NRZ, AMI (1/2), AMI (1/1), HDB-3 – können mit einem Schalter gewählt werden.
Die Einhaltung der vom CCITT festgelegten Bedingungen für den Rahmen- und Überrahmensynchronismus ist mit einer Testeinrichtung im PDG-1 leicht nachprüfbar. Beim Rahmensynchrontest werden per Tastendruck falsche Synchronwörter gesendet, und zwar in der Weise, daß in jeweils vier aufeinanderfolgend gesendeten Synchronwörtern entweder ein, zwei oder drei falsche Synchronwörter enthalten sind. In den Fällen „1 in 4" und „2 in 4" muß der Rahmensynchronismus erhalten bleiben; der Fall „3 in 4" dagegen muß zum Verlust des Rahmensynchronismus führen. Meldeeinrichtungen am zu prüfenden Multiplexgerät sollen diesen Zustand signalisieren. Auf ähnliche Weise ist ein Überrahmensynchrontest durchführbar.

Technische Daten des Digitalsignalgenerators — PDG-1

Ausgangssignal

PCM-Rahmen entsprechend der CCITT-Empfehlung G. 732

Bitfolgefrequenz

Interne Takterzeugung . . . . . 2048 kbit/s ± 100 bit/s

Externer Takteingang, Nennwert . . . . . 2048 kbit/s
Eingangswiderstand, unsymmetrisch . . . . . 75 Ω
Eingangsspannung . . . . . ≧ 1 V

Wahl des Zeitkanals

Die Codewörter werden in einem der 30 Fernsprechkanäle (≙ Zeitkanäle 1 bis 15 und 17 bis 31) gesendet.

Digitale Codewörter

Die Codewörter simulieren Signale, deren Pegel auf eine Aussteuerungsgrenze . . . . . T_{max} = 3,14 dBm0 bezogen ist.

Die Codewörter ergeben auf der Analogseite des Prüflings eine Frequenz von . . . . . 1 kHz
bei einem Analogpegel 0 dBm0

Außerdem können folgende 1-kHz-Analogpegel simuliert werden . . . . . −55, −50, −40, −30, −25, −20, −15, −10, −5, +3,14 dBm0
sowie
bei einem festen Pegel von 0 dBm0 die folgenden Frequenzen (Nennwerte)[1] . . . . . 200, 300, 500, 800, 1000, 2000, 2400, 3000, 3400, 3550 Hz

Pegelfehler
Empfangsseitiger durch die Quantisierung bedingter theoretischer Pegelfehler für die verschiedenen Pegelwerte bei selektiver Messung, bezogen auf den Wert bei 1 kHz und 0 dBm0
im Pegelbereich −30 bis +3,14 dBm0 . . . . . ± 0,05 dB
im Pegelbereich −50 bis −35 dBm0 . . . . . ± 0,1 dB
bei −55 dBm0 . . . . . ± 0,2 dB

Klirrdämpfung der 0-dBm0-Signale
Abstand der harmonischen (bzw. subharmonischen) Spektrallinien von der Grundschwingung im Bereich 300 Hz bis 3,8 kHz . . . . . ≧ 30 dB

Ausgänge PCM-Signal und Takt

Unsymmetrisch
Innenwiderstand R_i . . . . . 75 Ω
Ausgangspulshöhe bei $R_i = R_a$ . . . . . 2,37 V ± 10%
Ausgangspulsform . . . . . Rechteck

Symmetrisch
Innenwiderstand R_i . . . . . 120/130 Ω
Ausgangspulshöhe bei $R_i = R_a$ . . . . . ± 3 V ± 10%
Ausgangspulsform . . . . . Rechteck

Codes

PCM-Signal unsymmetrisch . . . . . NRZ, RZ, AMI (1/2), AMI (1/1), HDB-3
symmetrisch . . . . . AMI (1/2), AMI (1/1), HDB-3

Fernsteuerkarte

auf Wunsch
Fernsteuerung sämtlicher Bedienungsfunktionen durch das Programmsteuer- und Auswertegerät PRA-30

Allgemeine Daten

Umgebungstemperatur
Transport und Lagerung . . . . . −40 bis +70 °C
Nenngebrauchsbereich (≙ Grenzbetriebsbereich) . . . . . +5 bis +40 °C

1) Tatsächliche Frequenz (Subharmonische der Abtastfrequenz)

Nennfrequenz	200	300	500	800	1000	2000	2400	3000	3400	3550 Hz
tatsächliche Frequenz	200	307,7	500	800	1000	2000	2400	3000	3429	3556 Hz

Stromversorgung

Nenngebrauchsbereiche der Netzspannung		110/117/127/220/227/235 V −15% / +10%
Nenngebrauchsbereich der Netzfrequenz		45 bis 66 Hz
Abmessungen	Breite	233 mm
	Höhe	199 mm
	Tiefe	390 mm
Gewicht		ca. 7,5 kg

Bestellangaben

PCM-Digitalsignalgenerator PDG-1	BN 669
Zusatzeinrichtung (gegen Aufpreis)	
Fernsteuerkarte	BN 669/1
Transportschutzdeckel	DE-13

PF-1
Bitfehlermeßplatz

zur Messung der Bitfehlerhäufigkeit in der PCM- und Datenübertragungstechnik im Bereich 48 bis 8448 kbit/s

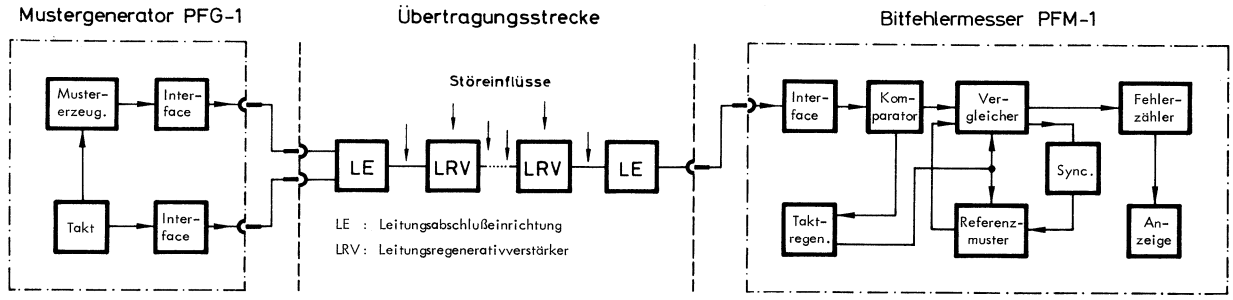


- **Muster:**
  Quasi-Zufallsfolgen 2^9-1 bit und $2^{15}-1$ bit, Bitfolgen ... 1010 ..., ... 10001000 ... und ... 0000 ...
- **Frei programmierbares Digitalwort mit max. 16 bit als Zusatzeinrichtung**
- **Bitfolgefrequenzen der internen Taktgeneratoren im Mustergenerator 1536 kbit/s, 2048 kbit/s und 8448 kbit/s**
- **Mustergenerator extern phasenmodulierbar**
- **Signalcodes: NRZ, RZ, AMI und HDB-3**
- **Symmetrische und koaxiale Aus- und Eingänge**
- **Anzeigebereich für die Bitfehlerhäufigkeit $1 \cdot 10^{-2}$ bis $1 \cdot 10^{-8}$**
  Zählkapazität bei Fehlerzählung 1 bis 10^5
- **Druckeranschluß und Schreiberausgang**

Anwendung und Eigenschaften

Kennzeichnend für die PCM- und Datenübertragungstechnik ist die digitale Übertragung der Nachrichteninformation. Für die Beurteilung der Übertragungsgüte sind deshalb die bekannten Kriterien der analogen Meßtechnik (Dämpfungs-, Laufzeit- und Rauschklirrmessungen) nicht mehr ausreichend.
Als wichtigstes Qualitätsmaß neu hinzugekommen ist die Fehlerhäufigkeit. Äußere und innere Störer können das digitale Leitungssignal derart beeinflussen, daß empfangsseitig Fehler einzelner Bits oder ganzer Bitgruppen auftreten. Üblicherweise wird die Bitfehlerhäufigkeit als Verhältnis von gestörten Bits zur Gesamtzahl der übertragenen Bits definiert.

Bei Fehlerhäufigkeitsmessungen wird ein bekanntes Muster mit möglichst stochastischem Charakter von einem Mustergenerator ausgesendet, übertragen und empfangsseitig mit einem Bitfehlermesser untersucht.
Demgemäß erzeugt der Mustergenerator PFG-1 neben einigen häufig vorkommenden Bitfolgen zwei Quasi-Zufallsfolgen. Ein für die Datenübertragung von CCITT spezifiziertes Muster mit der Länge 2^9-1 bit eignet sich wegen seiner Kürze bei PCM vor allem für oszilloskopische Beobachtungen. Für Fehlerhäufigkeitsmessungen wird wegen seiner besseren Statistik ein Quasi-Zufallsmuster mit der Länge $2^{15}-1$ bit bevorzugt.
Für grundsätzliche Untersuchungen eignet sich ein frei



Prinzip der Fehlerhäufigkeitsmessung an einem PCM-System

programmierbares Digitalwort (max. Länge 16 bit), mit dem der Mustergenerator auf Wunsch ausgerüstet werden kann.
Erschwerte Bedingungen für die Taktrückgewinnung der Regeneratoren werden durch eine zusätzliche Einblendung von Nullen im Muster erreicht. Die Bitausblendung kann sowohl einmalig am Ende der maximalen Nullfolge des Quasi-Zufallsmusters als auch repetierend im Muster erfolgen.
Zur Prüfung des Verhaltens der Regenerativverstärker bei verjittertem Signal kann im Mustergenerator die Phase des Signals moduliert werden.
Der Taktbereich des Mustergenerators reicht von Bitraten der schnellen Datenübertragung (48 kbit/s und 64 kbit/s) bis zur Bitrate des PCM-Sekundärsystems (8448 kbit/s). Für die Bitraten 1536 kbit/s, 2048 kbit/s und 8448 kbit/s sind Quarzgeneratoren vorgesehen. Mittels eines externen Takteingangs kann das Muster jedoch im gesamten Taktbereich abgegeben werden.
Zur Anpassung an die unterschiedlichen Schnittstellen der Systeme gibt der Mustergenerator sowohl das Digitalsignal als auch den Takt an symmetrischen (120/130 Ω) und an unsymmetrischen Ausgängen (75 Ω) ab. Vorgesehene Signalcodes sind RZ, NRZ, AMI (1/2), AMI (1/1) sowie HDB-3.
Der Bitfehlermesser PFM-1 auf der Empfangsseite enthält die vorkommenden Sendemuster als Referenzmuster. Er prüft das ankommende Signal, synchronisiert es mit dem entsprechenden Referenzmuster und führt anschließend einen Bit-für-Bit-Vergleich durch. Der Vergleich kann wahlweise ternär oder binär durchgeführt werden.
Für Messungen an entkoppelten Meßpunkten erhöht ein Vorverstärker die Empfindlichkeit des Geräts auf ca. 30 mV.
Um vom Systemtakt unabhängig zu sein, enthält der Bitfehlermesser für die Bitraten 1536 kbit/s, 2048 kbit/s und 8448 kbit/s einen Taktregenerator, der eine einwandfreie Abtastung in Bitmitte garantiert.
Bei Schleifenmessungen wird durch eine Fernsteuerung des Senders vom Empfänger her eine wesentliche Bedienungsvereinfachung erreicht. In diesem Fall wird das Sendemuster über ein Fernsteuerkabel zusammen mit dem Referenzmuster im Empfänger eingestellt.
Besonders nützlich zur Eingrenzung von Fehlerursachen ist die Möglichkeit, Teilfehler zu messen. So können die Fehler aufgeschlüsselt nach positiven und negativen Einfügungsfehlern oder positiven und negativen Auslassungsfehlern ausgewertet werden.
Die Anzeige des Meßwerts erfolgt an einer Ziffernanzeige entweder als Fehlerhäufigkeit oder als Zahl der eingelaufenen Fehler. Bei der Fehlerhäufigkeitsmessung wird die Zahl der falschen Bits in Relation zu 10^7 oder 10^8 empfangenen Bits ermittelt. Das ergibt beim 2048-kbit/s-System Meßzeiten von ca. 5 s bzw. ca. 50 s. Bei der Messung sehr kleiner Fehlerhäufigkeiten ergeben sich große Meßzeiten, man geht dann besser auf die absolute Fehlerzählung über.
Die Meßergebnisse lassen sich sowohl in digitaler Form mit einem Drucker ausdrucken als auch mit einem Streifenschreiber aufzeichnen. Am Drucker und an der Ziffernanzeige des Geräts erfolgt die Anzeige bei Fehlerhäufigkeitsmessung dreistellig mit Angabe des Exponenten (z.B. $2.37-5 \triangleq 2{,}37 \cdot 10^{-5}$), bei Fehlerzählung als fünfstelliger Ziffernwert. Zur Darstellung des Ergebnisses mit einem Streifenschreiber steht eine dekadisch gestufte Treppenspannung zur Verfügung. Die hiermit erzielte, grob gestufte quasilogarithmische Darstellung eignet sich vor allem zur Langzeitüberwachung. Bei der Fehlerhäufigkeitsmessung erhält man direkt den zeitlichen Verlauf der Fehlerhäufigkeit, während bei der Fehlerzählung der zeitliche Anfall der Fehler sichtbar wird.

Technische Daten des Bitfehlermeßplatzes PF-1

PCM-Mustergenerator PFG-1

Muster

Quasi-Zufallsfolgen
Rahmenlänge . . . . . 2^9-1 (invertiert) und $2^{15}-1$ (invertiert)
Stetig alternierende Bitfolge . . . .1010...
Bitfolge entsprechend einem HDB-Signal geringster Leistungsdichte ...10001000...
Nullfolge . . . .0000...
Frei programmierb. Digitalwort (max. Länge 16 bit) . . Zusatzeinrichtung auf Steckkarte

Bit-Ausblendung (Null-Einblendung)

»Einmalig«
Verlängerung der maximalen Nullfolge der Quasi-Zufallsfolge (9 bzw. 15 Nullen) um . . . . . 8, 16, 24, 32, 40, 48, 56, 64 Nullen
»Repetierend«
Zusätzliche periodische Einfügung der gewählten Nullenzahl in die Quasi-Zufallsfolge; Ausblendung bei der Bitfolge ...1010... und ...10001000... periodisch mit der gewählten Zahl von Nullen

Bitfolgefrequenz

Interne Takterzeugung . . . . . 1536 kbit/s, 2048 kbit/s und 8448 kbit/s
Fehlergrenzen der Bitfolgefrequenzen (in Stellung »CAL.«) . . . . . $\pm 30 \cdot 10^{-6}$
Taktfeinverstimmung (stetig) . . . . . $\pm 50 \cdot 10^{-6}$

Externer Takteingang
Taktfrequenzbereich . . . . . 48 bis 8500 kHz
Eingangswiderstand . . . . . 75 Ω
Eingangsspannung u_{ss} . . . . . 1 V bis 4 V

Externe Phasenmodulation

für Bitfolgefrequenzen im Bereich . . . . . 1000 bis 8500 kbit/s
Eingangswiderstand . . . . . ca. 10 kΩ
Spannungsbedarf je Grad Phasenmodulation . . . . . 10 mV
Jitterfrequenzbereich (3-dB-Abfall) . . . . . 10 Hz bis 200 kHz

Max. Jitterhub bei 2048 kbit/s . . . . . ± 70 Grad
bei 8448 kbit/s . . . . . ± 40 Grad

Max. Eigenjitter (ohne ext. Modulationsspannung)
bei 2048 kbit/s . . . . . ± 0,8 Grad

Ausgänge Digitalsignal und Takt

Unsymmetrisch . . . . . 48 bis 8500 kbit/s
Innenwiderstand R_i . . . . . 75 Ω
Ausgangspulshöhe bei $R_i = R_a$ . . . . . 2,37 V ± 10 %
Ausgangspulsform . . . . . Rechteck

Symmetrisch . . . . . 500 bis 8500 kbit/s
Innenwiderstand R_i, Nennwerte . . . . . 120 und 130 Ω
Ausgangspulshöhe bei $R_i = R_a$ . . . . . ± 3 V ± 10 %
Ausgangspulsform . . . . . Rechteck

Signalcodes
Digitalsignal unsymmetrisch . . . . . NRZ, RZ, AMI (1/1), AMI (1/2), HDB-3
symmetrisch . . . . . AMI (1/1), AMI (1/2), HDB-3

Fehlereinblendung

Einblendung eines Fehlers pro 1000 bit bzw. einer Fehlerhäufigkeit von $1 \cdot 10^{-3}$

PCM-Bitfehlermesser PFM-1

Erkennbare Muster . . . . . wie beim Mustergenerator PFG-1
Bit-Ausblendung . . . . . wie beim Mustergenerator PFG-1
Bitfolgefrequenz

Interner Taktregenerator
Bitfolgefrequenzen . . . . . wie beim Mustergenerator PFG-1

Externer Takteingang
Unsymmetrisch
Taktfrequenzbereich . . . . . 48 bis 8500 kHz
Auswertung umschaltbar für positive oder negative Taktflanke
Eingangswiderstand . . . . . 75 Ω
Eingangsspannung u_{ss} . . . . . 1 bis 4 V

Symmetrisch
Taktfrequenzbereich . . . . . 500 bis 8500 kHz
Auswertung umschaltbar für positive oder negative Taktflanke
Eingangswiderstand, Nennwerte . . . . . 120 und 130 Ω
Eingangsspannung u_{ss} . . . . . 1 bis 4 V

Signaleingang

Unsymmetrisch
Bitfolgefrequenzbereich . . . . . 48 bis 8500 kbit/s
Signalcodes . . . . . NRZ, RZ, AMI (1/1), AMI (1/2), HDB-3
Eingangswiderstand . . . . . 75 Ω

Symmetrisch
Bitfolgefrequenzbereich . . . . . 500 bis 8500 kbit/s
Signalcodes . . . . . AMI (1/1), AMI(1/2), HDB-3
Eingangswiderstand, Nennwerte . . . . . 120 und 130 Ω

Eingangsspannungsbereich
umschaltbar normal . . . . . 1 bis 4 V
empfindlich . . . . . 30 mV bis 1 V
Überwachung des Eingangssignals durch Lampe . . . . . »KEIN SIGNAL«

Fehlererkennung

umschaltbar auf
a) Fehler durch Einfügungen von positiven »1«-Bits
b) Fehler durch Einfügungen von negativen »1«-Bits
c) Fehler durch Auslassungen von positiven »1«-Bits
d) Fehler durch Auslassungen von negativen »1«-Bits
e) Gesamtfehler

Anzeige . . . . . Sieben-Segment-Anzeige
Fehlerhäufigkeit . . . dreistellig mit gleitendem Dezimalpunkt und Anzeige des Exponenten
Fehlerzählung . . . . . fünfstellig
Tor- und Überzählt-Lampe

Anzeigebereich
Fehlerhäufigkeit
bei Auswertung während 10^7 Taktbits . . . . . $1 \cdot 10^{-7}$ bis $9.99 \cdot 10^{-3}$
bei Auswertung während 10^8 Taktbits . . . . . $1 \cdot 10^{-8}$ bis $9.99 \cdot 10^{-4}$

Fehlerzählung
Zählkapazität . . . . . 1 bis 99999 Fehlerbits

Schreiberausgang

Innenwiderstand . . . . . ca. 5 kΩ

Ausgangsspannung

	Fehlerhäufigkeit in 10^7 bit	Fehlerhäufigkeit in 10^8 bit	Zählen	Ausgangs-leerlaufspannung
Zähler-stand	$< 1 \cdot 10^{-6}$	$< 1 \cdot 10^{-7}$	< 10	ca. 0 V
	$\geqq 1 \cdot 10^{-6}$	$\geqq 1 \cdot 10^{-7}$	$\geqq 10$	+ 1 V
	$\geqq 1 \cdot 10^{-5}$	$\geqq 1 \cdot 10^{-6}$	$\geqq 10^2$	+ 2 V
	$\geqq 1 \cdot 10^{-4}$	$\geqq 1 \cdot 10^{-5}$	$\geqq 10^3$	+ 3 V
	$\geqq 1 \cdot 10^{-3}$	$\geqq 1 \cdot 10^{-4}$	$\geqq 10^4$	+ 4 V
Kein Signal, außer Synchronismus				+ 5 V

Digitalausgänge

Datenausgang . . . . . BCD-Code 8–4–2–1
Fehlerausgang . . . . . TTL-Pegel, ½-Bit-Breite

Fernbedienung

Für Schleifenmessungen kann der Mustergenerator PFG-1 vom Bitfehlermesser PFM-1 aus bedient werden.

Allgemeine Daten

Umgebungstemperatur
Lager und Transport . . . . . −40 bis +70 °C
Nenngebrauchsbereich (≙ Grenzbetriebsbereich) . . . . . +5 bis +40 °C

Stromversorgung
Nenngebrauchsbereiche der Netzspannung . . . . . 110/117/127/220/227/235 V
−15 %/+10 %
Nenngebrauchsbereich der Netzfrequenz . . . . . 45 bis 66 Hz

Abmessungen für PFG-1 und PFM-1

Tischgerät mit Klappgriff		½19"-Einschub (DIN 41 494)	
Breite	233 mm	Einschubbreite	222 mm
Höhe über alles	199 mm	Einschubhöhe	176 mm
Tiefe	390 mm	Einbautiefe	353 mm

Gewicht PFG-1 . . . . . ca. 8 kg
PFM-1 . . . . . ca. 9 kg

Bestellangaben

PCM-Mustergenerator PFG-1	BN 670/1
PCM-Bitfehlermesser PFM-1	BN 671/1
Zubehör (gegen Aufpreis lieferbar)	
Steckkarte »Programmierb. Digitalwort« (für PFG-1 und PFM-1 je 1 Karte)	BN 670/11
Steuerkabel (zur Steuerung des PFG-1 vom PFM-1 aus)	K 179
Fernsteuerkabel und Einstellzusatz für Digitalwort PFF-1 (bei Ausrüstung von PFG-1 und PFM-1 mit der Steckkarte BN 670/11 externe Programmierung des Digitalworts; außerdem zur Steuerung des PFG-1 vom PFM-1 aus; Steuerkabel K 179 wird nicht benötigt)	BN 670/14
Transportschutzdeckel	DE 13

Vorläufiges Datenblatt

PFT-1
PCM-Fehlertester

zum Messen der Bitfehlerhäufigkeit von PCM-Systemen



- **Einfache und schnelle Messung der Bitfehlerhäufigkeit oder Fehlerzahl**
- **Verletzungen der Codiervorschriften für AMI- und HDB-3-Code werden erkannt**
- **3 umschaltbare Bitfolgefrequenzen bis 8,5 Mbit/s**
- **Systeme können im Betrieb gemessen werden**
- **Zählen beliebiger TTL-Impulse bis 8,5 x 10^6 Imp./s**
- **Netzunabhängig durch aufladbare Batterien**

Anwendung und Eigenschaften:

Eine einfache Methode zur Überwachung von PCM-Übertragungsstrecken stellt die Prüfung des Bitstromes auf Verletzung des Codiergesetzes dar. Dabei wird die Zahl der Verletzungen gezählt oder als Verhältnis zur Gesamtzahl der übertragenen Bits angegeben. Die pseudoternären Codes ermöglichen ein besonders einfaches Erkennen der Verletzungen, und sie bieten den Vorteil, auch an Systemen messen zu können, die im Betrieb sind.

Praktisch bestehen gegenüber der klassischen Fehlerhäufigkeitsmessung keine Unterschiede in der Meßgenauigkeit. So weicht z. B. das mit diesem Gerät gewonnene Ergebis für AMI-Code und ein pseudostochastisches Signal für Fehlerhäufigkeiten $< 10^{-3}$ um weniger als 2 % vom wahren Wert ab.

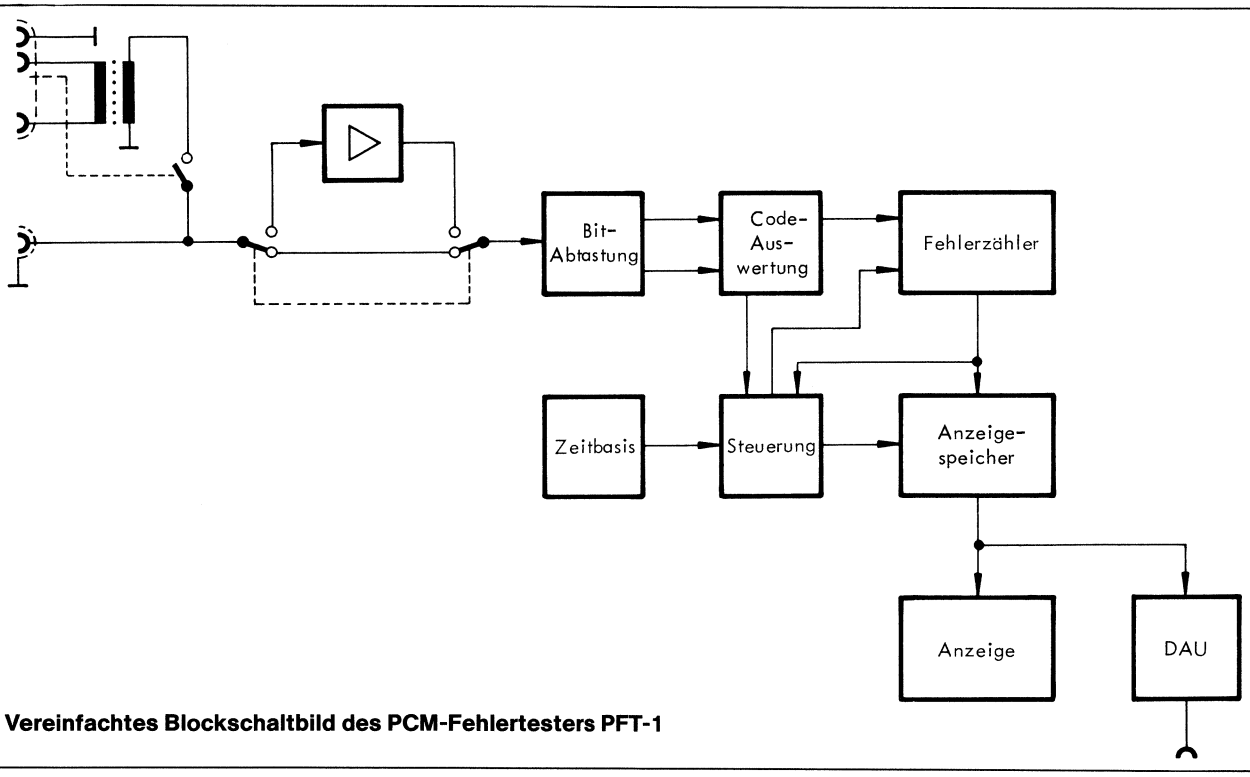
Der Fehlertester PFT-1 eignet sich für zwei verschiedene Messungen. Beim Messen der Bitfehlerhäufigkeit wird eine interne Zeitbasis so gewählt, daß sich die Anzeige auf 10^7 bit bezieht. Um auch sehr kleine Fehlerhäufigkeiten einwandfrei zu messen, kann eine absolute Fehlerzählung durchgeführt werden. Beginn und Ende der Zählung sind durch Start- und Stopptasten oder mit einer eingebauten Kurzzeituhr wählbar.
Über einen gesonderten Eingang lassen sich außerdem Impulse mit TTL-Pegel bis zu 8,5 x 10^6 Imp./s zählen.
An Systemen, die in Betrieb sind, kann der PFT-1 entweder über einen Tastkopf TK-9 (hochohmig, unsymmetrisch)

angeschlossen werden oder mit dem Entkopplungsübertrager REÜ-56 (unsymmetrisch) in eine Leitung eingeschleift werden.

Die wahlweise Stromversorgung Netz, externe Batterie oder eingebaute, aufladbare Batterie ermöglicht einen vielseitigen Einsatz.

Technische Einzelheiten

Der Fehlertester PFT-1 ermöglicht die Untersuchung von PCM-Signalen mit den Bitfolgefrequenzen 1536, 2048 oder 8448 kbit/s, die aus der PCM-Strecke (z. B. Schnittstelle zwischen Multiplexgerät und Leitungsendgerät) über einen der beiden Signaleingänge (koaxial 75 Ω, symmetrisch 120/130 Ω) dem Meßgerät zugeführt werden. Der Eingangsverstärker hebt kleine Signalpegel an. Hierauf erfolgt eine Amplitudenauswertung und in Pulsmitte die Abtastung des Digitalsignals. Je nach eingestelltem Code erkennt der PFT-1 jede Bipolarverletzung (AMI-Code) oder jede zweite und weitere aufeinanderfolgende Verletzung gleicher Polarität bei HDB-3-Code als Fehler.
Ein Zähler addiert diese Fehler über eine Zeit auf, die intern vorgegeben (Fehlerhäufigkeitsmessung) oder frei wählbar ist (Fehlerzählung). Der TTL-Pulseingang arbeitet direkt auf den Zähler. Eine interne Steuerung sorgt für die zeitgerechte Übernahme der Zählerinformation in den Speicher, legt die Art der Anzeige fest (bei Fehlerhäufigkeitsmessungen einstellig) und bildet ein Testsignal zur Überprüfung des Geräts. Das Meßergebnis ist an einer elektronischen Ziffernanzeige ablesbar. Über einen Digital-Analog-Umsetzer steht es außerdem dekadisch gestuft zur Aufzeichnung mit einem Schreiber an einem entsprechenden Ausgang zur Verfügung.
Der Fehlertester PFT-1 kann wahlweise von einer internen oder externen Batterie oder auch vom Netz gespeist werden. Durch eine automatische Spannungsumschaltung läßt sich das Gerät an beliebigen Netzen mit 96 bis 262 V und 45 bis 66 Hz anschließen. Während des Netzbetriebes wird die interne Batterie aufgeladen. Um die Batterie nicht zu stark zu belasten, läßt sich die Anzeige abschalten. Ein mitgelieferter Deckel schützt die Bedienungselemente, nimmt das Meßzubehör auf und schaltet beim Aufsetzen auf das Gerät die interne Batterie ab.



Vereinfachtes Blockschaltbild des PCM-Fehlertesters PFT-1

Vorläufige technische Daten des Fehlertesters — PFT-1

Eingangssignal	Bitfolgefrequenz[1]	1536, 2048, 8448 kbit/s
	Max. zulässige Abweichung von den Nennwerten der Bitfolgefrequenzen	± 2 %
	Signalcodes	AMI oder HDB-3
	Pulsform	Halbbit oder Halbsinus
	Abtastung	in Pulsmitte

1) Andere Bitfolgefrequenzen im Bereich 250 kbit/s bis 8500 kbit/s auf Anfrage

Fehlererkennung

AMI: Ein Impuls wird als Fehler gezählt, wenn ihm ein Impuls gleicher Polarität vorangeht (Bipolarverletzung)

HDB-3: Zwei aufeinanderfolgende und jede weitere Bipolarverletzung gleicher Polarität stellen einen Fehler dar. Verletzungen werden akzeptiert, solange sie in der Polarität wechseln.

Eingänge für Digitalsignal

Eingang unsymmetrisch
Eingangswiderstand . . . . . 75 Ω
Reflexionsdämpfungsmaß im Bereich
100 kHz bis 8,5 MHz . . . . . > 20 dB

Eingang symmetrisch
Eingangswiderstand . . . . . 120 und 130 Ω
Reflexionsdämpfungsmaß im Bereich
100 kHz bis 2,1 MHz . . . . . > 20 dB
Max. zulässige Gleichspannung gegen Erde (Gehäuse) . . . . . 120 V

Eingangsspannungsbereich (umschaltbar)	unsymmetrisch	symmetrisch
„normal"	300 mV bis 3 V	400 mV bis 4 V
„empfindlich"	30 bis 300 mV	40 bis 400 mV

Max. zulässiger Effektivwert der Eingangsspannung . . . . . 5 V

Überwachung des Eingangssignals (Pulsamplitude) durch Indikatorinstrument

Anzeige und Auswertung

Anzeige bei Fehlerzählung (Error count)
max. Zählkapazität 99999
max. Zählgeschwindigkeit . . . . . $8{,}5 \cdot 10^6$ bit/s

Zählzeit wählbar über Start-Stop-Betrieb durch Drucktasten oder über mechanische Schaltuhr mit einer maximalen Gangdauer von 60 min.

Anzeige der Fehlerhäufigkeit (Error rate)
einstellige Anzeige mit Darstellung des Exponenten
Anzeigebereich . . . . . $1 \cdot 10^{-7}$ bis $9 \cdot 10^{-3}$

Schreiberausgang
Innenwiderstand . . . . . ca. 5 kΩ
Ausgangsspannung dekadisch gestuft
entsprechend dem Meßergebnis . . . . . 0, 1, . . ., 5 V

Eingang für Impulszählung

koaxialer Eingang für Signale mit . . . . . TTL-Spannungen
Daten wie bei Fehlerzählung

Stromversorgung

Netzanschluß
Netzspannung (automatische Umschaltung) . . . . . von 96 bis 262 V
Netzfrequenz . . . . . 45 bis 66 Hz
Leistungsaufnahme (abhängig von Netzspannung) . . . . . ca. 10 bis 20 VA

Interne Batterien (nur BN 648) werden bei Netzbetrieb aufgeladen
Batterietyp . . . . . 8 SAFT Nickel-Cadmium-Zellen VR 4 D
Nennspannung . . . . . 9,6 V
Spannungsbereich . . . . . 9 bis 10 V
Batterietest . . . . . mit Indikatorinstrument
Ladezeit . . . . . ≦ 20 Stunden
Betriebsdauer bei einer Anschaltzeit der Anzeige von max. 5 Stunden . ≧ 10 Stunden

Externer Batteriebetrieb (bei Anschluß einer externen Batterie wird die interne Batterie abgeschaltet. Das Gerät ist gegen Verpolen und Überspannung geschützt)
Spannungsbereich . . . . . +9 bis +25 V
Stromaufnahme bei +12 V externer Batteriespannung . . . . . ca. 600 mA
Max. zulässige externe Batteriespannung . . . . . +30 V

Allgemeine Daten

Umgebungstemperatur
Nenngebrauchsbereich der Umgebungstemperatur

BN 648	Netzbetrieb	0 bis +40 °C
	Interner Batteriebetrieb	0 bis +50 °C
	Externer Batteriebetrieb	0 bis +55 °C
BN 648/1	Netzbetrieb und externer Batteriebetrieb	0 bis +55 °C

Lagerung und Transport

ohne Batterie	−40 bis +70 °C
mit Batterie	−40 bis +60 °C

Schutzklasse

Das Gerät entspricht der Schutzklasse I nach VDE 0441

Geräteabmessungen	ohne Transportschutzdeckel	mit Transportschutzdeckel
Breite	240 mm	250 mm
Höhe	150 mm	150 mm
Tiefe	345 mm	410 mm

Gewicht (ohne Batterien)	ca. 5 kg
Gewicht der Batterien	ca. 1,5 kg

Zubehör

Tastkopf TK-9

für koaxiale Anschlüsse (Versacon-System)

Frequenzbereich	50 kHz bis 18,6 MHz
Eingangswiderstand	5 kΩ
Dämpfung	20 dB

Entkopplungsübertrager REÜ-56

mit Durchschleifeingang und zwei voneinander und vom Eingang entkoppelten Ausgängen (Versacon-System)

Eingangswiderstand (Schleife mit 75 Ω abgeschlossen)	75 Ω
Entkopplungsdämpfung	20 dB
Frequenzbereich	0,3 bis 60 MHz

Bestellangaben

Fehlertester PFT-1 (mit interner Batterie)	BN 648
Fehlertester PFT-1 (ohne interne Batterie)	BN 648/1
Zubehör (gegen Aufpreis lieferbar)	
Tastkopf TK-9	BN 265
Entkopplungsübertrager REÜ-56	BN 839/00.01

Vorläufiges Datenblatt

PR-1
PCM-Regeneratormeßplatz

zur Messung der Störempfindlichkeit von 2048-kbit/s-Regeneratoren

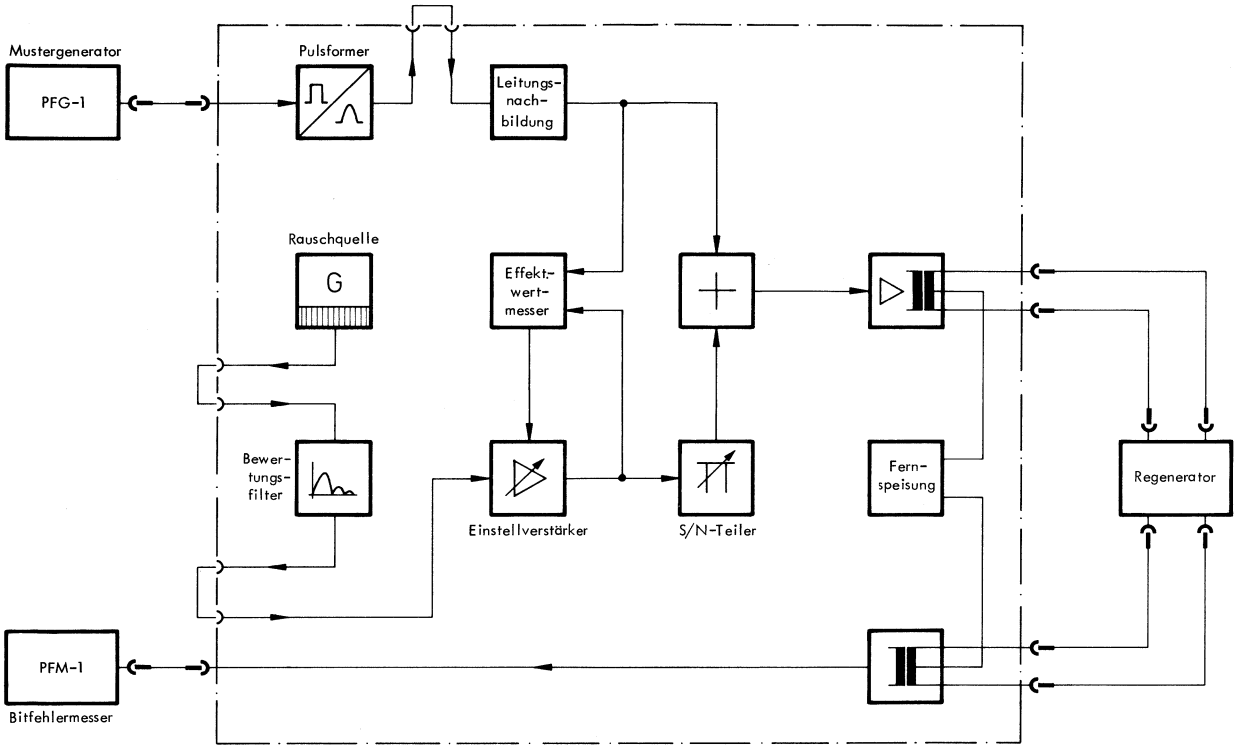


- **Regeneratortester PRT-1 erweitert den Bitfehlermeßplatz PF-1 zum Regeneratormeßplatz PR-1**
- **Halbsinus-Pulsformer**
- **Leitungsnachbildung mit einstellbarer Dämpfung**
- **Simulation des Nahnebensprechens durch Rauschquelle mit Bewertungsfilter**
- **S/N-Abstand einstellbar im Bereich 10 bis 34, 2 dB**
- **Automatische oder manuelle Eichung des eingestellten S/N-Abstands mit echtem Effektivwertmesser**
- **Leitungsnachbildung und S/N-Teiler fernsteuerbar**
- **Regenerator-Stromversorgung für 59 mA/50 mA**

Anwendung und Eigenschaften

Von vielen Postverwaltungen wird heute das vom CCITT empfohlene Pulscodemodulations-System PCM 30/32 als Grund- oder Primärsystem eingesetzt. Es ist für die Übertragung von 30 Fernsprechkanälen ausgelegt und arbeitet meist auf den vorhandenen Orts- und Bezirkskabeln. Bei längeren Übertragungsstrecken werden Regenerativverstärker im Abstand von 2 bis 4 km in die Leitung eingeschleift. Die Regeneratoren bereiten das durch Kabeldämpfung, Jitter, Nebensprechen usw. verformte Leitungssignal wieder auf und senden es in seiner ursprünglichen Form in den folgenden Leitungsabschnitt. Von den Regeneratoren wird deshalb gefordert, daß sie eine Störsicherheit haben, die den theoretischen Werten möglichst nahe kommt. Für entsprechende Untersuchungen an Einzelregeneratoren unter praxisgerechten Bedingungen bei der Entwicklung, im Prüffeld, bei der Abnahme und bei Reparaturen steht jetzt der leicht bedienbare Regeneratormeßplatz PR-1 zur Verfügung. Er setzt sich aus dem schon länger in unserem Verkaufsprogramm befindlichen Bitfehlermeßplatz PF-1 (bestehend aus Mustergenerator PFG-1 und Bitfehlermesser PFM-1) und einem weiteren neuen Gerät, dem Regeneratortester PRT-1, zusammen.

Der Regeneratortester enthält zur Formung des vom Mustergenerator erzeugten Digitalsignals einen Halbsinus-Pulsformer sowie eine Leitungsnachbildung, deren Dämpfung feinstufig entsprechend der gewünschten Leitungslänge eingestellt werden kann. Zur Simulation des Nahnebensprechens kann dem leitungsbewerteten Signal (Nutz-

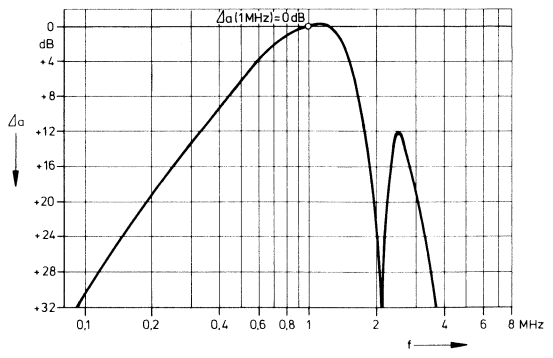


Vereinfachtes Blockschaltbild des Regeneratortesters PRT-1

signal) in einer Summierstufe ein Störgeräusch mit einstellbarem Signal-Geräusch-Abstand S/N überlagert werden. Das Störgeräusch erzeugt eine im Regeneratortester befindliche Rauschquelle mit nachgeschaltetem Bewertungsfilter.
Am Ausgang des Regenerators mißt der Bitfehlermesser PFM-1 die Fehlerhäufigkeit z. B. in Abhängigkeit vom S/N-Abstand am Eingang des Regenerators und der Leitungsdämpfung. Diese Messung erlaubt Rückschlüsse auf die Störanfälligkeit des geprüften Regenerators.
Eine weitere Möglichkeit ist die Messung des S/N-Abstands bei konstanter Fehlerhäufigkeit in Abhängigkeit von der Dämpfung der Leitungsnachbildung. Aus dieser Messung ergibt sich eine Aussage über die Qualität der Dämpfungsentzerrung im Regenerator.

Technische Einzelheiten

Der Regeneratortester PRT-1 hat im Rahmen des Gesamtmeßplatzes PR-1 die Aufgabe, den zu prüfenden Regenerator mit einem praktischen Betriebsbedingungen entsprechenden Meßsignal sowie dem entsprechenden Fernspeisestrom zu versorgen.
Der Mustergenerator PFG-1 liefert dem Regeneratortester PRT-1 das gewählte Digitalsignal an den Eingang eines Halbsinus-Pulsformers. Die Umwandlung des rechteckförmigen Digitalsignals in ein halbsinusförmiges Signal mit einer Pulsamplitude von 2,37 V erfolgt gemäß einem gegenüber den entsprechenden CCITT-Empfehlungen eingeengten Toleranzschema. Es schließt sich eine Leitungsnachbildung an, die in Dämpfungsstufen zu 1 dB im Bereich 0 bis 46 dB (bei 1 MHz) schaltbar ist. Ihr Dämpfungsverlauf entspricht dem üblicher Orts- und Bezirkskabel.
Das Störsignal wird von einer Rauschquelle erzeugt, deren Spektrum über ein Bewertungsfilter geformt wird. Dieses Filter formt den spektralen Verlauf eines quasi-



Relative spektrale Leistungsdichte am Ausgang der Störsignalquelle.

stochastischen, HDB-3 codierten, halbsinusgeformten PCM-Signals und berücksichtigt den Einfluß des Nahnebensprechens. In einer Regelschaltung mit einem breitbandigen, thermischen Differenz-Effektivwertmesser wird das Störgeräusch auf den gleichen Effektivwert wie das Nutzsignal geregelt. Mit einem schaltbaren Teiler läßt sich der S/N-Abstand in Stufen von 0,2 dB im Bereich 10 bis 34,2 dB einstellen.
Eine Summierstufe bildet aus dem Nutzsignal und dem Störsignal das Prüfsignal, welches dem Regenerator über den Ausgangsübertrager zugeführt wird.
Das vom Regenerator kommende, wieder aufbereitete Leitungssignal gelangt über den Eingangsübertrager zum Bitfehlermesser PFM-1. Die symmetrischen Anschlüsse für den Regenerator haben Innenwiderstände von 130 Ω. Die Anschlüsse für Mustergenerator und Bitfehlermesser hingegen sind unsymmetrisch mit Innenwiderständen von 75 Ω.
Die Versorgung des zu prüfenden Regenerators mit dem Fernspeisestrom von 59 mA erfolgt über die Mittelanzapfungen von Ausgangs- und Eingangsübertrager.
Über eine Fernsteuerbuchse sind Leitungsnachbildung und S/N-Teiler im BCD-Code fernsteuerbar, so daß der Regeneratormeßplatz PR-1 auch in Meßautomaten eingesetzt werden kann.

Außerdem läßt sich der Halbsinus-Pulsformer durch externe Beschaltung auf verschiedene Pulsamplituden einstellen.

Technische Einzelheiten und Daten des Mustergenerators PFG-1 und des Bitfehlermessers PFM-1 sind dem Datenblatt „Bitfehlermeßplatz PF-1" zu entnehmen.

Vorläufige technische Daten des Regeneratormeßplatzes PR-1

PCM-Mustergenerator PFG-1
PCM-Bitfehlermesser PFM-1 . . . . . siehe Datenblatt „Bitfehlermeßplatz PF-1"

PCM-Regeneratortester PRT-1

Eingangssignal

Der Regeneratortester wird üblicherweise vom Mustergenerator PFG-1 gespeist.

Bitfolgefrequenz des Digitalsignals . . . . . 2048 kbit/s
Erforderliche Pulsamplitude . . . . . 2,37 V ±10 %
Signalform . . . . . rechteckförmig
Signalcodes . . . . . AMI oder HDB-3

Eingangswiderstand für Digitalsignaleingang . . . . . 75 Ω, unsymmetrisch
Reflexionsdämpfungsmaß im Frequenzbereich 20 kHz bis 1,5 MHz . . . . > 20 dB

Pulsformer

Pulsform am Ausgang . . . . . halbsinusförmig
Pulsamplitude . . . . . 2,37 V ±3 %
Weitere Pulsamplituden sind über die Fernsteuerbuchse mit Zusatzwiderständen einstellbar im Bereich . . . . . 1,8 bis 2,9 V

Leitungsnachbildung

Als Bezugskurve für die Leitungsnachbildung gelten die Mittelwerte der Kabeldämpfung für Leiterdurchmesser 0,6 bis 1,4 mm im Frequenzbereich 10 kHz bis 3 MHz (die angegebenen Werte gelten bei Schalterstellung 40 dB).

f/kHz	a/dB	f/kHz	a/dB	f/MHz	a/dB
20	6,2	200	16,0	1	40,0
40	7,4	300	19,8	1,2	44,8
70	9,3	400	23,4	1,5	51,5
100	11,2	600	29,5	2	61,7
150	13,8	800	35,0	3	80,0

Bereich der Dämpfung bei 1 MHz schaltbar in Stufen zu 1 dB . . . . . 0 bis 46 dB
Fehlergrenzen der Dämpfung bei 1 MHz und Abschluß mit 130 Ω . . . . . ±0,5 dB

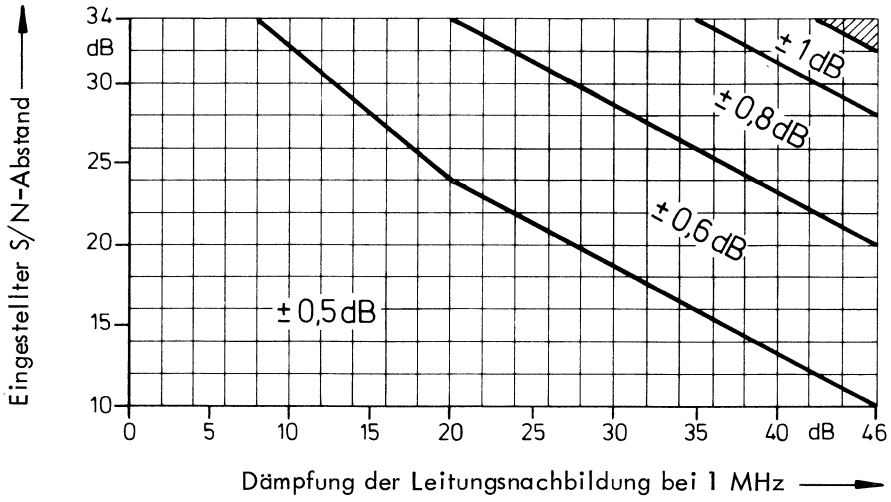
Rauschquelle

zur Simulation des Nahnebensprechens
Frequenzbereich . . . . . 20 kHz bis 6 MHz
Max. Schwankung der Rauschleistungsdichte über der Frequenz vor dem Bewertungsfilter . . . . . ±0,5 dB
Amplitudenverteilung der Rauschspannung am Ausgang zum Regenerator für Dämpfungseinstellungen der Leitungsnachbildung ≧ 10 dB. . . . . Normalverteilung bis ±5 σ
Spektrale Verteilung des Rauschsignals nach dem Bewertungsfilter . . . . . siehe Abbildung im Text

S/N-Einstellung

in Stufen zu 2 dB im Bereich . . . . . 10 bis 32 dB
in Stufen zu 0,2 dB im Bereich . . . . . 0 bis 2,2 dB
Kalibrierung des eingestellten S/N-Abstands . . . . . automatisch oder manuell
Die Messung und Einregelung erfolgt mit Hilfe eines echten Effektivwertmessers

Fehlergrenzen des eingestellten S/N-Abstands bei automatischer Eichung und einem Muster der Länge 2^{15}-1 bit:



Anschluß des Regenerators

. . . . . 16polige Federleiste C 42 334-A42-A 34 (Siemens)
Innen- bzw. Eingangswiderstand . . . . . 130 Ω, symmetrisch
Reflexionsdämpfungsmaß im Frequenzbereich 20 kHz bis 1,5 MHz . . . . >20 dB

Stromversorgung für den Regenerator

Fernspeisestrom . . . . . 59 mA ±1 %
umschaltbar über Fernsteuerleitung auf . . . . . 50 mA ±1 %
Max. Spannung . . . . . 13 V

Ausgang zum Bitfehlermesser PFM-1

Innenwiderstand . . . . . 75 Ω, unsymmetrisch
Reflexionsdämpfungsmaß im Frequenzbereich 20 kHz bis 1,5 MHz . . . . . >20 dB

Fernsteuereingang

. . . . . 50polige Amphenolbuchse
Fernsteuerbar sind . . . . . Dämpfung der Leitungsnachbildung
Signal-Geräusch-Abstand S/N

Allgemeine Daten

Umgebungstemperatur
Nenngebrauchsbereich (≙ Grenzbetriebsbereich) . . . . . +5 bis +40 °C
Lagerung und Transport . . . . . −40 bis +70 °C

Stromversorgung
Nenngebrauchsbereiche der Netzspannung . . 110/117/128/220/227/238 V −15/+10%

Nenngebrauchsbereich der Netzfrequenz . . . . . 45 bis 66 Hz
Leistungsaufnahme . . . . . ca. 50 VA

Schutzklasse
Das Gerät entspricht Schutzklasse I nach VDE 0411

Abmessungen

Tischgerät		19"-Einschub (DIN 41 494)	
Breite mit Griffen	478 mm	Einschubbreite	443 mm
Höhe über alles	155 mm	Einschubhöhe	131 mm
Tiefe mit Griffen	407 mm	Einbautiefe	353 mm

Gewicht . . . . . ca. 12,5 kg

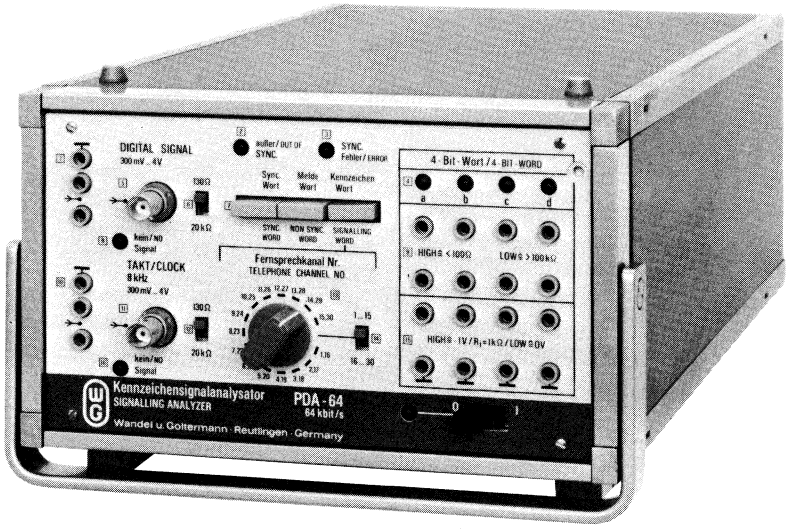
Bestellangaben

PCM-Regeneratortester PRT-1	BN 692
PCM-Mustergenerator PFG-1	BN 670/1
PCM-Bitfehlermesser PFM-1	BN 671/1

Vorläufiges Datenblatt

PDA-64
PCM-Kennzeichensignal-Analysator

zur Untersuchung des 64-kbit/s-Kennzeichen-Pulsrahmens in 30-Kanal-PCM-Systemen

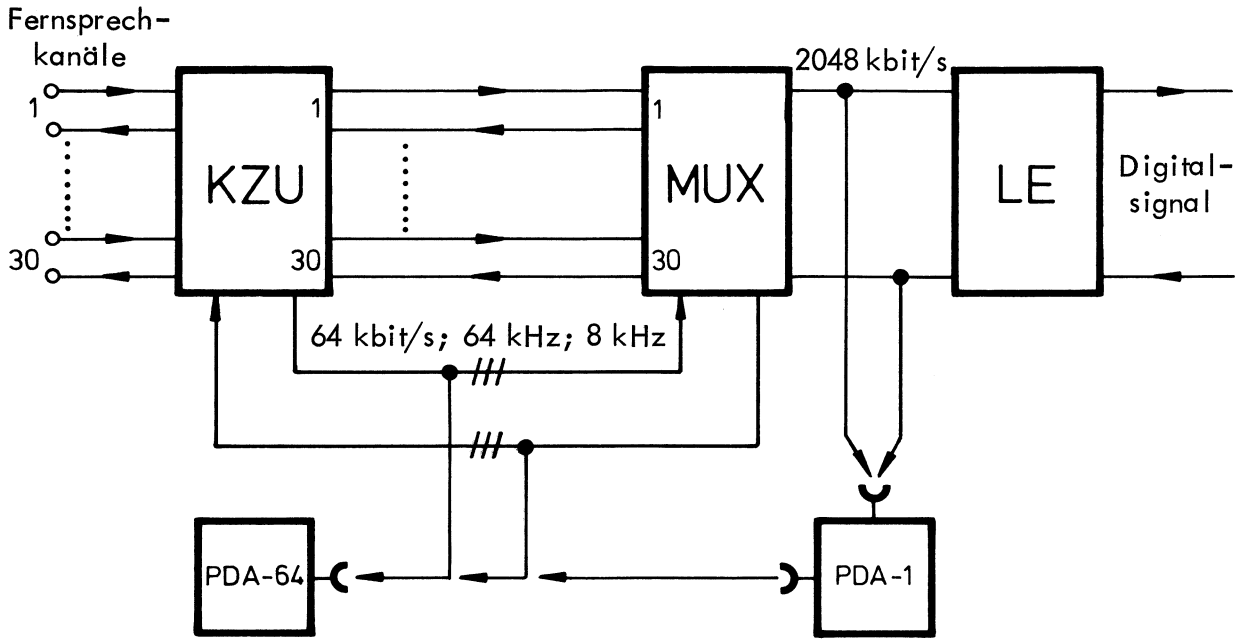


- **Erkennung des 64-kbit/s-Kennzeichen-Pulsrahmens und Synchronisierung entsprechend CCITT-Empfehlung G.732**
- **Symmetrische und koaxiale Eingänge für Signal und Takt**
- **Entnahme von 4-bit-Wörtern aus einem vorwählbaren Kennzeichen-Zeitabschnitt**
- **Darstellung der 4-bit-Wörter durch Leuchtdiodenanzeige**
- **Ausgänge für externe Auswertung**
- **Anschluß an 2048-kbit/s-Schnittstellen über Digitalsignalanalysator PDA-1 möglich**

Anwendung und Eigenschaften

Bei PCM-Systemen werden die zum Aufbau und zur Aufrechterhaltung von Gesprächen benötigten vermittlungstechnischen Kennzeichen vom Kennzeichenumsetzer (KZU) verarbeitet. Dieser codiert sendeseitig die Kennzeichen nach der Trennung von den Sprachsignalen der 30 Fernsprechkanäle und bündelt sie zu einem Zeitmultiplexsignal mit einer Bitfolgefrequenz von 64 kbit/s. Das Zeitmultiplexsignal mit der Kennzeicheninformation wird dem Sendeteil des Multiplexgeräts (MUX) zugeführt, wo es in den Zeitkanal 16 des PCM-Pulsrahmens eingefügt wird. Auf der Empfangsseite läuft der Vorgang in umgekehrter Reihenfolge ab.
Der Rahmenaufbau des Kennzeichen-Multiplexsignals ist durch die CCITT-Empfehlung G.732 festgelegt. Danach besteht ein Kennzeichen-Pulsrahmen aus 16 Kennzeichen-Zeitabschnitten zu je 8 bit. Im ersten Kennzeichen-Zeitabschnitt wird ein Synchron- und ein Meldewort zu je 4 bit übertragen. Die anderen 15 Kennzeichen-Zeitabschnitte enthalten in 4-bit-Wörtern die Kennzeichensignale der 30 Fernsprechkanäle.

Zur Untersuchung der 4-bit-Wörter des Kennzeichen-Pulsrahmens wird der Kennzeichensignal-Analysator PDA-64 an der 64-kbit/s-Schnittstelle z. B. zwischen Kennzeichenumsetzer und Multiplexgerät angeschlossen. Dem empfangenen Kennzeichen-Pulsrahmen entnimmt er die 4-bit-



Anschlußmöglichkeiten des Kennzeichensignal-Analysators PDA-64

Wörter des vorgewählten Kennzeichen-Zeitabschnitts und bringt sie gemäß ihrem binären Status an 4 Leuchtdioden zur Anzeige. Für eine externe Auswertung sind den Leuchtdioden entsprechende Ausgänge zugeordnet. Zur gleichzeitigen Analyse der abgehenden und ankommenden vermittlungstechnischen Kennzeichen werden zwei Geräte PDA-64 benötigt.

Auch an 2048-kbit/s-Schnittstellen kann der Kennzeichensignal-Analysator PDA-64 eingesetzt werden, sofern unser Digitalsignalanalysator PDA-1 dazwischengeschaltet wird. Der Analysator PDA-1 entnimmt dem Zeitkanal 16 des PCM-Pulsrahmens die Kennzeichensignale und gibt sie als Kennzeichen-Pulsrahmen mit 64 kbit/s zur weiteren Auswertung an den Analysator PDA-64 weiter.

Technische Einzelheiten

Zur Synchronisierung des Kennzeichensignal-Analysators PDA-64 und zur geräteinternen Weiterverarbeitung des Digitalsignals mit der Kennzeicheninformation werden Taktsignale mit 64 kHz und 8 kHz benötigt. Da diese bereits an der 64-kbit/s-Schnittstelle zur Verfügung stehen, ist ein Taktregenerator im PDA-64 nicht erforderlich. Von den angebotenen Taktsignalen verwendet der Analysator PDA-64 jedoch nur das 8-kHz-Signal, aus dem durch Frequenzvervielfachung auch das 64-kHz-Taktsignal gewonnen wird.
Die Eingänge des Kennzeichensignal-Analysators PDA-64 für das Digitalsignal und den Takt sind sowohl symmetrisch als auch koaxial mit umschaltbaren Eingangswiderständen von 130 Ω und 20 kΩ ausgeführt. Der hohe Eingangswiderstand erlaubt das rückwirkungsfreie Ankoppeln des PDA-64 an 64-kbit/s-Schnittstellen, so daß auch Untersuchungen an in Betrieb befindlichen PCM-Systemen vorgenommen werden können.
Das Digitalsignal mit 64 kbit/s gelangt vom Eingang des PDA-64 auf einen 4-bit-Serien/Parallelwandler. Das Ausgangssignal des Serien/Parallelwandlers wird gleichzeitig auf die Synchronisier- und die Auswerteschaltung geführt. Erkennt die Synchronisierschaltung das Synchronwort des Kennzeichen-Pulsrahmens, setzt sie den Kennzeichen-Zeitabschnittzähler auf Null. Abhängig vom vorgewählten Kennzeichen-Zeitabschnitt (der entsprechende Schalter an der Frontplatte ist direkt mit dem zugeordneten Fernsprechkanal beschriftet) aktiviert der Kennzeichen-Zeitabschnittzähler die Auswerteschaltung, die das gewählte 4-bit-Wort in einen Speicher übernimmt und anschließend an vier Leuchtdioden zur Anzeige bringt. Außer den Kennzeichenwörtern können an der Leuchtdiodenanzeige das Synchronwort (0000) und das Meldewort des Kennzeichen-Pulsrahmens dargestellt werden.

Parallel zu den Leuchtdioden sind ein Schreiberausgang und Relaiskontakte vorgesehen, an denen ein schneller Schreiber oder ein Speicheroszilloskop bzw. beliebige Meldeeinrichtungen angeschlossen werden können.

Vorläufige technische Daten des Kennzeichensignal-Analysators PDA-64

Erkennbarer Pulsrahmen

Kennzeichen-Pulsrahmen und Synchronisierung entsprechend der CCITT-Empfehlung G.732 für 30-Kanal-PCM-Systeme
Leuchtdiodenanzeige . . . . . „außer Sync."

Eingangssignale

Digitalsignal mit Kennzeicheninformation
Bitfolgefrequenz . . . . . 64 kbit/s ± 6,4 bit/s

Taktsignal
Taktfrequenz . . . . . 8 kHz

Zuordnung Digital-/Taktsignal: Beginn des Synchronworts des Kennzeichen-Pulsrahmens fällt auf die positive Taktflanke

Eingänge Digitalsignal und Takt

Unsymmetrisch
für Signalcode . . . . . NRZ
Eingangswiderstände, umschaltbar . . . . . 130 Ω, ca. 20 kΩ
Reflexionsdämpfungsmaß bei 130 Ω
im Frequenzbereich 4 bis 40 kHz . . . . . ≧ 20 dB

Symmetrisch
für Signalcode . . . . . AMI (1/1)
Eingangswiderstände, umschaltbar . . . . . 130 Ω, ca. 20 kΩ
Reflexionsdämpfungsmaß bei 130 Ω
im Frequenzbereich 4 bis 40 kHz . . . . . ≧ 20 dB

Eingangsspannungsbereich
(erforderliche Pulsamplitude) . . . . . 300 mV bis 4 V
Max. zulässiger Effektivwert der Eingangsspannung . . . . . 4 V
Überwachung der Eingangssignale durch Leuchtdiodenanzeige . . . . „kein Signal"

Auswertung

Wahl des Kennzeichen-Zeitabschnitts
(Kennzeicheninformation für die Fernsprechkanäle)
Anwählbar sind die 4-bit-Kennzeichenwörter
für die Fernsprechkanäle 1 bis 15 und 16 bis 30

Anzeige „4-bit-Wort"
4stellige Leuchtdiodenanzeige zur
wahlweisen Anzeige . . . . des Synchronworts (0000) im Kennzeichen-Pulsrahmen
des Meldeworts im Kennzeichen-Pulsrahmen
der Kennzeichenwörter, die dem gewählten Fernsprechkanal zugeordnet sind

Ausgänge

4-bit-Parallelausgänge für die Wörter des gewählten Kennzeichen-Zeitabschnitts

Spannungsfreier Ausgang (Relaiskontakt)
Max. zulässige Spannung gegen Erde . . . . . 60 V
HIGH . . . . . ≦ 100 Ω
LOW . . . . . ≧ 100 kΩ

Schreiberausgang
Ausgangsspannungen
HIGH . . . . . −1 V ($R_i \approx 1$ kΩ)
LOW . . . . . 0 V ($R_i \approx 0$ Ω)

Ausgang für Stopfüberrahmen (bei Datenübertragung) . . . . . TTL-Rechtecksignal; Flanke kennzeichnet Stopfrahmen 0

Allgemeine Daten

Umgebungstemperatur
Nenngebrauchsbereich (≙ Grenzbetriebsbereich) . . . . . +5 bis +40 °C
Lagerung und Transport . . . . . −40 bis +70 °C

Stromversorgung
Nenngebrauchsbereiche der Netzspannung . . . . . 110/117/128/220/227/238 V −15%/+10%
Nenngebrauchsbereich der Netzfrequenz . . . . . 45 bis 66 Hz
Leistungsaufnahme . . . . . ca. 25 VA

Schutzklasse
Das Gerät entspricht Schutzklasse I nach VDE 0411

Abmessungen	Breite	233 mm
	Höhe	155 mm
	Tiefe	390 mm
Gewicht		ca. 6 kg

Bestellangaben

PCM-Kennzeichensignalanalysator PDA-64	BN 828


Wechselspannungs-Stabilisator
A. C. VOLTAGE STABILIZER
Wandel u. Goltermann · Reutlingen · Germany
WS-3
Ausgang 220V
output
2.5A
Wechselspannungs-Stabilisator
A. C. VOLTAGE STABILIZER
Wandel u. Goltermann · Reutlingen · Germany
WS-5
V
A
2.5A
550 VA
187...242 V
10A
Ausgang 220V
output

Inhaltsverzeichnis Meßgeräte für den allgemeinen Bedarf

	Labormeßgeräte, Sondergeräte	
399	Digitaler Taster TKL-5	zur Anzeige von Schaltzuständen und Impulsen in 5-V-Logik-Baugruppen; quasi-oszilloskopische Anzeige; BN 627
401	Digitaler Taster TKL-12	für 12-V- und CMOS-Logik-Baugruppen; quasi-oszilloskopische Anzeige der Schaltzustände; BN 627/12
57	Klirranalysator SPM-11	15 Hz bis 200 kHz; −130 bis +22 dB; Bandbreite umschaltbar; mit Senderteil PSE-11 k_2-, k_3- und d_2-Messungen; BN 604
403	Fernsteuerbare Eichleitung FE-1	0 bis 100 MHz; 0 . . . 122 dB; Dämpfungs- und Steuerteil getrennt; programmierbar; BN 354/355
407	Einstellbarer Spannungsteiler RT-1	0 bis 1000 MHz; lineare dB-Skala; 0 bis 60 dB kontinuierlich einstellbar; BN 100/. . .
65	Rauschgenerator RG-1	0 bis 108 kHz; weißes, rosa und sprachsimulierendes Rauschen; Filteranschluß; BN 413
69	Universal-Filter UF-1	16 Hz bis 31,5 kHz; 400 Einstellmöglichkeiten als Hoch-, Tief-Bandpaß, Bandsperre und Weiche; BN 403
51	Betriebsmeßgerät PMG-13	20 Hz bis 20 kHz (breitbandig 50 kHz); umschaltbar als Frequenzzähler, Mitlauffilter, Breitband- und Selektivverstärker; BN 677
409	25-MHz-Universalzähler FZ-4	2 Hz bis über 25 MHz; mit Zwischenspeicher; fernsteuerbar; BCD-Datenausgabe; 6stellige Anzeige; BN 597
413	Windungszahl-Meßgerät WZL-181	zur Messung der Windungszahl und des Wicklungswiderstands; Kontrolle des Wickelsinns; Kurzschlußwindungsprüf.; BN 181
415	Echoboxen EX-1 . . . 4	für Messungen an Radaranlagen im L-, S- und X-Band; 1,215 bis 9,6 GHz
	Stromversorgungsgeräte	
417	Wechselspannungs-Stabilisator WS-3	275/550 VA max. Ausgangsleistung bei $\cos\varphi$ = 0 bis 1 (ind.); Regelbereich: 187 bis 242 V/203 bis 231 V; BN 903
421	Wechselspannungs-Stabilisator WS-5	0,55/1,1 kVA max. Ausgangsleistung bei $\cos\varphi$ = 0,8 bis 1 (ind.); Regelbereich: 187 bis 242 V/203 bis 231 V; BN 460
425	Wechselspannungs-Stabilisator WS-10	1,1/2,2 kVA max. Ausgangsleistung bei $\cos\varphi$ = 0,8 bis 1 (ind.); echte Effektivwertregelung für alle Anwendungen; BN 254
429	Wechselspannungs-Stabilisator WS-30	3 kW max. Ausgangsleistung; Eigenklirrfaktor 1,5%; Überspannungsschutz; echte Effektivwertregelung; BN 306
433	Dreiphasen-Wechselspannungs-Stabilisator DS-10	5,4 kVA max. Ausgangsleistung; stabilisierte Dreieckspannung; zwangssymmetrierter Mittelpunkt
435	Oberschwingungssperre NOS-103	150 Hz/10 kVA; zur Verbesserung der Kurvenform der Netzspannung; für Dreiphasen- und Einphasen-Netze; BN 421
437	Wechselspannungs-Stabilisator mit rotierendem Umformer WSU-5/10/15	5/10/15 kVA Ausgangsleistung je nach Typ; vollständige Entkopplung vom Netz; keine Netzspannungsstöße; BN 208/. . .
439	Gleichspannungs-Stabilisatoren GS-1/2/3	Ausgangsleistung 20 W; 4 bis 6,5 V; 4 bis 20 V; 4 bis 36 V; einstellbare Strombegrenzung; BN 439/. . .
443	Gleichspannungs- und Gleichstrom-Stabilisatoren GS-5/15/18	Ausgangsleistung 100 W; 0 bis 7 V, . . ., 0 bis 120 V; Spannungs- und Stromregelung; extern programmierbar; BN 461/. . .
447	Wechselrichter WR-420	Ausgangsleistung 15 W bzw. 20 VA; Ausgangsspannung 117/220 V, 400 Hz; Eingangsspannung 11 V bis 68 V; BN 678
449	Batteriezusatz BAZ-2/BAZ-3	Batteriezusätze für PS-12/SPM-12; bestückbar mit wiederaufladbaren oder mit Mono-Zellen; für PS-12: BN 836, für SPM-12: BN 837
	Zubehör	
451	Meßzubehör	Tastköpfe, Übertrager, Anzeigedehner usw.
463	Kabel, Stecker, Übergangsstücke	Dieses Zubehör wird auf Wunsch für die gängigen Buchsen- und Steckersysteme geliefert
469	Transportgehäuse TPG	für 19"-Geräte; stoßgeschützt; wasser- und staubdicht; einfacher Einbau der Geräte
471	Gerätedeckel für 19"-Geräte	Für den Schutz der Frontplatten und Bedienungselemente stehen Transportschutzdeckel zur Verfügung

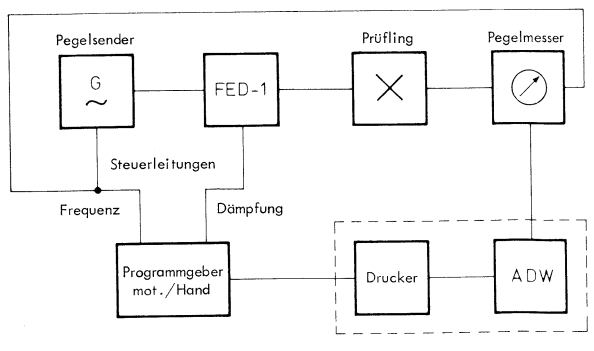
Allgemeine Meßtechnik

Einführung

Die in diesem Sachgebiet aufgeführten Geräte sind entweder für mehrere Aufgaben in der Meßtechnik zu verwenden, oder sie ermöglichen spezielle Messungen.

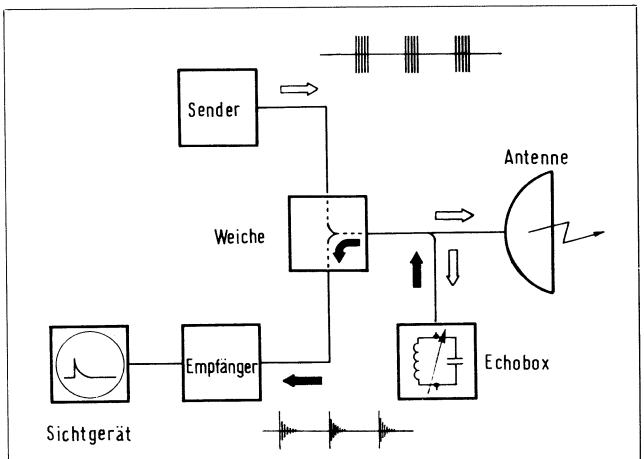
Digitale Taster
Mit zunehmender Bestückung elektronischer Geräte bzw. Baugruppen mit integrierten Schaltungen ist es notwendig, dem Entwickler und Servicetechniker ein einfaches und praktisches Prüfgerät für derartige Schaltungen zur Verfügung zu stellen. Die Digitalen Taster TKL-5 und TKL-12 ermöglichen zum einen durch ihre handlichen Abmessungen ein direktes Prüfen auf der Schaltungskarte, zum anderen wird durch die quasi-oszillografische Anzeige der Ergebnisse eine eindeutige Beurteilung der Schaltzustände ermöglicht.

Fernsteuerbare Eichleitung
Die Eichleitung, ein wichtiges Hilfsmittel in der Meßtechnik, hat durch die Fernsteuerbarkeit auch Eingang in die automatischen Meßabläufe gefunden. Die Trennung von Dämpfungsteil und Steuerteil bringt viele Vorteile. So läßt sich der Dämpfungsteil an einem für den Meßaufbau, der Steuerteil an einem für die Bedienung günstigen Ort aufstellen.
Zur Vermeidung von Meßfehlern durch die unvermeidbare frequenzabhängige Grunddämpfung kann das Vergleichsverfahren angewandt werden. Die Fernsteuerbare Eichleitung FE-1 ist mit einem Anschluß für den Relaisumschalter RU-3 ausgerüstet. So sind Vergleichsmessungen bis 36 MHz durchführbar.
Die Möglichkeit der programmierten Messung ist im folgenden Bild gezeigt. Zwischen Pegelsender und Pegelmesser befinden sich das Meßobjekt und als Prüfnormal der Dämpfungsteil FED-1 der Eichleitung. Ein Programmgeber steuert die Frequenz von Sender und Empfänger sowie die Dämpfung der Eichleitung. Bei Bedarf ist eine digitale Auswertung möglich.



Programmierte Messung mit fernsteuerbarer Eichleitung

Echobox
Radar-Anlagen finden außer im militärischen Bereich auch in der zivilen Überwachung von Luft- und Wasserstraßen ihre Anwendung.
Mit Echoboxen für die L-, S- und X-Bänder kann die Empfängerempfindlichkeit, die Sendeleistung und die Sendefrequenz direkt gemessen werden.



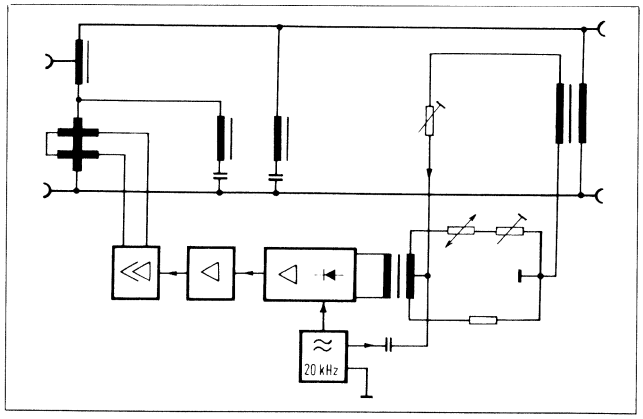
Schema einer Radar-Anlage mit Echobox als Prüfgerät

Windungszahlmeßgerät
Spulen gehören zum festen Bestandteil von elektrischen und elektronischen Schaltungen. Für das Messen der Windungszahl, des Wicklungswiderstands, zum Prüfen des Wickelsinns oder von Kurzschlußwindungen an kernlosen Spulen ist das Windungszahlmeßgerät WZL-181 geeignet.
Eine im Prüfjoch fest eingebaute Erregerspule erzeugt einen netzfrequenten Wechselfluß, der sowohl den Prüfling als auch eine fest eingebaute Vergleichsspule durchsetzt. Dabei werden in den beiden Spulen Spannungen induziert, deren Beträge den Windungszahlen proportional sind. Mit Hilfe dekadischer, direkt in Windungszahlen geeichter Teiler lassen sich die Beträge der beiden (gegeneinander geschalteten) Spannungen an Meß- und Vergleichsspule in Übereinstimmung bringen. Eine eventuell noch verbleibende Differenzspannung wird verstärkt, gleichgerichtet und an einem Nullindikator angezeigt. Durch Phasenabgleich sowie entsprechende Feineinstellung der Teiler läßt sich die gewünschte Nullanzeige erzielen. Die gesuchte Windungszahl erscheint in den Frontplattenfenstern oberhalb der Teilerschalter.
Zum Nachweis von Kurzschlußwindungen wird der in der Vergleichsspule induzierten Spannung eine von einer Hilfsspule des Prüfjochs erzeugte und durch Abgleich

nach Betrag und Phase in Übereinstimmung gebrachte Spannung entgegengeschaltet. Kurzschlußwindungen im Prüfling haben eine induktive Rückwirkung auf die Vergleichsspule, so daß der Abgleich gestört ist und demzufolge das Instrument einen Ausschlag anzeigt.
Zur Messung des Wicklungswiderstandes wird am Prüfling eine Gleichspannung angelegt. Das Gerät arbeitet in dieser Betriebsart als Gleichstrom-Ohmmeter in Spannungsteiler-Schaltung. Am Instrument kann direkt der Wicklungswiderstand abgelesen werden.

Universalzähler
Frequenzzähler gehören mit zur Standardausstattung in Prüffeldern, Laboratorien und Kundendienststellen. Außerdem ist der elektronische Zähler ein bewährtes Betriebsmeßgerät. Bedingt durch die Möglichkeit der unterschiedlichen Meßarten wie Frequenz- und Periodendauermessung, Impulszählung, Messung von Drehzahlen und Impulsbreiten ergeben sich für den Universalzähler FZ-4 mit seinem Frequenzbereich bis 25 MHz sehr viele Anwendungen. Erweitert werden diese Möglichkeiten noch durch die Fernsteuerbarkeit, Programmierbarkeit und BCD-Datenausgabe.

Stromversorgungsgeräte
An moderne elektrische Einrichtungen werden besonders in der Meß- und Regelungstechnik ständig höhere Anforderungen gestellt, bedingt durch die Verfeinerung der Meßmethoden, die Forderung nach größerer Genauigkeit und die Steigerung zur absoluten Betriebssicherheit. Um all diesen Anforderungen gerecht werden zu können, bedarf es auf der Versorgungsseite einer von Netzspannungsschwankungen unabhängigen Speisespannung.



Wechselspannungs-Stabilisatoren
Die schwankende Netzeingangsspannung wird einem Transformator und Transduktor zugeführt, dessen Lastwicklung in Reihe mit der Transformatorwicklung geschaltet ist. Über eine effektivwertempfindliche Kaltleiterbrücke werden Abweichungen der Ausgangsspannung vom Sollwert festgestellt und über einen Regelverstärker als Stellgröße der Steuerwicklung des Transduktors zugeführt. Die Oberschwingungen, die durch den Transduktor entstehen, filtern entsprechende Saugkreise aus. Dadurch zeichnet sich die Ausgangsspannung durch weitgehende Oberschwingungsfreiheit aus. Somit kann eine Umschaltung des Meßglieds auf Spitzen- und Mittelwert entfallen; der Effektivwert der Ausgangsspannung bleibt konstant.
Drehstromverbrauchern bis 5,4 kVA steht der Dreiphasen-Wechselspannungsstabilisator DS-10 zur Verfügung. Er entspricht in allen Punkten den Anfoderungen der Physik.-Techn. Bundesanstalt zur Verwendung in staatlich anerkannten Prüfstellen von Meßgeräten für Elektrizität.
Prozeß-, Steuer- und Datenverarbeitungsanlagen verlangen eine Stromversorgung, die frei von Netzspannungsspitzen ist und möglichst kurzzeitige Netzunterbrechungen überbrückt. Derartige hohe Forderungen erfüllen die Wechselspannungs-Stabilisatoren mit rotierendem Umformer WSU. Auch in diesen Anlagen wird zur Regelung die Kaltleiterbrücke verwendet.
Bei Strom- und Spannungsquellen für Eichzwecke (z. B. Zählerprüfeinrichtungen) werden an die Kurvenform der verwendeten stabilisierten Netzspannung besondere Anforderungen gestellt, da speziell Oberschwingungen erheblichen Einfluß auf den Meßfehler haben.
Sollten in Meßkreisen die Oberschwingungen unzulässig hoch sein, so kann mit einem Sperrfaktor von 6 bis 8 die 3. Oberschwingung mit der Sperre NOS-103 gedämpft werden.

Gleichspannungs-Stabilisatoren
Im Labor und Prüffeld sind konstante Gleichspannungen und Gleichströme Voraussetzung zur Erfüllung der anfallenden Arbeiten. Für den Anwender stehen 20-W- und 100-W-Geräte zur Verfügung. Die Geräte der GS-Reihe haben folgende Eigenschaften: Spannungsstabilisierung mit Strombegrenzung, Stromstabilisierung mit Spannungsbegrenzung, Rechteck-Kennlinie, Anzeigelampe für Betriebsart, keine Einschaltspitzen, Kurzschluß- und Überlastsicherheit.

Wechselrichter
Im mobilen Betriebsdienst oder in Fällen, bei denen keine Netzspannung zur Verfügung steht, ist der Wechselrichter WR-420 einsetzbar. Er wandelt Gleichspannungen, z. B. von Fahrzeugbatterien, in eine sinusförmige 400-Hz-Wechselspannung von 117 oder 220 V um.

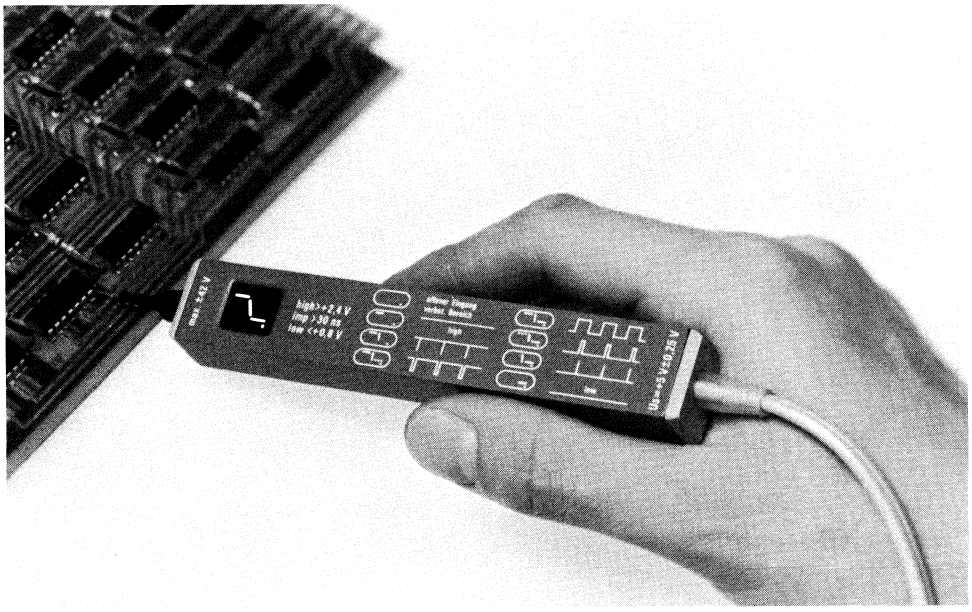
Batteriezusätze
Die Batteriezusätze BAZ-2 (12 V) und BAZ-3 (18 V) ermöglichen einen netzunabhängigen oder Notstrombetrieb bestimmter Pegelmeßgeräte. Die Bestückung mit Ni-Cd-Einheiten und ein Tiefentladungsschutz gewährleisten sichere Betriebsbedingungen.

Meßzubehör
Als wichtige Meßhilfen für den optimalen Aufbau von Meßplätzen, zur Anpassung der Meßgeräte an die Meßobjekte, zur Erhöhung der Meßgenauigkeit und Vereinfachung der Messungen stehen Meßzusätze und Zubehörteile zur Verfügung.

TKL-5
Digitaler Taster

zur quasi-oszillografischen Anzeige von Schaltzuständen, Impulsen und Tastverhältnissen in 5-V-Logik-Baugruppen

- **Leichte Handhabung**
- **Eindeutige Beurteilung der quasi-oszillografischen Anzeige**
- **Tastverhältnisse bis 2 MHz abschätzbar**
- **Hochohmiger Eingang**



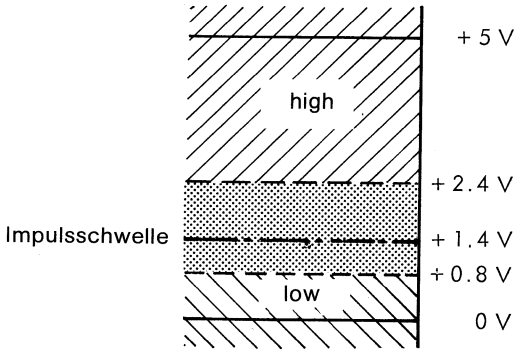
Anwendung und Eigenschaften

Der digitale Taster TKL-5 ist ein Prüfgerät, das sich aufgrund seiner einfachen Handhabung, seiner eindeutigen Ergebnisanzeige und seiner geringen Abmessungen überall dort einsetzen läßt, wo schnell Schaltzustände von 5-V-Logik-Baugruppen festgestellt werden müssen. Dies ist beispielsweise in der Entwicklung, in Prüffeldern und bei Servicestellen der Fall.

Es werden die Pegel »high« und »low« angezeigt. Am Aufleuchten eines Kontrollpunkts im Anzeigefeld läßt sich die Betriebsbereitschaft des Geräts erkennen; außerdem dient er als Bezugspunkt für die Pegel-Anzeige. Erscheint keine Anzeige, so handelt es sich entweder um einen offenen Eingang, oder das angetastete Potential befindet sich im verbotenen Bereich (0,8 bis 2,4 V) bzw. der Eingang ist nicht richtig angetastet.

Mit Hilfe der quasi-oszillografischen Anzeige lassen sich leicht Impulse nachweisen. So kann unterschieden werden zwischen Impulsen auf low-Pegel und Impulsen auf high-Pegel sowie zwischen Impulsen im Tastverhältnis 1 : 1 und Impulsen im Tastverhältnis > 1 bzw. < 1. Diese Tastverhältnisabschätzungen geben bis zu einer Frequenz von ca. 2 MHz eindeutige Ergebnisse.

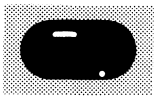
Als Stromversorgung für den TKL-5 steht im allgemeinen die am Prüfling vorhandene Spannung zur Verfügung. Der rote Anschluß ist mit dem Pluspol der Versorgungsspannung zu verbinden.



Anzeigesymbole und ihre Bedeutung



Betriebsbereiter Taster, an offenem Eingang, nicht richtig angetastet, Pegel in verbotenem Bereich (+ 0,8 bis + 2,4 V)



high-Pegel > + 2,4 V



Impulse auf high-Pegel



Impulse im Tastverhältnis > 1



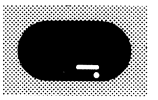
Impulse im Tastverhältnis 1 : 1



Impulse im Tastverhältnis < 1



Impulse auf low-Pegel



low-Pegel < + 0,8 V

Technische Daten des Digitalen Tasters TKL-5

Alle wesentlichen Geräteeigenschaften sind durch garantierte Toleranz- und Grenzwertangaben und nicht durch typische Werte gekennzeichnet. Sie gelten nicht nur bei Auslieferung, sondern mindestens für die gesamte Garantiezeit.

Anzeige

high	$\geqq + 2{,}4\,V \pm 0{,}3\,V$
low	$\leqq + 0{,}8\,V \pm 0{,}1\,V$
Impulsschwelle	ca. + 1,4 V
Impulsdauer	> 30 ns
Eingangsstrom bei high	80 µA bei + 2,4 V
bei low	0,5 mA
Eingangskapazität	ca. 5 pF
Spannungsschutz	± 42 V

Stromversorgung

Gleichspannung	$U_s = + 5\,V \pm 0{,}25\,V$
Stromaufnahme	ca. 100 mA

Ab Serie C Sicherung gegen (nicht zulässige) Verpolung

Allgemeine Angaben

Umgebungstemperaturbereich bei U_s = 5 V	+ 5 bis + 40° C
Abmessungen in mm	21 x 13 x 130

Bestellangaben

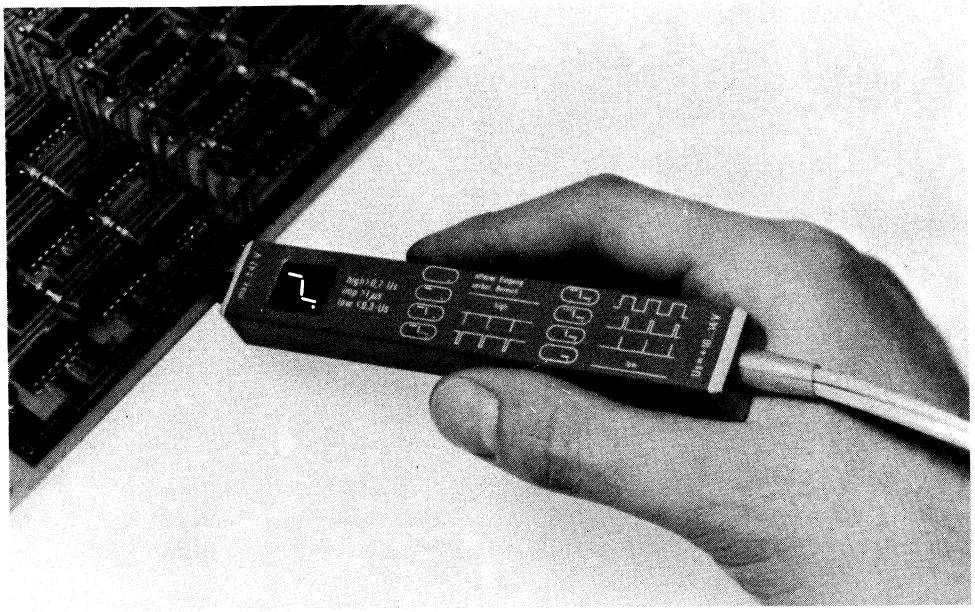
Digitaler Taster TKL-5	BN 627

U_s = Speisespannung

TKL-12
Digitaler Taster

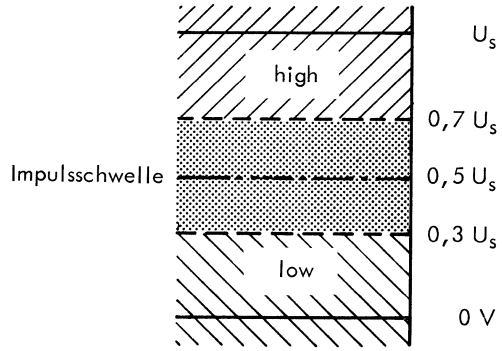
zur quasi-oszillografischen Anzeige von Schaltzuständen, Impulsen und Tastverhältnissen in 12-V- und CMOS-Logik-Baugruppen

- **Leichte Handhabung**
- **Eindeutige Beurteilung der quasi-oszillografischen Anzeige**
- **Tastverhältnisse abschätzbar**
- **Hochohmiger Eingang**

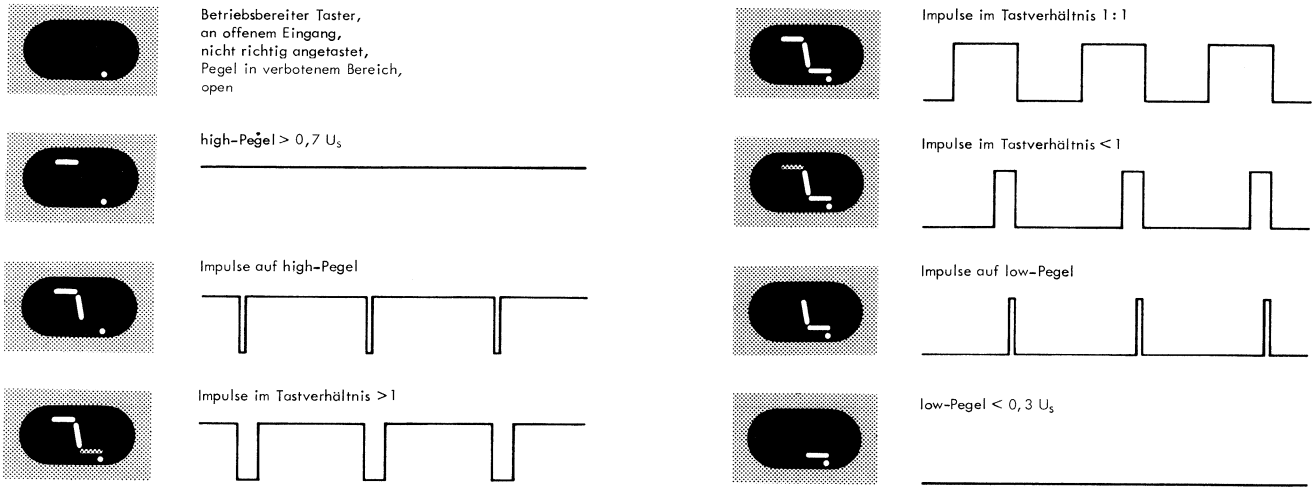


Anwendung und Eigenschaften

In der Entwicklung, in Prüffeldern und bei Servicestellen besteht oft der Wunsch, auf schnelle Art die Schaltzustände von 12-V- oder CMOS-Logik-Baugruppen festzustellen. Dazu eignet sich der digitale Taster TKL-12. Dieses Prüfgerät bietet bei geringen Abmessungen und einfacher Handhabung eindeutige Ergebnisanzeige. Die Schwellwerte sind für low auf $\leqq 0{,}3 \cdot U_s$, für high auf $\geqq 0{,}7 \cdot U_s$ eingestellt (U_s = Speisespannung). Im Bedarfsfall sind nach Abnahme des Gehäuses andere Schwellwerte einstellbar.
Es werden die Pegel »high« und »low« angezeigt. Am Aufleuchten eines Kontrollpunktes im Anzeigefeld läßt sich die Betriebsbereitschaft des Geräts erkennen, außerdem dient er als Bezugspunkt für die Pegel-Anzeige. Erscheint keine Anzeige, so handelt es sich entweder um einen offenen Eingang, oder das angetastete Potential befindet sich im »verbotenen Bereich«, oder der Eingang ist nicht richtig angetastet. Für Three-State-Ausgänge kann damit auch der Zustand »open« ermittelt werden. Das Gerät ist gegen Verpolung geschützt.
Mit Hilfe der quasi-oszillografischen Anzeige lassen sich leicht Impulse nachweisen. So kann unterschieden werden zwischen Impulsen auf low-Pegel und Impulsen auf high-Pegel, sowie zwischen Impulsen im Tastverhältnis 1 : 1 und Impulsen im Tastverhältnis > 1 bzw. < 1. Diese Tastverhältnisabschätzungen geben bis zu einer Frequenz von ca. 0,5 MHz eindeutige Ergebnisse.



Anzeigesymbole und ihre Bedeutung



Technische Daten des Digitalen Tasters TKL-12

Alle wesentlichen Geeräteeigenschaften sind durch garantierte Toleranz- und Grenzwertangaben und nicht durch typische Werte gekennzeichnet. Sie gelten nicht nur bei Auslieferung, sondern mindestens für die gesamte Garantiezeit

Anzeige	high (verstellbar bis max. $U_s - 1$ V)	$\geqq 0{,}7\ U_s + 0{,}1\ U_s$
	low (verstellbar bis min. 0 V)	$\leqq 0{,}3\ U_s - 0{,}1\ U_s$
	Impulsschwelle	ca. 0,5 U_s
	Impulsdauer	> 1 µs
Eingang	Eingangsstrom für $U_{Eing.} \leqq U_s - 1$ V	15 µA ($\triangleq R_{Eing.} \approx 1$ MΩ)
	Eingangskapazität	ca. 25 pF
	Spannungsschutz	± 42 V
Stromversorgung	Gleichspannung U_s	+ 10 bis + 14 V
	Betrieb bei $U_s <$ + 10 V ist mit abnehmender Helligkeit möglich.	
	Stromaufnahme	ca. 100 mA
	Gerät gegen Verpolung geschützt (rot ≙ +)	
Allgemeine Angaben	Umgebungstemperaturbereich	+ 5 bis + 40 °C
	Abmessungen in mm	21 x 13 x 130

Bestellangaben

Digitaler Taster TKL-12	BN 627/12

U_s = Speisespannung

FE-1
Fernsteuerbare Eichleitung

Dämpfungsbereich 0 . . . 122 dB



- **Fernsteuerbetrieb mit getrenntem Dämpfungs- und Steuerteil**
- **Dämpfungs- und Steuerteil zu einer Einheit zusammensteckbar**
- **Dämpfungsteil programmierbar**
- **Großer Dämpfungs- und Frequenzbereich**
- **Feine Abstufung der Dämpfungswerte**
- **Minimale Umschaltzeiten**
- **Leicht umrüstbare Universalbuchsen**

Anwendung

Die Fernsteuerbare Eichleitung FE-1 besteht aus zwei separaten Bausteinen: dem Dämpfungsteil FED-1 und dem Steuerteil FES-1. Während im Dämpfungsteil die einzelnen, elektronisch schaltbaren Dämpfungsglieder untergebracht sind, umfaßt der Steuerteil drei Stufenschalter zur Einstellung der gewünschten Dämpfungswerte. Die Anzeige der gewählten Dämpfung ist mechanisch mit den Stufenschaltern gekoppelt.
Sind Dämpfungsteil und Steuerteil zu einer Einheit zusammengesteckt, so läßt sich die Eichleitung FE-1 wie eine normale Eichleitung herkömmlicher Art verwenden.
Eine weitere Anwendungsmöglichkeit ergibt sich durch die Fernsteuerbarkeit. Hier werden Dämpfungsteil FED-1 und Steuerteil FES-1 örtlich getrennt aufgestellt und durch ein Fernsteuerkabel miteinander verbunden. Der große Vorteil bei dieser Betriebsart ist, daß die beiden Teilgeräte der Eichleitung dort aufgestellt werden können, wo es nach elektrischen und bedienungsmäßigen Gesichtspunkten am günstigsten erscheint.
Darüber hinaus läßt sich der Dämpfungsteil FED-1 in programmierten Meßanordnungen verwenden. Dabei können die erforderlichen Dämpfungswerte von einem – auch automatisch ablaufenden – Programmgeber nach den Erfordernissen der Meßaufgabe geschaltet werden. Diese Art der Anwendung eignet sich besonders zur Serienprüfung von gleichartigen Baugruppen.

Bei Frequenzgangmessungen dämpfender und verstärkender Vierpole nach dem Vergleichsverfahren lassen sich Meßergebnisse erzielen, die frei von den Fehlern durch die frequenzabhängige Grunddämpfung der Eichleitung sind. Der Frequenzbereich erstreckt sich dabei – bedingt durch den zu verwendenden Relaisumschalter RU-3 von Wandel & Goltermann – bis 36 MHz.

Technische Einzelheiten

Der Dämpfungsteil FED-1 setzt sich aus 13 nach Art eines Gewichtssatzsystems gestaffelten Einzelgliedern zusammen. Jede Dämpfungseinheit ist als T-Glied aufgebaut. Die nebenstehenden Garantiedaten gelten uneingeschränkt für den Frequenzbereich 0 bis 100 MHz. Mit gewisser Dateneinschränkung kann die Eichleitung auch noch für merklich höhere Frequenzen verwendet werden.
Die einzelnen T-Glieder werden über Reed-Kontakte eingeschaltet oder überbrückt. Bei angelegter Betriebsgleichspannung (14 bis 20 V) sind zunächst sämtliche Dämpfungsglieder überbrückt. Sie lassen sich durch Verbinden ihrer Steuerleitungen mit dem Minuspol der Betriebsgleichspannung in den Signalweg einschleifen. Die gewünschte Dämpfung ergibt sich durch Einschalten der entsprechenden T-Glieder oder Kombinationen mehrerer Einzelglieder. Für Signalein- und -ausgang sind leicht umrüstbare Universalbuchsen vorgesehen.
Der Steuerteil FES-1 liefert die Betriebsspannung für den Dämpfungsteil und enthält die zum normalen sowie zum ferngesteuerten Betrieb erforderlichen Stufenschalter für die drei Dämpfungsdekaden mit 0,1-dB-, 1-dB- und 10-dB-Schritten. Über eine Diodenmatrix werden die zu jedem Dämpfungswert gehörigen Steuerleitungen ausgewählt. Auf diese Art kann der gesamte Dämpfungsbereich von 0 . . . 122,1 dB in kleinsten Schritten von 0,1 dB eingestellt werden.
Wird der Dämpfungsteil in programmierte Meßeinrichtungen eingebaut, so ist der Steuerteil nicht erforderlich; die gewünschte Codierung sowie die Stromversorgung des Dämpfungsteils erfolgen dann vom Programmgeber aus.
Beim Anschluß der Eichleitung an andere Meßgeräte ist mit Hinsicht auf einen reflexionsarmen Betrieb darauf zu achten, daß die zusammengeschalteten Geräte die gleichen Wellenwiderstände besitzen. Um dies auch bei Geräten zu verwirklichen, deren Ein- bzw. Ausgangsimpedanzen vom Wellenwiderstand der Eichleitung abweichen, sind als Zusatz zur Fernsteuerbaren Eichleitung FE-1 Anpassungsglieder erhältlich. Diese – auch für andere Meßeinrichtungen verwendbaren – in T-Schaltung aufgebauten unsymmetrischen Vierpole sind mit den Wellenwiderstandswerten 75 Ω : 50 Ω, 75 Ω : 60 Ω und 60 Ω : 50 Ω lieferbar. Schaltet man zwei gleiche Anpassungsglieder gegeneinander, so ergeben sich für die Gesamtdämpfung immer Werte von 12 dB, so daß der Dämpfungseinfluß der Anpassungsglieder durch glatte Korrekturwerte leicht berücksichtigt werden kann.

Technische Daten der Fernsteuerbaren Eichleitung FE-1

Alle wesentlichen Geräteeigenschaften sind durch garantierte Toleranz- und Grenzwertangaben und nicht durch typische Werte gekennzeichnet. Sie gelten nicht nur bei Auslieferung, sondern mindestens für die gesamte Garantiezeit.

Dämpfungsteil FED-1[1) 2)]

Frequenzbereich	Frequenzbereich	0 bis 100 MHz
Dämpfungsbereich	Dämpfungsbereich	0 . . . 122,1 dB
	einstellbar in Schritten zu	0,1 dB
	Erreicht durch Kombinationen folgender Dämpfungsglieder	0,1 / 0,2 / 0,3 / 0,5 dB 1 / 2 / 3 / 5 dB 10 / 20 / 20 / 30 / 30 dB
Einfügungsdämpfung	in Stellung 0 dB bei Abschluß der Eichleitung mit Z	
	0 MHz	≦ 0,1 dB (≦ 0,12 dB)
	20 MHz	≦ 0,3 dB
	100 MHz	≦ 0,6 dB
	Fehlergrenzen der Einfügungsdämpfung je benutzte Dämpfungsdekade bezogen auf Stellung 0 dB	
	0,1 . . . 1,1 dB	
	0 bis 20 MHz	± 3% der eingestellten Dämpfung ± 0,02 dB (± 0,025 dB)
	100 MHz	± 6% der eingestellten Dämpfung ± 0,025 dB

1) Die Garantiewerte gelten für eine Umgebungstemperatur von 0 bis +45 °C.
2) Gelten für die 50-Ω-Ausführung abweichende Daten, so sind diese in Klammern ( ) beigefügt.

1 . . . 11 dB

0 bis 20 MHz . . . . . ± 1 % der eingestellten Dämpfung ± 0,02 dB

100 MHz . . . . . ± 1 % der eingestellten Dämpfung ± 0,05 dB

10 . . . 110 dB

0 bis 20 MHz . . . . . ± 0,5% der eingestellten Dämpfung ± 0,02 dB

100 MHz . . . . . ± 1 % der eingestellten Dämpfung ± 0,02 dB (± 0,05 dB)

Wellenwiderstand . . . . . 75 Ω (50 Ω)
Laufzeit, für Stellung 0 dB . . . . . 6,5 ns
zusätzlich je eingeschaltetem Dämpfungsglied . . . . . 0,75 ns

Reflexionsfaktor

Anschluß		BN	≦ 20 MHz	über 20 bis 100 MHz
75 Ω:	2,5 / 6 Siemens	355/1	≦ 0,04	≦ 0,09
	1,6 / 5,6 Siemens	355/2	≦ 0,04	≦ 0,08
	BNC (50 Ω)	355/3	≦ 0,05	≦ 0,09
	N-Connector (75 Ω)	355/4	≦ 0,04	≦ 0,07
	4 / 13 Siemens	355/5	≦ 0,05	≦ 0,09
	UHF	355/6	≦ 0,04	≦ 0,07
	1,6 / 10	355/7	≦ 0,04	≦ 0,07
	Western Electric	355/8	≦ 0,04	≦ 0,07
	Lemo	355/9	≦ 0,04	≦ 0,09
50 Ω:	BNC (50 Ω)	355/53	≦ 0,04	≦ 0,07
	N-Connector (50 Ω)	355/54	≦ 0,04	≦ 0,07

Umschaltzeit . . . . . ≦ 1 ms
Belastbarkeit, mittlere Leistung . . . . . 1 W
Impulsleistung ($t_i < 1$ ms) . . . . . 500 W

Ansteuerung

Steuereingang: 20polige Tuchel-Steckerleiste . . . . . T 2619/2
Betriebsspannung U_b . . . . . 17 V ± 3 V
Stromaufnahme . . . . . ca. 400 mA
Steuersignal: Steuerkontakt offen . . . . . Dämpfung 0
Steuerkontakt mit $-U_b$ verbunden . . . . . Dämpfung eingeschaltet
Ansteuerung über Relaisumschalter RU-3 (ab Serie G)
Steuersignal: U_s = 0 V . . . . . Grunddämpfung der Eichleitung
$U_s \geqq +20$ V . . . . . Einstellung beliebiger Dämpfungen

Steuerteil FES-1

Dämpfungs-Einstellbereich

Dämpfungs-Einstellbereich . . . . . 0 . . . 122,1 dB
Kleinster Dämpfungssprung . . . . . 0,1 dB
Betriebsspannung für FED-1 . . . . . ca. 17 V
Steuerausgang: 20polige Tuchel-Buchsenleiste . . . . . T 2620/2

Allgemeine Angaben

Netzanschlußspannungen . . . . . 110, 115, 220, 240 V
Netzfrequenz . . . . . 45 bis 60 Hz
Leistungsaufnahme . . . . . 10 W

Abmessungen in mm (b x h x t) FES-1 . . . . . 340 x 120 x 120
FED-1 . . . . . 340 x 120 x 110

Gewicht FES-1 . . . . . 2,8 kg
FED-1 . . . . . 4 kg

Zusatzgerät

Relaisumschalter RU-3

Frequenzbereich . . . . . 0 bis 36 MHz
Impedanz (Anschlüsse 2,5/6) . . . . . 75 Ω
Reflexionsfaktor der Ein- und Ausgänge
von 0 bis 15 MHz . . . . . ≦ ± 0,015
über 15 bis 36 MHz . . . . . ≦ ± 0,03

Einfügungsdämpfung	≦ 0,05 dB
Koppeldämpfung zwischen beiden Kanälen	≧ 100 dB
Umschaltfrequenz	1 bis 30 Hz
Abmessungen in mm (b x h x t)	190 x 100 x 125
Gewicht	2,7 kg

Bestellangaben

Steuerteil FES-1	BN 354
Dämpfungsteil FED-1	
75 Ω: ohne Übergang	BN 355
2,5/6 Siemens	BN 355/1
1,6/5,6 Siemens	BN 355/2
BNC (50 Ω)	BN 355/3
N-Connector (75 Ω)	BN 355/4
4/13 Siemens	BN 355/5
UHF	BN 355/6
1,6/10	BN 355/7
Western Electric	BN 355/8
Lemo	BN 355/9
50 Ω: ohne Übergang	BN 355/50
BNC (50 Ω)	BN 355/53
N-Connector (50 Ω)	BN 355/54
Relaisumschalter RU-3 (ab Serie G)	BN 323
Fernsteuerkabel, 20polig, 1,2 m	K 112
Fernsteuerkabel, 20polig, 5 m	K 113

RT-1
Einstellbarer Spannungsteiler

Dämpfungsbereich: 0 bis 60 dB bzw. 10 bis 70 dB (absolut)
Frequenzbereich: 0 bis 1000 MHz



- **Kontinuierlich einstellbar**
- **Klein, leicht, einfach zu bedienen**
- **Skala mit linearer dB-Teilung**
- **Mit allen gebräuchlichen Anschlüssen der Nachrichten-Meßtechnik ausrüstbar**
- **Lieferung mit Tischständer oder Einbaufassung**

Anwendung und Eigenschaften

Der kontinuierlich einstellbare, ohmsche Spannungsteiler RT-1 arbeitet nach dem Prinzip des Kettenteilers. Bei konstanter Eingangsspannung besteht somit ein logarithmischer Zusammenhang zwischen der abgegriffenen Bogenlänge, der ringförmigen Widerstandsschicht und der daran abfallenden Spannung. Dies führt zu einer linear geteilten, in dB geeichten Dämpfungsskala, die eine genaue Einstellung von Teilungsverhältnissen bis zu 60 dB ermöglicht.
Die Teiler sind zur Anpassung an die gebräuchlichsten Wellenwiderstände mit den Ein- und Ausgängen von 50 Ω, 60 Ω und 75 Ω lieferbar. Diese Widerstandswerte bleiben innerhalb des ungewöhnlich großen Arbeitsfrequenzbereichs von 0 bis 1000 MHz praktisch konstant, so daß bei diesen Frequenzen eine gute Anpassung gewährleistet ist. Beim Spannungsteiler RT-1 ändern sich oberhalb 1000 MHz die technischen Daten nur geringfügig, so daß ein Betrieb des Teilers noch bis 1500 MHz möglich ist.
Mit Vorteil wird der Spannungsteiler RT-1 überall dort eingesetzt, wo kontinuierliche Dämpfungseinstellungen oder die Herstellung kleiner Teilspannungen erwünscht sind.

Technische Einzelheiten

Der äußere Rand der auf einem Keramikträger aufgetragenen, ringförmigen Widerstandsschicht ist versilbert und liegt an Masse. Zwischen dem einen Ende des inneren Schichtrandes und der Masse wird die Eingangsspannung angelegt. Die vom Schleifer abgegriffene, geteilte Spannung steht an der Ausgangsbuchse zur Verfügung. Eine in dB geeichte Skala zeigt die eingestellte Dämpfung an.
Ein- und Ausgang sind gut gegeneinander abgeschirmt. Die Übersprechdämpfung ist also im Vergleich zur eingestellten Dämpfung sehr groß, und es können praktisch keine Fehler durch Einstreuung entstehen.
Die Eichung des RT-1 kann mit Gleichspannung oder niederfrequenter Wechselspannung kontrolliert werden.
Der Spannungsteiler RT-1 ist entweder mit Tischständer oder mit einer entsprechenden Fassung (Spannring) für den Einbau in Geräte lieferbar. Auf Grund seines geringen Gewichts läßt sich das Gerät auch direkt auf die meisten Anschlußbuchsen aufstecken.

Technische Daten der Spannungsteiler RT-1

Alle wesentlichen Geräteeigenschaften sind durch garantierte Toleranz- und Grenzwertangaben und nicht durch typische Werte gekennzeichnet. Sie gelten nicht nur bei Auslieferung, sondern mindestens für die gesamte Garantiezeit.

Frequenzbereich

je nach Ausführung . . . . . 0 bis 1000 MHz

Dämpfung

Variationsbereich der Dämpfung . . . . . ≧ 60 dB
Geeichter Skalenbereich . . . . . 0 bis 60 dB

Absolute Dämpfung bei Skalenmarke »10 dB« im Frequenzbereich
0 bis 30 MHz . . . . . 20 dB ± 1 dB
30 bis 1000 MHz . . . . . 20 dB ± 2 dB

Fehlergrenzen der eingestellten Dämpfung
bzgl. Skalenmarke »10 dB«
(Ein- und Ausgang mit Z abgeschlossen)
für den Einstellbereich 10 bis 60 dB . . . . . ± 0,5 dB pro 10 dB
zusätzlich (unabhängig vom Einstellbereich) . . . . . ± 0,2 dB

für die Einstellung 0 dB . . . . . ± 1,2 dB

im Frequenzbereich 0 bis 30 MHz und für alle Einstellungen . . . . . ± 0,3 dB

Ein- und Ausgang

Wellenwiderstand, je nach Ausführung . . . . . 50, 60, 75 Ω
Welligkeitsfaktor im Einstellbereich 10 bis 60 dB
am Eingang . . . . . ≦ 1,2
am Ausgang . . . . . ≦ 1,4

Belastbarkeit und Abmessungen

Belastbarkeit . . . . . max. 2,0 W
Abmessungen . . . . . 65 mm ⌀ x 100 mm
Gewicht . . . . . 800 g

Zubehör

Zum Lieferumfang des Spannungsteilers RT-1 gehört zusätzlich ein Tischständer oder ein Spannring für den Einbau des Teilers in ein Gerät.

Bestellangaben

Z-Wert	Eingang	Ausgang	Max. Frequenz	Bestell-Nr.
50 Ω	7/16 (V)	7/16 (M)	1000 MHz	BN 100/2
	N-Conn. (M)	N-Conn. (M)	1000 MHz	BN 100/4
	C-Conn. (M)	C-Conn. (M)	1000 MHz	BN 100/7
	BNC (M)	BNC (M)	1000 MHz	BN 100/8
	4,1/9,5 (V)	4,1/9,5 (M)	1000 MHz	BN 100/42
60 Ω	6/16 (V)	6/16 (M)	1000 MHz	BN 100/0
	3,5/9,5 (V)	3,5/9,5 (M)	1000 MHz	BN 100/1
	Dezifix B neu	Dezifix B neu	1000 MHz	BN 100/21
	3,5/9,5 (M)	3,5/9,5 (M)	1000 MHz	BN 100/28
75 Ω	BNC (M)	BNC (M)	300 MHz	BN 100/12
	2,5/6 (M)	2,5/6 (M)	100 MHz	BN 100/13
	1,6/10 (M)	1,6/10 (M)	300 MHz	BN 100/18

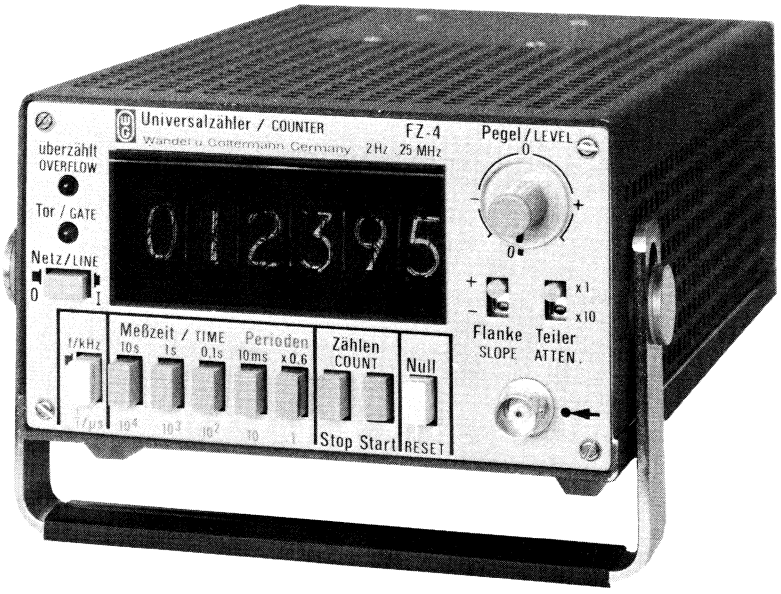
(M) = Buchsenanschluß (V) = Stiftanschluß

Sonderausführungen auf Anfrage

FZ-4
25-MHz-Universalzähler

**mit Zwischenspeicher; fernsteuerbar;
parallele BCD-Datenausgabe**

- **Frequenzmessung von 2 Hz bis über 25 MHz**
- **Periodendauermessung über 1 . . . 10^4 Perioden**
- **Start-Stop-Betrieb für Impulszählung oder Stoppuhrfunktion**
- **Messung von Ereignissen je Minute (Drehzahl)**
- **Impulsbreitenmessung, Auflösung 1 µs**
- **Eingangsempfindlichkeit bis 5 MHz: 50 mV**
  bis 15 MHz: 75 mV
  bis 25 MHz: 150 mV
- **1-MHz-Quarzoszillator**
- **Anzeige 6stellig mit Überlauf**
- **Parallelausgang für Registriergeräte**
- **Fernsteuerbar**



Anwendung und Eigenschaften

Der handliche Universalzähler FZ-4, der mit einer 6stelligen Anzeige geliefert wird, eignet sich durch die verschiedenen, mittels Drucktasten wählbaren Meßfunktionen für eine Vielfalt von Anwendungen. Außer Frequenz- und Periodendauermessung lassen sich mit diesem Gerät Dauerzählungen durchführen, wie sie bei der sogenannten Festmengenmessung (z. B. Durchflußmengen, Leistungen, Stückzahlen u. ä.) vorkommen. Bei der Messung von Ereignissen je Minute (z. B. Drehzahlen u. ä.) wird der Umrechnungsfaktor durch Betätigen einer Drucktaste eingegeben. Die Anzeige gibt je nach gewählter Meßzeit einen dekadischen Teil der zu messenden Ereignisse pro Minute wieder.
Der Dezimalpunkt in der Anzeige wird automatisch verschoben, so daß die Frequenz im gesamten Meßbereich in »kHz« und die Periodendauer stets in »µs« angezeigt wird. Bei hohen Frequenzen hat die Frequenzmessung, bei tiefen Frequenzen die Periodendauermessung das bessere Auflösungsvermögen. Durch die Mittelwertbildung über 10 . . . 10^4 Perioden verringert sich der Triggerfehler bei Periodendauermessung entsprechend.
Der Eingang (1 MΩ ‖ 60 pF) ist bis 250 V überlastungssicher. Die Eingangsempfindlichkeit liegt bis 5 MHz bei 50 mV, bis 15 MHz bei 75 mV und bis 25 MHz bei 150 mV. Das Einschalten des Eingangsteilers bringt eine Abschwächung im Verhältnis 1 : 10. Der Triggerpegel ist je nach Schalterstellung des Eingangsteilers zwischen ±1 V bzw.

±10 V kontinuierlich einstellbar; bei eingerastetem Drehknopf liegt er nahe dem Nulldurchgang. Die Triggerung selbst ist von positiver auf negative Triggerflanke umschaltbar.
Alle bisher aufgeführten Funktionen können an der Frontplatte eingestellt werden oder sind über entsprechende Anschlüsse an der Geräterückseite fernsteuerbar. Zudem lassen sich über die rückseitigen Anschlußbuchsen weitere Funktionen realisieren, wie z. B. die Eingabe einer genaueren Frequenz als Ersatz für die interne Normalfrequenz, die Messung von Frequenz- oder Impulsverhältnissen, die Messung von Impulsdauer oder Zeitintervallen, die Summation von Einzelergebnissen, der Stoppuhrbetrieb sowie die Ausgabe von periodischen Zeitsignalen. Auf der Programmierkarte BN 597/54 sind diese Funktionen auf sehr einfache Weise mit Kurzschlußsteckern zu programmieren und die externen Frequenzen über zwei weitere BNC-Buchsen anzuschließen.
Der eingebaute Zwischenspeicher ermöglicht nicht nur eine flimmerfreie Ergebnisdarstellung und damit ein ermüdungsfreies Ablesen, sondern auch die parallele Datenausgabe an ein Registriergerät, und zwar im BCD-Code 8-4-2-1 in negativer Logik. Mit einem Adapter läßt sich dieser Ausgang an die im ANDIMAT-System gebräuchlichen Drucker anpassen.
Für den Anschluß der zu messenden Signale sind Kabel lieferbar, die beidseitig BNC-Kabelstecker tragen. Es besteht die Möglichkeit, das Gerät mit entsprechenden Montageelementen zum Einbau in 19"-Gestelle umzurüsten.

Technische Einzelheiten

Grundlage für die Funktionen Frequenz- und Periodendauermessung ist die interne, von einem Quarzoszillator erzeugte Normalfrequenz von 1 MHz. Je nach Meßart liefert sie die Meßzeit durch entsprechende Teilung oder die Zählimpulse während der extern gesteuerten Meßzeit.
Die Teilung der Normalfrequenz erfolgt dekadisch mit den Faktoren $10^4 \ldots 10^7$, so daß sich daraus Toröffnungszeiten von 10 ms . . . 10 s ergeben. Während der Toröffnungszeit gelangen die Schwingungen der zu messenden Frequenz in die Zähldekaden, wobei je nach Stellung des Triggerschalters mit positiver oder negativer Flanke getriggert wird. Durch die automatische Kommaverschiebung erfolgt die Frequenzanzeige grundsätzlich in kHz.
Bei Periodendauermessung übernimmt die am Eingang liegende, unbekannte Frequenz die Torsteuerung, wobei sich die Toröffnungszeit über die Dauer von $1 \ldots 10^4$ Perioden dekadisch einstellen läßt. Während das Tor geöffnet ist, gelangen die Impulse der internen 1-MHz-Normalfrequenz in Abständen von jeweils 1 µs in die Zähldekaden und liefern somit als Anzeigeergebnis die Periodendauer in µs.
Das Meßergebnis wird nach der Messung in den Anzeigespeicher übernommen und bleibt bis zum Ende der nächsten Messung an den sechs Ziffernanzeigeröhren ablesbar.
Das Überschreiten der Anzeigekapazität wird an einer Leuchtdiode angezeigt. Da diese bei Frequenzmessung und bei Überlauf des Zählerinhalts über 1 999 999 zu blinken beginnt, kann die Anzeige dieser Stelle als 0, 1 oder »überzählt« gedeutet werden. Eine weitere Leuchtdiode zeigt mit ihrem Signal die Toröffnungszeit an.
Eine besonders für Abgleicharbeiten interessante Meßfunktion des Universalzählers FZ-4 ist die Frequenzverhältnismessung. Indem man statt der internen Normalfrequenz eine geeichte, externe Normalfrequenz eingibt, die dem Sollwert der abzugleichenden Frequenz entspricht, erhält man bei einer Meßzeit von beispielsweise 0,1 s und exaktem Abgleich die Anzeige 1000.00. Das Ablesen dieser Anzeige ist wesentlich einfacher und sicherer als das beliebiger Frequenzwerte.

Technische Daten des Universalzählers FZ-4

Alle wesentlichen Geräteeigenschaften sind durch garantierte Toleranz- und Grenzwertangaben und nicht durch typische Werte gekennzeichnet. Sie gelten nicht nur bei Auslieferung, sondern mindestens für die gesamte Garantiezeit.

Frequenzmessung Meßeingang, manuell und fernsteuerbar	Meßbereich	2 Hz bis 25 MHz
	Meßzeit	10^{-3}; 10^{-2}; 10^{-1}; 1; 10 s
	Fehlergrenzen	± 1 Digit ± Q[1])
	Anzeige	in kHz mit Dezimalpunkt
Periodendauermessung Meßeingang, manuell und fernsteuerbar	Frequenzbereich	2 Hz bis 250 kHz
	Meßzeit	1 Periode
	Fehlergrenzen	± 1 Digit ± Q[1]) ± T[2])
	Abstand der Zählimpulse	1 µs
	Anzeige	in µs mit Dezimalpunkt
Mehrfach-Periodendauermessung Meßeingang, manuell und fernsteuerbar	Frequenzbereich	2 Hz bis 15 MHz
	Meßzeit	10; 10^2; 10^3; 10^4 Perioden
	Fehlergrenzen	± 1 Digit ± Q[1]) ± T[2])/Periodenzahl
	Abstand der Zählimpulse	1 µs
	Anzeige	in µs mit Dezimalpunkt

Messung von Ereignissen je Minute
Meßeingang, manuell und fernsteuerbar

Meßbereich . . . . . 0 bis 10^9 Ereignisse/min
Meßzeit . . . . . 0,6; 6 s
Fehlergrenzen . . . . . ± 1 Digit $\pm$ Q[1])
Anzeige . . . . . in 100 Ereignisse/min; 10 Ereignisse/min

Dauerzählung
Meßeingang, manuell und fernsteuerbar
(Anzeigespeicher abgeschaltet)

Zählumfang . . . . . 1 bis 999 999
Zählfrequenz . . . . . 0 bis $25 \cdot 10^6$ Impulse/s
Fehlergrenzen . . . . . ± 1 Digit
Aufsummierung . . . . . fernsteuerbar

Zeitintervallmessung, Impulsdauermessung
Meßeingang bzw. Eingänge »Start/Stop«, fernsteuerbar

Meßzeit bei Verwendung der 1-MHz-Frequenz (1 µs Auflösung) . . . . . 10^{-6} bis 2 s
bei Verwendung der 1-kHz-Frequenz (1 ms Auflösung) . . . . . 10^{-3} bis 2000 s

Fehlergrenzen Meßeingang . . . . . ± 1 Digit $\pm$ Q[1]) $\pm$ T[2])
Eingänge »Start/Stop« . . . . . ± 1 Digit $\pm$ Q[1])

Frequenzverhältnismessung
Meßeingang und Eingang »ext. Osz.«, fernsteuerbar

Frequenzbereiche f_x . . . . . 2 Hz bis 25 MHz
f_n . . . . . 100 Hz bis 5 MHz
Fehlergrenzen . . . . . ± 1 Digit $\pm$ T[2])

Test

Die interne Normalfrequenz wird auf den Zähleingang geschaltet

Meßeingang
BNC-Buchse (Frontplatte)

Frequenzbereich . . . . . 2 Hz bis 25 MHz
Eingangsempfindlichkeit bei Sinusspannung U_{eff}: bis 5 MHz . . . . . 50 mV
bis 15 MHz . . . . . 75 mV
bis 25 MHz . . . . . 150 mV

Eingangsempfindlichkeit bei impulsförmiger Spannung U_{ss} und Impulsbreite $\geqq$ 20 ns
Triggerpegel 0 (Preset) . . . . . 3,5 V
Triggerpegel optimal eingestellt . . . . . 200 mV
Triggerflanke, umschaltbar . . . . . positiv oder negativ

	»x 1« ≙ 1 : 1	»x 10« ≙ 1 : 10
Eingangsteiler		
Eingangsspannung $U = + U_s$	max. 150 V	max. 250 V
2 Hz bis 500 Hz U_{eff}	max. 50 V	max. 250 V
bis 25 MHz U_{eff}	max. 20 V	max. 200 V
Eingangswiderstand	1 MΩ ‖ 60 pF	1 MΩ ‖ 35 pF
bei Übersteuerung	> ca. 3 V : 500 kΩ ‖ 2,2 nF	> ca. 30 V : 1 MΩ ‖ 100 pF
Triggerpegel kont. einstellbar	ca. +1 V bis −1 V	ca. +10 V bis −10 V

Eingang »ext. Oszillator«
(Rückwand)

Frequenzbereich . . . . . 100 Hz bis 5 MHz
minimale Impulshöhe U_{ss} . . . . . 0,7 V
maximale Impulshöhe U_{ss} . . . . . 5,0 V
} beliebige Lage zwischen −5 V und +5 V
Eingangswiderstand . . . . . 2 kΩ

Interne Normalfrequenz

Interne Normalfrequenz . . . . . 1 MHz
Langzeitfehler . . . . . pro Jahr ca. $\pm 2 \cdot 10^{-6}$
Langzeitfehler . . . . . pro Woche ca. $\pm 3 \cdot 10^{-7}$
Temperaturabhängigkeit im Nenngebrauchsbereich der Temperatur . . . $\pm 10 \cdot 10^{-6}$
Spannungsabhängigkeit im Nenngebrauchsbereich der Netzspannung . . . $\pm 1 \cdot 10^{-6}$

Zeitbasisausgänge

bei Betrieb mit interner Normalfrequenz . . . . . 1 MHz; 100; 10; 1 kHz
mit externer Normalfrequenz . . . . . f/10; f/10^2; f/10^3
programmierbar . . . . . bis 0,1 Hz bzw. f/10^7

Periodische Zeitsignale
fernsteuerbar

Impulsabstand . . . . . 1 bzw. $2 \cdot 10^{-6}$ . . . 10^6 s
1 bzw. $2 \cdot 10^{-7}$ ... 10^4 min

Anzeige

Ergebnisanzeige (einschließlich Überlaufanzeige) . . . . . max. 1 999 999
Speicherkapazität . . . . . max. 7 999 999
Speicher . . . . . durch Fernsteuerung abschaltbar
Überlaufanzeige bei Überlauf = 1 . . . . . »überzählt«-Lampe leuchtet
bei Überlauf $\geqq$ 2 . . . . . »überzählt«-Lampe blinkt
Anzeigezeit bei automatischer Auslösung . . . . . bis nächste Messung beendet
bei Fernsteuerung . . . . . beliebig verlängerbar
Toröffnungszeit . . . . . Torlampe leuchtet, solange Tor geöffnet

1) Q = Fehler der verwendeten Normalfrequenz.
2) T = Fehler, hervorgerufen durch die Ungenauigkeit der Triggerschwelle (± 0,5 mV auf den Eingang bezogen). Der entstehende Meßfehler hängt von der Steilheit des Spannungsanstiegs im Triggerpunkt ab, d. h. bei sinusförmiger Meßspannung verringert sich der Fehler mit steigender Frequenz und Amplitude.

Datenausgabe
BCD-Code 8-4-2-1
(negative Logik)

7 Stellen (siehe Speicherkapazität), »überzählt«-Signal und Dezimalpunkte parallel auf 32 Leitungen
Registriergeräteauslösung, negativer (0–1–0) Impuls . . . . . typisch 250 µs
Registriergerätesperre . . . . . 1-Signal während Tor geöffnet
Zählersperre . . . . . durch 1-Signal

Anschlüsse (Rückwand)

Datenausgang und Steuerbuchse . . . . . zwei 2 x 22polige Kontaktleisten

Signalpegel
(negative Logik)

Eingänge low (1-Signal) . . . . . 0 bis +0,8 V
high (0-Signal) . . . . . +2,0 V bis +5,5 V
Ausgänge low (1-Signal) . . . . . 0 bis +0,4 V
high (0-Signal) bei 50 µA Belastung . . . . . +2,4 V bis +5,25 V
Impulsbreite . . . . . > 30 ns

Allgemeine Angaben

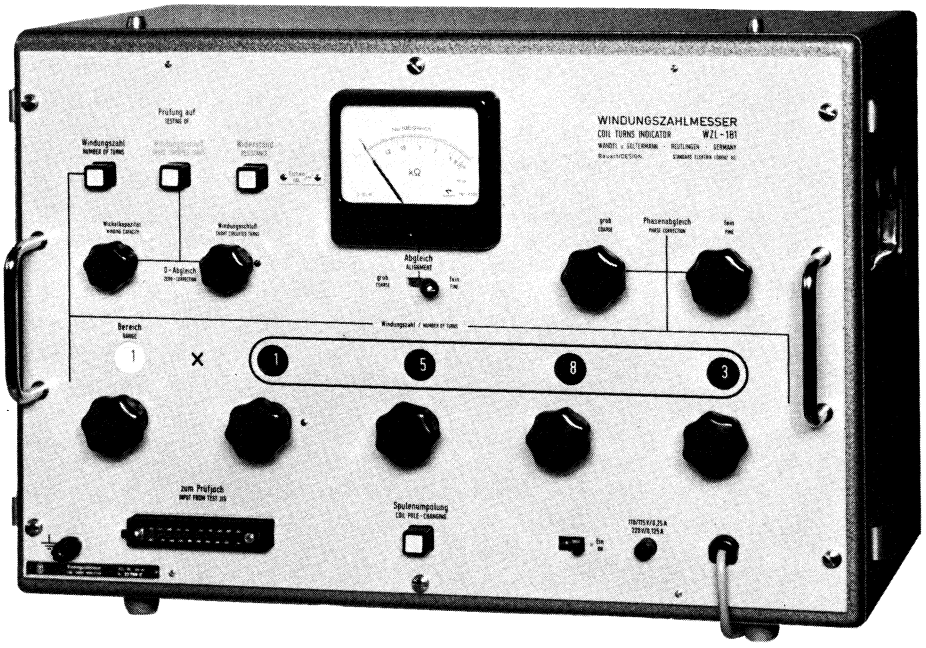
Netzspannung (umlötbar) bei BN 597/2 . . . . . 110, 220 V
bei BN 597/3 . . . . . 120, 240 V
Nenngebrauchsbereiche bei BN 597/2 . . . . . 99 V bis 121 V, 198 V bis 242 V
bei BN 597/3 . . . . . 106 V bis 130 V, 213 V bis 261 V
Nenngebrauchsbereich der Netzfrequenz . . . . . 45 Hz bis 66 Hz
Leistungsaufnahme . . . . . ca. 25 W
Nenngebrauchsbereich der Temperatur für Betrieb . . . . . + 5° C bis +40° C
für Lagerung . . . . . −40° C bis +70° C
Abmessungen in mm (b x h x t) . . . . . 142 x 80 x 220
Gewicht . . . . . ca. 2 kg
FTZ-K-Nummer 272 738 003

Bestellangaben

Universalzähler FZ-4, 6 stellig,	für 110, 220 V	BN 597/2
	für 120, 240 V	BN 597/3
Zubehör (gegen Mehrpreis)		
19"-Einbausatz	für 1 Gerät FZ-4	BN 597/50
	für 2 Geräte FZ-4	BN 597/51
Adapter für Fernsteuerung (mit 50poliger Amphenolbuchse)		BN 597/52
Adapter für Datenausgang (mit 50poliger Amphenolbuchse)		BN 597/53
Programmierkarte (mit 2 HF-Eingängen BNC)		BN 597/54
Verbindungskabel (beidseitig HF-Stecker BNC), 1 m lang,	50 Ω	K 76
	75 Ω	K 80

WZL-181
Windungszahl-Meßgerät

mit Prüfjoch PJ-1 und PJ-2



- **Messung der Windungszahl und des Wicklungswiderstands**
- **Kontrolle des Wickelsinns**
- **Untersuchen auf Kurzschlußwindungen**
- **Messung der Windungszahldifferenz bei bifilaren und symmetrischen Wicklungen**
- **Rationalisierung und Qualitätssteigerung in der Spulenfertigung**

Anwendung und Eigenschaften

Das Windungszahl-Meßgerät WZL-181 findet Verwendung zum Prüfen und Messen kernloser Spulen. Mit seiner Hilfe können schnell und einfach Windungszahl, Wickelsinn und Wicklungswiderstand einer Spule ermittelt werden. Darüberhinaus lassen sich mühelos vorhandene Kurzschlußwindungen nachweisen oder Windungszahldifferenzen bei bifilaren oder symmetrischen Wicklungen feststellen.
Die Vielfalt der Meßmöglichkeiten, ebenso wie die einfache Bedienung machen das Gerät, insbesondere für den Einsatz in der industriellen Serienfertigung von Spulen, Drosseln, Transformatoren und Relais geeignet. Fehlerhafte Wickel lassen sich bereits vor dem Einsetzen des Kerns erkennen und somit rechtzeitig aussortieren. Auf diese Weise ergeben sich merkliche Einsparungen in bezug auf Arbeitszeit und Fertigungskosten.
Zur Aufnahme des Prüflings stehen zwei verschiedene Prüfjoche zur Verfügung.
Das für Handbedienung konstruierte Prüfjoch PJ-1 erlaubt die Aufnahme von Wickeln mit Außenabmessungen bis zu 60 mm x 60 mm, Innendurchmesser bis 5 mm (bzw. 4 mm x 4 mm Querschnitt) und Wickellängen bis zu 55 mm.
Beim Prüfjoch PJ-2 wird das Joch automatisch durch Motorantrieb geschlossen und gleichzeitig eine Abschirmhaube über den Prüfraum gefahren. Dieses Gerät dient zusammen mit dem Grundgerät WZL-181 zum Prüfen und Mes-

sen größerer Spulen bis zu Außenabmessungen von maximal 120 mm x 120 mm, Jochkernquerschnitten von 12 mm x 12 mm und Wickellängen von 90 mm.

Die nachstehende Tabelle läßt erkennen, für welche Spulenkörper nach DIN 41303 die Prüfjoche PJ-1 und PJ-2 verwendbar sind.

nur PJ-1	PJ-1 und PJ-2	nur PJ-2
M 20, 22, 30 **EJ** 30 **UJ** 30 **L** 59	**M** 42, 55, 65, 74 **EJ** 38, 42, 48, 54, 60, 66, 78, 84 **UJ** 39, 48 –	**M** 85, 102 **EJ** 92, 106, 130, 150 **UJ** 60, 75, 90 –

Technische Daten des Windungszahlmeßgeräts WZL-181

Alle wesentlichen Geräteeigenschaften sind durch garantierte Toleranz- und Grenzwertangaben und nicht durch typische Werte gekennzeichnet. Sie gelten nicht nur bei Auslieferung, sondern mindestens für die gesamte Garantiezeit.

		mit PJ-1	mit PJ-2
Messung der Windungszahl w	Meßbereich	w = 1 bis 10^5	w = 1 bis $5 \cdot 10^4$
	Meßfrequenz, umschaltbar	50 Hz / 60 Hz	50 Hz / 60 Hz
Fehlergrenzen	bei Wicklungen, die das Prüfjoch gleichmäßig bedecken	± 0,3% für $w \leqq 5 \cdot 10^4$	± 0,3% für $w \leqq 2 \cdot 10^4$
	bei Teil- und Kammerwicklungen	± 0,6%	–
	mit Vergleichsspule als Normal und $w \leqq 5 \cdot 10^4$	± 0,1%	± 0,1%
	Anzeigeempfindlichkeit	für einen Ausschlag von 1% v. E.: ± 0,1% ± 0,1 Wdg.	f. einen Ausschl. 2% v.E.: ± 0,1% ± 0,1 Wdg.
Messung des Wicklungswiderstands	Meßbereich	50 Ω bis 20 kΩ	50 Ω bis 20 kΩ
	Fehlergrenzen nach Eichung	± 2% v. E.	± 2% v. E.
Prüfung auf Windungsschluß	Anzahl w_o der Kurzschlußwindungen, die einen deutlichen Ausschlag am Widerstands-Meßinstrument hervorrufen	$w_o = \frac{7 \cdot D}{1000\, d^2}$	$w_o = \frac{7 \cdot D}{1000\, d^2}$
	(D = mittlerer Wickeldurchmesser in mm; d = Drahtdurchmesser in mm)		
Zulässige Abmessungen des Prüflings	Spulendurchmesser	≦ 60 mm	≦ 120 mm
	Spulenlänge	≦ 55 mm	≦ 90 mm
	Jochquerschnitt	≧ 4 mm x 4 mm oder ≧ 5 mm ⌀	≧ 12 mm x 12 mm
Allgemeine Daten	Netzspannung	110 / 115 / 220 V	
	Netzfrequenz	50 Hz / 60 Hz	

Gerät	Abmessungen in mm, b x h x t	Gewicht	Leistungsaufnahme
WZL-181	560 x 385 x 270	17 kg	ca. 20 VA
PJ-1	230 x 160 x 250	3,5 kg	–
PJ-2	180 x 280 x 440	12 kg	ca. 6 VA

Lieferumfang

1 Verbindungskabel zu den Prüfjochen, 1 m lang

Bestellangaben

Windungszahl-Meßgerät WZL-181	BN 181
Prüfjoch PJ-1	BN 182
Prüfjoch PJ-2	BN 183

EX-1, EX-2, EX-3, EX-4 Echoboxen

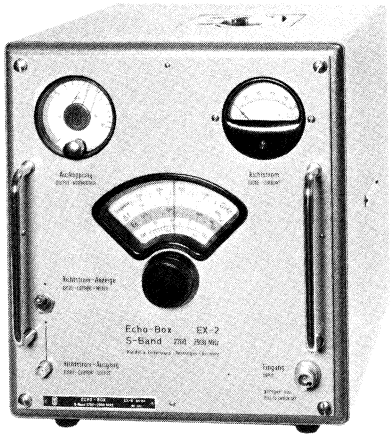
für Messungen an Radaranlagen

- **Einsatz der Echoboxen in den Frequenzbändern**

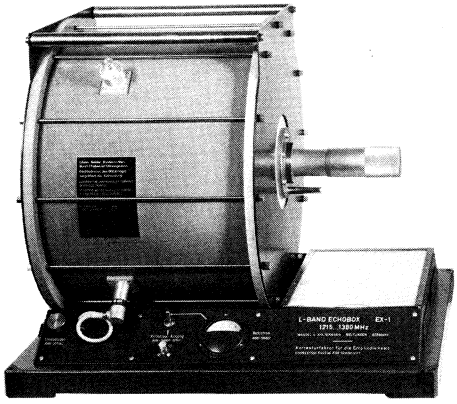
  L-Band 1,215 bis 1,380 GHz (EX-1)
  S-Band 2,65 bis 2,95 GHz (EX-2)
  S-Band 2,85 bis 3,15 GHz (EX-3)
  X-Band 8,5 bis 9,6 GHz (EX-4)



EX-4



EX-2/EX-3



EX-1

Anwendungsmöglichkeiten

Die Echobox ist eine transportable Meßeinrichtung für Radargeräte. Es lassen sich mit ihrer Hilfe falsche Einstellungen oder Störungen des Radargerätes feststellen und eingrenzen. Vor allen Dingen kann mit der Echobox die Leistungsfähigkeit einer Radaranlage in einfacher Weise kontrolliert werden. Unter Leistungsfähigkeit wird dabei in erster Linie die Reichweite einer Anlage verstanden.
Die wichtigsten Messungen, die mit Hilfe der Echobox durchgeführt werden können, sind folgende:

- Messung der Leistungsfähigkeit der Radaranlage
- Messung der Sendefrequenz
- Analyse des Frequenzspektrums des Senders
- Bestimmung der Impulsdauer
- Messung der Frequenz des Überlagerungsoszillators
- Messung der Erholungszeit des Empfängers
- Messung der Erholungszeit der Schaltröhren
- Relative Anzeige der Ausgangsleistung des Senders
- Prüfung auf unregelmäßiges Arbeiten des Senders
- Bestimmung der Fehlanpassung der Senderantenne (in Verbindung mit Richtkoppler)

Technische Einzelheiten

Die Echobox ist ein abstimmbarer Hohlraumresonator hoher Güte. Ausgenutzt wird die H_{011}-Schwingung (bei EX-4: H_{015}-Schwingung), die die Verwendung eines kontaktlosen Abstimmschiebers ermöglicht.
Bei der Echobox EX-1 erfolgt das Verstellen des Abstimm-

schiebers durch eine Spindel mit Mikrometerantrieb. Mit der beigefügten Eichkurve läßt sich die jeder Mikrometerablesung zugehörige Frequenz bestimmen. Außerdem kann der Eichkurve die Frequenzänderung je Skalenteil entnommen werden, was das Ausmessen des Frequenzspektrums erleichtert.
Die Echoboxen EX-2 und EX-3 haben Skalen, auf denen direkt Frequenz, Frequenzänderung je Skalenteil, Empfindlichkeit und absolute Skalenteile ablesbar sind.
Bei der Echobox EX-4 gestattet eine Grob- und Feinskala die Frequenzablesung.

Die Einkopplung des Resonators ist fest eingestellt, die Auskopplung dagegen veränderlich (bei EX-4 fest). Der Richtstrom der Meßdiode wird an einem empfindlichen Instrument angezeigt. Bei den Echoboxen EX-2, EX-3 und EX-4 wird die ausgekoppelte Leistung über einen HF-Teiler der Diode zugeführt. Die Eichung des Teilers in dB ermöglicht das Ausmessen eines Sender-Frequenzspektrums nach Frequenz und Amplitude.
Der Richtstrom der Diode kann – außer bei der Echobox EX-4 – auch (nach Umschaltung) an einer Ausgangsbuchse abgenommen werden.

Technische Daten der Echoboxen

Alle wesentlichen Geräteeigenschaften sind durch garantierte Toleranz- und Grenzwertangaben und nicht durch typische Werte gekennzeichnet. Sie gelten nicht nur bei Auslieferung, sondern mindestens für die gesamte Garantiezeit.

	EX-1	EX-2	EX-3	EX-4
Frequenzbereich	**1,215 bis 1,380 GHz**	**2,65 bis 2,95 GHz**	**2,85 bis 3,15 GHz**	**8,5 bis 9,6 GHz**
Frequenzfehlergrenzen	± 500 kHz	$\pm 1 \cdot 10^{-3}$	$\pm 1 \cdot 10^{-3}$	± 3 MHz
Abstimmung – Mikrometerantrieb	56 Umdr. zu je 100 Skt.	36 Umdr. zu je 100 Skt.	36 Umdr. zu je 100 Skt.	57 Umdr., 1 Umdr. ≙ 20 MHz
Kreisgüte im Betrieb	ca. $50 \cdot 10^3$ (bei 1,3 GHz)	ca. $35 \cdot 10^3$ (bei 2,8 GHz)	ca. $40 \cdot 10^3$ (bei 3 GHz)	ca. $50 \cdot 10^3$ (bei 9 GHz)
Empfindlichkeit	ca. 1,7 µs/dB (bei 1,3 GHz)	ca. 0,5 µs/dB (bei 2,8 GHz)	ca. 0,5 µs/dB (bei 3 GHz)	ca. 0,20 µs/dB (bei 9 GHz)
Schwingzeit (abhängig von der Anlage und den Meßbedingungen)	100 bis 150 µs	50 bis 80 µs	50 bis 80 µs	
Eingang				
Eingang	–	abschaltbar	abschaltbar	–
Anschluß – N-Connector	50 Ω	50 Ω	50 Ω	50 Ω
Einkopplung	fest	fest	fest	fest
Anzeige				
Auskopplung	stet. veränderl., abschaltb.	veränderlich	veränderlich	fest
Einstellbereich des HF-Teilers	–	0 bis 20 dB	0 bis 20 dB	0 bis 25 dB
Meßinstrument – Vollausschlag	100 Skt.	100 Skt.	100 Skt.	100 Skt.
Zur Anzeige benötigte HF-Leistung (Dauerstrich)	10 mW	ca. 10 mW	ca. 10 mW	ca. 10 mW
Diode	1 N 21 B	1 N 21 B	1 N 21 B	1 N 23 C
Abmessungen				
b x h x t in mm				
Echobox ca.	600 x 500 x 490 (mit Schutzhaube)	295 x 320 x 410 (mit Beschlägen)	295 x 320 x 410 (mit Beschlägen)	295 x 320 x 410 (mit Beschlägen)
Echobox mit Grundplatte ca.		295 x 355 x 410	295 x 355 x 410	295 x 355 x 410
Transportkasten ca.	775 x 620 x 590	500 x 550 x 600	500 x 550 x 600	500 x 550 x 600
Gewicht ca. (ohne Grundplatte und Kasten)	38 kg	15 kg	15 kg	15 kg

Zubehör

	Zubehör (im Lieferumfang enthalten)	Wahlzubehör (gegen Aufpreis)
EX-1	3 Ersatzdioden 1 Schutzhaube	HF-Kabel mit N-Connector, ca. 3 m 10-dB-Kabel mit N-Connector, ca. 3 m Transportkasten
EX-2 EX-3 EX-4	3 Ersatzdioden	HF-Kabel mit N-Connector, ca. 3 m 10-dB-Kabel mit N-Connector, ca. 3 m Grundplatte mit Gummidämpfern (für Fahrzeugmontage) Transportkasten

Bestellangaben

Echobox	EX-1	BN 127	EX-3	BN 220
	EX-2	BN 154	EX-4	BN 215

WS-3
Wechselspannungs-Stabilisator

für eine maximale Ausgangsleistung von 550 VA



- **Störabweichung bei Änderung von Netz und Last unter 0,1 %**
- **Echte Effektivwertregelung für alle Anwendungen**
- **Regelzeitkonstante ca. 10 ms im Bereich 275 VA**
- **Großer Netzfrequenzbereich von ± 10 %**
- **Absicherung durch 2poligen Leitungs-Schutzschalter**
- **Besonders preisgünstig**

Anwendung und Eigenschaften

Wechselspannungs-Stabilisatoren sind überall dort vorteilhaft einzusetzen, wo die Durchführung exakter Meß- und Eichvorgänge durch die üblichen Schwankungen der Netzspannung erschwert oder sogar unmöglich gemacht wird. Der große ausregelbare Netzspannungsbereich und die kurze Ausregelzeit unserer Stabilisatoren sichern auch bei sehr unruhigen Netzen eine wirkungsvolle Stabilisierung.
Das Gerät WS-3 ermöglicht eine besonders preiswerte Lösung aller allgemeinen Stabilisierungsaufgaben. Für spezielle Anwendungen stehen die Geräte WS-5, WS-10 und WS-30 mit Leistungen bis 3 kVA zur Verfügung.
Der große Netzfrequenzbereich (46 bis 55 Hz) ermöglicht den Betrieb an Notstromaggregaten ebenso wie den Einsatz in Exportanlagen. Dieser weite Frequenzbereich in Verbindung mit dem Zeitverhalten und der geringen Störabweichung gegenüber Last- und Netzspannungsänderungen kennzeichnen die Güte des WS-3.
Die Regelkurven (Bild 1) zeigen die ungewöhnlich geringe Abhängigkeit der Ausgangsspannung von Netzspannungsschwankungen und Belastungsänderungen. Sie weisen an den Enden des Regelbereichs einen besonders steilen Übergang in die ungeregelten Bereiche auf. Diese Eigenschaften werden durch eine sehr hohe Verstärkung im Regelkreis erreicht. Deshalb kann auch eine Abweichung von weniger als ± 0,1 % für das gleichzeitige Auftreten von Netzspannungs- und Laständerungen garantiert werden.

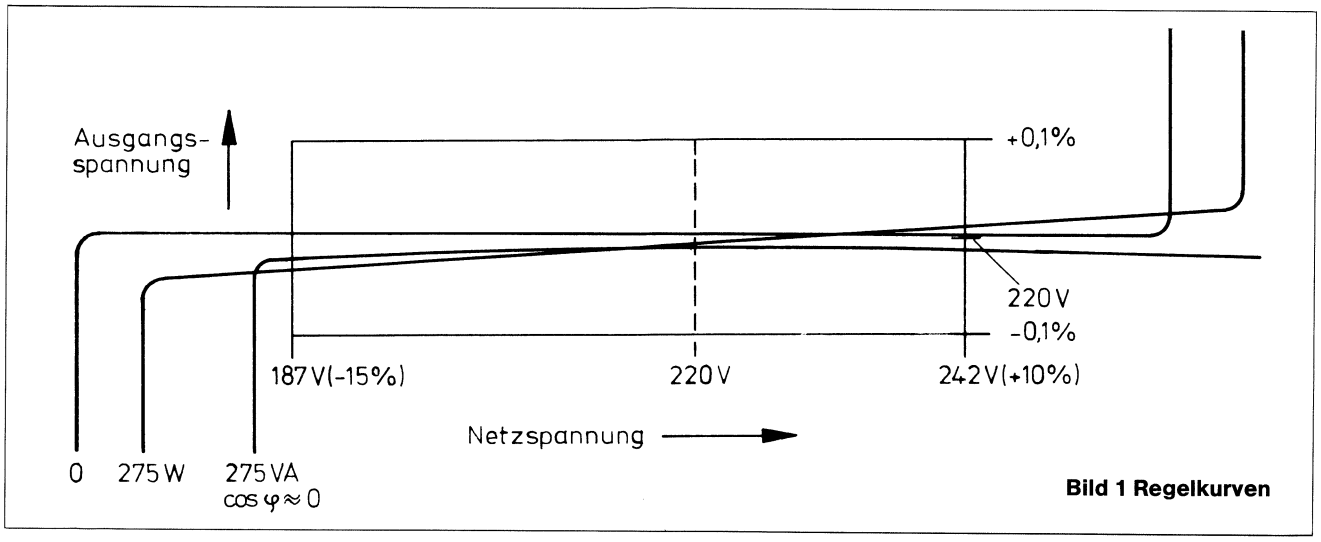
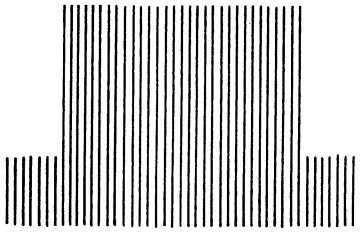


Bild 1 Regelkurven

Aus den in Bild 1 dargestellten Regelkurven geht hervor, daß die tatsächlichen Abweichungen eines Geräts mit durchschnittlichen Eigenschaften 2- bis 3mal kleiner sind.
Die gute Langzeitkonstanz des bewährten Meßgliedes mit der Kaltleiterbrücke gewährleistet auch bei sehr langem Dauerbetrieb eine genaue Einhaltung der einmal eingestellten Ausgangsspannung.
Der Einfluß von Temperaturschwankungen auf das Meßglied ist statisch und dynamisch sehr gut kompensiert.
Dadurch bewirken auch extrem schnelle Wechsel der Umgebungstemperatur oder Temperaturänderungen innerhalb des Geräts, die durch große Belastungsschwankungen hervorgerufen werden, lediglich eine vorübergehende Schwankung der Ausgangsspannung von höchstens ± 0,1 %.

Durch sprungartige Netz- oder Lastschwankungen hervorgerufene Änderungen der Ausgangsspannung werden unter einmaligem Überschwingen nach etwa 0,1 s aperiodisch bis auf ± 0,1 % Abweichung vom stationären Wert ausgeglichen. Diese sogenannte Ausregelzeit, die nicht mit der wesentlich kürzeren Regelzeitkonstanten verwechselt werden darf, liegt an der Grenze des mit Transduktoren theoretisch erreichbaren Werts.

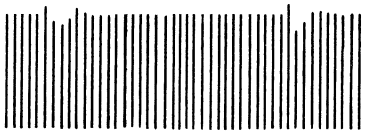
Die Abbildungen zeigen die positiven und negativen Halbwellen durch Zweiweggleichrichtung (Spitzenabstand somit 10 ms)



Eingangsspannung:
Spannungssprung
210 V → 220 V → 210 V



Ausgangsspannung:
Verhalten der Ausgangsspannung bei nebenstehendem Sprung der Eingangsspannung;
Bereich 275 VA; Last 275 W
Regelzeitkonstante ca. 10 ms
Ausregelzeit ca. 100 ms



Ausgangsspannung:
Verhalten der Ausgangsspannung bei einem Lastsprung 220 W → 275 W → 220 W
Ausgregelzeit ca. 50 ms

Bild 2
Regelverhalten des WS-3 bei verschiedenen Betriebsbedingungen

Die Regelzeitkonstante kann als Zahlenwert nur eine begrenzte Auskunft über das wahre Zeitverhalten des Geräts geben, vor allem deshalb, weil sie auch die ungünstigen Arbeitspunkte erfassen muß, die sich in kritischen Anwendungsfällen vermeiden lassen (z. B. Leerlauf). Die vorstehenden Originalaufnahmen zeigen das Regelverhalten des WS-3 bei verschiedenen Betriebsbedingungen. Dabei versteht man unter der im Bild 2 angeführten Regelzeitkonstanten die Zeitspanne bis zur Ausregelung der durch einen Netzsprung oder eine Belastungsänderung verursachten Störung auf den 1/e-fachen Wert.

Der vom WS-3 selbst erzeugte Oberschwingungsgehalt der Ausgangsspannung (Eigenklirrfaktor) ist außergewöhnlich gering. Er bleibt bei einer sinusförmigen Netzspannung von 50 Hz auch unter ungünstigen Spannungsverhältnissen im Leistungsbereich II unter 1,5 %.

Dieser kleine Eigenklirrfaktor erlaubt den Anschluß von »Effektivwert-Verbrauchern« und von Scheitel- oder Mittelwertgleichrichtern, ohne daß eine Umschaltung des Meßgliedes notwendig ist.

Die Abnahme der Augangsspannung erfolgt entweder an den Steckdosen auf der Frontplatte oder an entsprechenden Klemmen auf der Rückseite des Geräts. Der Anschluß an den Klemmen empfiehlt sich bei fester Installation.

Mit dem Wechselstromnetz kann der WS-3 entweder über die bewegliche Leitung mit Schukostecker oder über entsprechende Klemmen auf der Rückseite verbunden werden. Bei festem Anschluß des Geräts über die Klemmen kennzeichnen die auf den Steckdosen der Frontseite angebrachten weißen Punkte den Nulleiteranschluß.

Technische Einzelheiten

Der Wechselspannungs-Stabilisator WS-3 hält den Effektivwert der Ausgangsspannung durch Regelung konstant. Der WS-3 besteht aus einer Regelstrecke und einem Regler, der sich seinerseits aus dem Meßglied mit Sollwerteinsteller und dem Regelverstärker zusammensetzt. Als Stellglied wird ein Transduktor verwendet, dessen Vormagnetisierung über einen Verstärker veränderbar ist. Die als Meßglied wirkende Widerstands-Brückenschaltung steuert den Verstärker. Mit Hilfe dieser Brückenschaltung erfolgt die Messung der zu stabilisierenden Ausgangsspannung, indem man den Widerstand eines durch die Ausgangsspannung aufgeheizten Kaltleiters mit einem hochkonstanten Vergleichswiderstand vergleicht. Die Lebensdauer des Kaltleiters ist praktisch unbegrenzt, da er nur bei niedrigen Temperaturen betrieben wird.

Die durch weitere Verstärkung erhaltene Stellgröße gelangt als Vormagnetisierungsstrom zum Transduktor. So wird jede Abweichung der Ausgangsspannung vom Sollwert mit einer entsprechenden Änderung des Magnetisierungsstromes beantwortet und ausgeregelt.

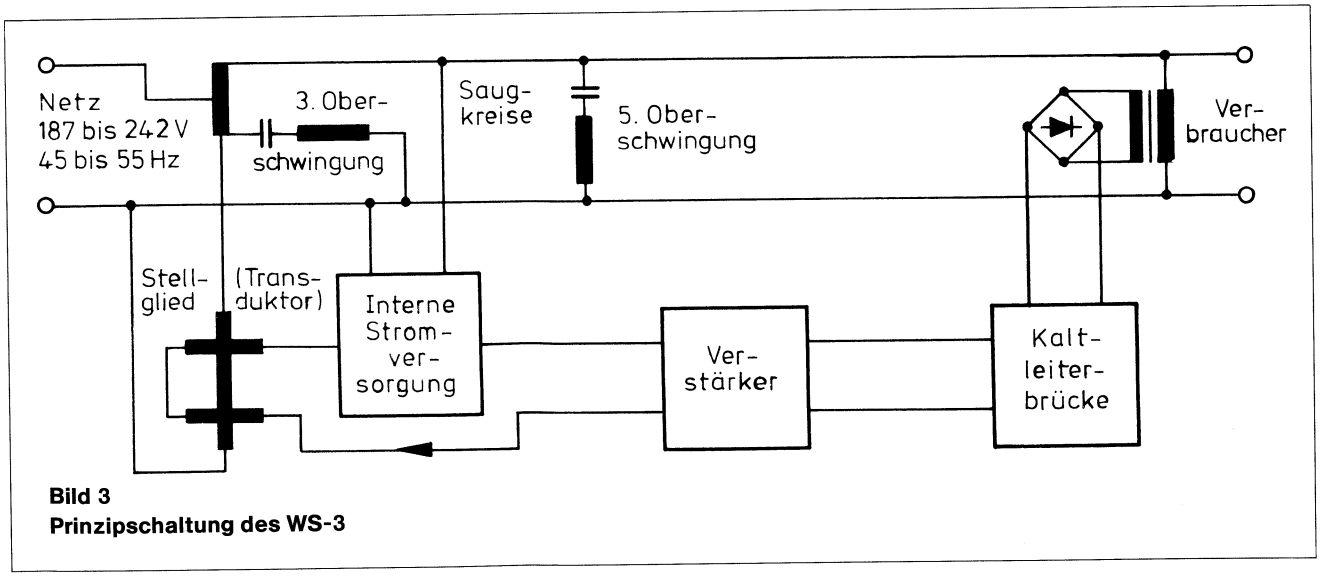


Bild 3
Prinzipschaltung des WS-3

Technische Daten des Wechselspannungs-Stabilisators WS-3

Alle wesentlichen Geräteeigenschaften sind durch garantierte Toleranz- und Grenzwertangaben und nicht durch typische Werte gekennzeichnet. Sie gelten nicht nur bei Auslieferung, sondern mindestens für die gesamte Garantiezeit

Netzanschluß

2-Leiter-Wechselstrom mit Phase und Nulleiter

Netzspannung
Nennwert . . . . . 220 V

	Bereich I	Bereich II
Nenngebrauchsbereich[1]	187 bis 242 V	203 bis 231 V

Netzfrequenz
Nennwert . . . . . 50 Hz
Nenngebrauchsbereich . . . . . 46 bis 55 Hz

Stromaufnahme . . . . . max. 4 A

Ausgang

Ausgangsleistung, Nennwerte	Bereich I	Bereich II
cos φ = 0 bis 1 (ind.)	0 bis 275 VA	0 bis 550 VA

Ausgangsstrom, Nenngebrauchsbereich der Belastung	Bereich I	Bereich II
cos φ = 0 bis 1 (ind.)	0 bis 1,25 A	0 bis 2,5 A

Ausgangsspannung

Nennwert . . . . . 220 V
einstellbar im Bereich[1] . . . . . 215 bis 225 V

Störabweichung bei Änderung der Netzspannung
und der Belastung in den Nenngebrauchsbereichen . . . . . $\leqq \pm 0{,}1\%$

Störabweichung bei Änderung der
Netzfrequenz im Nenngebrauchsbereich . . . . . $\leqq \pm 0{,}1\%$

Temperaturkoeffizient im Nenngebrauchsbereich
der Umgebungstemperatur von 0 bis + 45 °C . . . . . ca. $\pm 1 \cdot 10^{-4}$/K

Oberschwingungsgehalt

(Eigenklirrfaktor) bei sinusförmiger Netzspannung	Bereich I	Bereich II
bei 50 Hz	$\leqq 3\%$	$\leqq 1{,}5\%$
im Frequenzbereich 46 bis 55 Hz	$\leqq 6\%$	$\leqq 2{,}5\%$

Regelzeitkonstante[2]

bei sprungartiger Änderung der Netzspannung um 2,5 %
oder der Belastung um 20% des Nennwerts . . . . . ca. 0,01 s . . . ca. 0,02 s

Ausregelzeit[3] **auf ± 0,1 %**

bei sprungartiger Änderung der Netzspannung um 2,5 % . . . . . ca. 0,1 s
bei sprungartiger Änderung der Belastung um 20% . . . . . ca. 0,1 s

Allgemeine Daten

Abmessungen in mm (19-Zoll-Einschub nach DIN 41494)
Breite x Höhe x Tiefe (mit Griffen) . . . . . 435 x 127 x 250
Gewicht . . . . . 17 kg
Umgebungstemperatur, Nenngebrauchsbereich . . . . . 0 bis + 45 °C

Bestellangaben

Wechselspannungs-Stabilisator WS-3	BN 903

1) Bei einer vom Nennwert abweichenden Einstellung der Ausgangsspannung verschiebt sich der Nenngebrauchsbereich proportional. Bei Netzfrequenz 46 Hz ändert sich die obere Bereichsgrenze auf 239 V (Bereich I) bzw. 228 V (Bereich II).

2) Die Regelzeitkonstante ist die Zeit zwischen einer sprungartigen Änderung der Netzspannung um 5 % oder der Belastung um 20 % des Nennwerts und der Ausregelung der dadurch zunächst verursachten Abweichung der Ausgangsspannung auf den 1/efachen Wert.

3) Die Ausregelzeit ist die Zeitspanne zwischen einer sprungartigen Änderung der Netzspannung um 5 % oder der Belastung um 20 % des Nennwerts und dem Zeitpunkt, nach welchem die Ausgangsspannung endgültig um weniger als 0,1 % vom Endwert abweicht.

WS-5
Wechselspannungs-Stabilisator

für eine maximale Ausgangsleistung von 1,1 kVA

- **Regelabweichung bei Änderung von Netz und Last unter 0,03%**
- **Echte Effektivwertregelung für alle Anwendungen**
- **Eigenklirrfaktor kleiner 0,8% im Bereich 1 kVA**
- **Extrem kleine Regelzeitkonstante**
- **Großer Netzfrequenzbereich von ± 10%**
- **Keine Störwertaufschaltung**
- **Absicherung durch 2poligen Leitungs-Schutzschalter**
- **Parallelbetrieb ohne Ausgleichsdrossel**



Anwendung und Eigenschaften

Wechselspannungs-Stabilisatoren sind überall dort vorteilhaft einzusetzen, wo die Durchführung exakter Meß- und Eichvorgänge durch die üblichen Schwankungen der Netzspannung erschwert oder sogar unmöglich gemacht wird. Der große ausregelbare Netzspannungsbereich und die kurze Ausregelzeit unserer Stabilisatoren sichern auch bei sehr unruhigen Netzen eine wirkungsvolle Stabilisierung.
Das Gerät WS-5 ermöglicht eine besonders preiswerte Lösung aller allgemeinen Stabilisierungsaufgaben. Für spezielle Anwendungen steht das universelle Gerät WS-10 zur Verfügung.
Der große Netzfrequenzbereich (45 bis 55 Hz) ermöglicht den Betrieb an Notstromaggregaten ebenso wie den Einsatz in Exportanlagen. Dieser weite Frequenzbereich in Verbindung mit dem Zeitverhalten und dem hohen Regelfaktor kennzeichnen die Güte des WS-5.
Die Regelkurven (Bild 1) zeigen die ungewöhnlich geringe Abhängigkeit der Ausgangsspannung von Netzspannungsschwankungen und Belastungsänderungen. Sie weisen an den Enden des Regelbereichs einen besonders steilen Übergang in die ungeregelten Bereiche auf. Diese Eigenschaften werden durch eine sehr hohe Verstärkung im Regelkreis erreicht, die eine immer mit Nachteilen verbundene zusätzliche Kompensation von Netz- und Laständerungen (Störgrößenaufschaltung) erübrigt. Deshalb kann auch eine Abweichung von weniger als ± 0,03% für das gleichzeitige

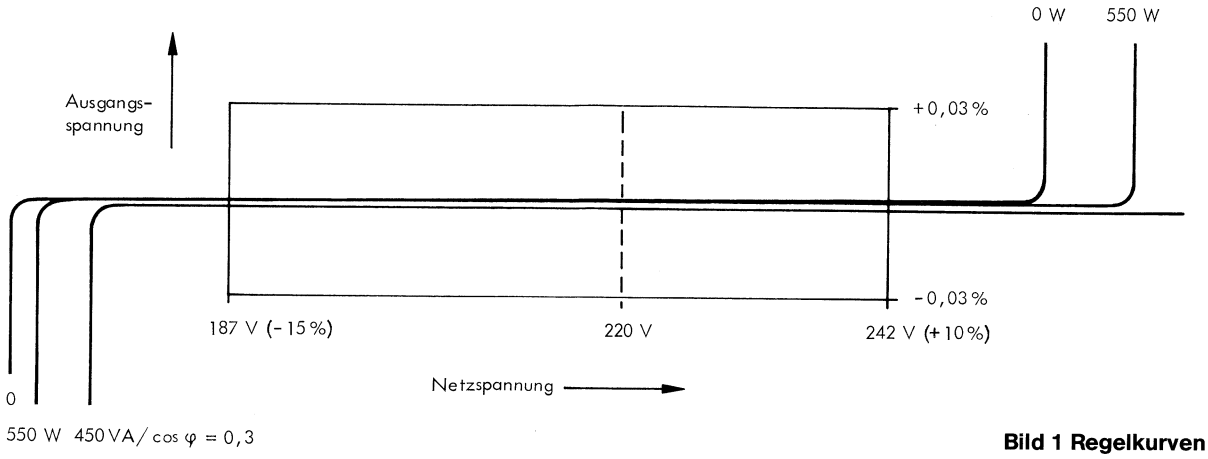


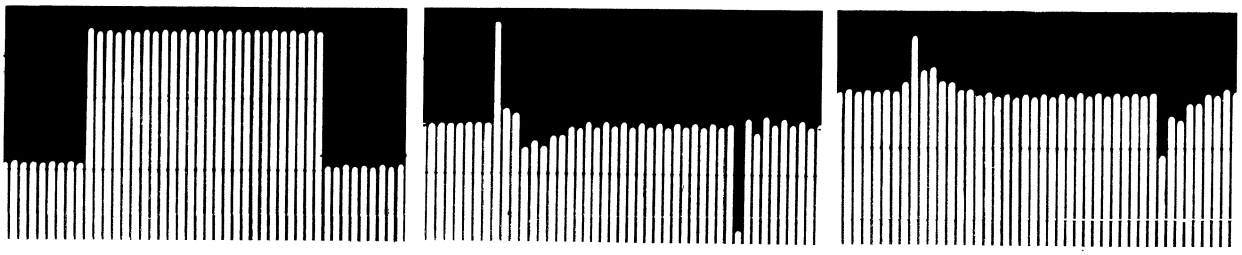
Bild 1 Regelkurven

Auftreten von Netzspannungs- und Laständerungen garantiert werden.
Aus den in Bild 1 dargestellten Regelkurven geht hervor, daß die tatsächlichen Abweichungen eines Geräts mit durchschnittlichen Eigenschaften 2- bis 3mal kleiner sind.
Die gute Langzeitkonstanz des bewährten Meßgliedes mit der Kaltleiterbrücke sowie der Regelverstärker in Silizium-Halbleiter-Technik gewährleisten auch bei sehr langem Dauerbetrieb eine genaue Einhaltung der einmal eingestellten Ausgangsspannung.
Der Einfluß von Temperaturschwankungen auf das Meßglied ist statisch und dynamisch sehr gut kompensiert.
Dadurch bewirken auch extrem schnelle Wechsel der Umgebungstemperatur oder Temperaturänderungen innerhalb des Geräts, die durch große Belastungsschwankungen hervorgerufen werden, lediglich eine vorübergehende Schwankung der Ausgangsspannung von höchstens ± 0,1 %.

Durch sprungartige Netz- oder Lastschwankungen hervorgerufene Änderungen der Ausgangsspannung werden unter einmaligem Überschwingen nach etwa 0,15 s aperiodisch bis auf ± 0,1 % Abweichung vom stationären Wert ausgeglichen. Diese sogenannte Ausregelzeit, die nicht mit der wesentlich kürzeren Regelzeitkonstanten verwechselt werden darf, liegt an der Grenze des mit Transduktoren theoretisch erreichbaren Werts.

Die Regelzeitkonstante kann als Zahlenwert nur eine begrenzte Auskunft über das wahre Zeitverhalten des Geräts geben, vor allem deshalb, weil sie auch die ungünstigsten Arbeitspunkte erfassen muß, die sich in kritischen Anwen-

Die Abbildungen zeigen die positiven und negativen Halbwellen durch Zweiweggleichrichtung (Spitzenabstand somit 10 ms)



Eingangsspannung:
Spannungssprung
210 V→ 220 V →210 V

Ausgangsspannung:
Verhalten der Ausgangsspannung bei nebenstehendem Sprung der Eingangsspannung;
Bereich 500 VA; Last 350 W
Regelzeitkonstante ca. 20 ms
Ausregelzeit ca. 150 ms

Ausgangsspannung:
Verhalten der Ausgangsspannung bei einem Lastsprung 500 W→ 400 W → 500 W
Regelzeitkonstante ca. 30 ms
Ausregelzeit ca. 150 ms

Bild 2
Regelverhalten des WS-5 bei verschiedenen Betriebsbedingungen (Originalaufnahmen)

dungsfällen vermeiden lassen (z. B. Leerlauf). Die obenstehenden Originalaufnahmen zeigen das Regelverhalten des WS-5 bei verschiedenen Betriebsbedingungen. Dabei versteht man unter der im Bild 2 angeführten Regelzeitkonstanten die Zeitspanne bis zur Ausregelung der durch einen Netzsprung oder eine Belastungsänderung verursachten Störung auf den 1/e-fachen Wert.
Eine weitere Besonderheit des WS-5 besteht darin, daß zwei Geräte ohne Ausgleichsdrosseln parallel betrieben werden können.
Die Abnahme der Ausgangsspannung erfolgt entweder an den Steckdosen auf der Frontplatte oder an entsprechenden Klemmen auf der Rückseite des Geräts. Der Anschluß an den Klemmen empfiehlt sich bei fester Installation und insbesondere dann, wenn mittels einer zusätzlichen Fühlerleitung die Spannung an einem entfernt stehenden Verbraucher stabilisiert werden soll, wobei der unvermeidliche Spannungsabfall längs der Zuleitung ausgeglichen wird.

Der außerordentlich kleine Eigenklirrfaktor erlaubt den Anschluß von »Effektivwert-Verbrauchern« und von Scheitel- oder Mittelwertgleichrichtern, ohne daß eine Umschaltung des Meßgliedes notwendig ist.
Wenn in Spezialfällen am Gleichrichter die höchstmögliche Konstanz gefordert wird, kann die Fühlerleitung auf der Gleichspannungsseite angeschlossen werden.
Auch bei Hochspannungs-Gleichrichtern ist eine volle Stabilisierung möglich, wenn die Werte der Lade- und Entladezeit des Hochspannungs-Gleichrichters in einem externen Hilfsgleichrichter für die Fühlerleitung nachgebildet werden.
Die Verwendung einer Scheitelwert-Stabilisierung würde am Ausgang von Netzgleichrichtern mit Ladekondensator bei Änderung der Netzspannung oder des Netz-Oberschwingungsgehalt zu erheblichen Regelfehlern führen, da in der Praxis bei der sogenannten Scheitelwertgleichrichtung im Belastungsfall keine Aufladung auf vollen Scheitelwert erfolgt.

Technische Einzelheiten

Der Wechselspannungs-Stabilisator WS-5 hält den Effektivwert der Ausgangsspannung durch Regelung konstant. Als Stellglied wird ein Transduktor verbesserter Bauart verwendet, dessen Vormagnetisierung über einen Verstärker veränderbar ist. Die als Meßglied wirkende Widerstands-Brückenschaltung (DBP 1053621) steuert den Verstärker. Mit Hilfe dieser Brückenschaltung erfolgt die Messung der zu stabilisierenden Ausgangsspannung, indem man den Widerstand eines durch die Ausgangsspannung aufgeheizten Kaltleiters mit einem hochkonstanten Metallschichtwiderstand vergleicht. Die Lebensdauer des Kaltleiters ist praktisch unbegrenzt, da sein Wolframdraht nur schwache Rotglut erreicht.

Der Brückenschaltung führt man aus einem Hilfsoszillator eine 20-kHz-Spannung zu, die am Brückennullzweig abgenommen, verstärkt und gleichgerichtet wird. Die durch weitere Verstärkung erhaltene Stellgröße gelangt als Vormagnetisierungsstrom zum Transduktor. So wird jede Abweichung der Ausgangsspannung vom Sollwert mit einer entsprechenden Änderung des Magnetisierungsstromes beantwortet und ausgeregelt.

Das Gerät ist auch als Sonderausführung mit einem Amperemeter zur Anzeige des Ausgangsstroms und mit einem Voltmeter zur Anzeige der Ausgangsspannung lieferbar.

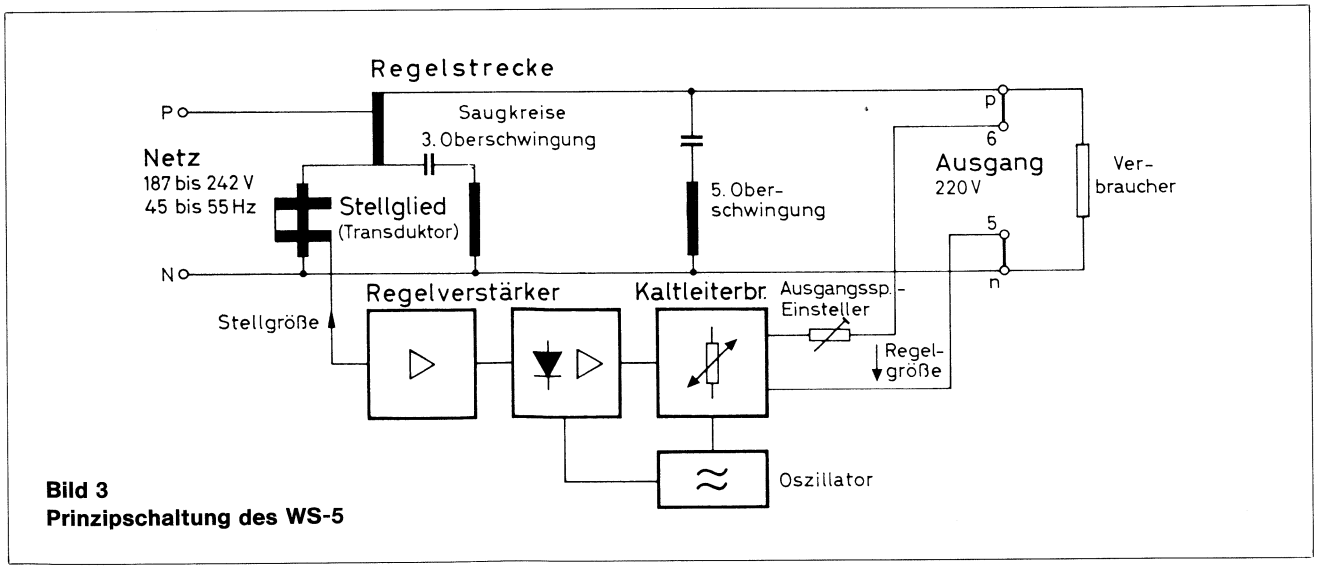


Bild 3
Prinzipschaltung des WS-5

Technische Daten des Wechselspannungs-Stabilisators — WS-5

Alle wesentlichen Geräteeigenschaften sind durch garantierte Toleranz- und Grenzwertangaben und nicht durch typische Werte gekennzeichnet. Sie gelten nicht nur bei Auslieferung, sondern mindestens für die gesamte Garantiezeit

		Bereich I	Bereich II
Ausgangsleistung	bei cosφ = 0,8 bis 1 (induktiv)	0 bis 550 VA	0 bis 1,1 kVA
	bei cosφ = 0,7 (induktiv)	0 bis 500 VA	0 bis 1 kVA
	bei cosφ = 0 bis 0,3 (induktiv)	0 bis 450 VA	0 bis 900 VA
		Bereich I	Bereich II
Netzanschluß	Regelbereich	187 V bis 242 V	203 V bis 231 V
	Netzfrequenz		45 Hz bis 55 Hz
	Stromaufnahme		max. 7 A
Ausgangsspannung	Nennwert		220 V
	einstellbar zwischen		215 V und 230 V
	Grenzwerte der Abweichung bei Änderungen der Netzspannung sowie bei Belastungsänderungen zwischen Leerlauf und Vollast		± 0,03%
	Grenzwerte der Abweichung bei Änderungen der Netzfrequenz im Bereich von 45 bis 55 Hz		± 0,03%
Regelzeitkonstante	bei sprungartiger Änderung der Netzspannung um 5% oder der Belastung um 20%		ca. 0,04 s
Ausregelzeit auf 0,1%	bei sprungartiger Änderung der Netzspannung um 5% oder der Belastung um 20%		ca. 0,15 s
	für sinusförmige Netzspannung	Bereich I	Bereich II
Eigenklirrfaktor	bei 50 Hz	≦ 1,5%	≦ 0,8%
	im Bereich 46 Hz bis 55 Hz	≦ 3,0%	≦ 1,5%
Temperaturkoeffizient	im Bereich 0 bis + 45° C		ca. $1 \cdot 10^{-4}$/° C
Umgebungstemperatur	Gebrauchs-Nennbereich		0 bis + 45° C

Allgemeine Daten

Abmessungen

Tischgerät		19"-Einschub (DIN 41494)	
Breite mit Griffen	478 mm	Einschubbreite	443 mm
Höhe über alles	155 mm	Einschubhöhe	132 mm
Tiefe mit Griffen	407 mm	Einbautiefe	353 mm

Gewicht . . . . . 22 kg

FTZ-K-Nummer 279 094 113

Bestellangaben

Wechselspannungs-Stabilisator	WS-5	BN 460/0
	WS-5 mit Volt- und Amperemeter	BN 460/1
Transportschutzdeckel (gegen Aufpreis)		DE-2

WS-10
Wechselspannungs-Stabilisator

für eine maximale Ausgangsleistung von 2,2 kVA

- **Regelabweichung bei Änderung von Netz und Last unter 0,03%**
- **Echte Effektivwertregelung für alle Anwendungen**
- **Eigenklirrfaktor kleiner 0,8% im Bereich 2 kVA**
- **Extrem kurze Regelzeitkonstante**
- **Großer Netzfrequenzbereich von ±10%**
- **Überspannungsschutz**
- **Keine Störwertaufschaltung**
- **Absicherung durch 2poligen Leitungs-Schutzschalter**
- **Parallelbetrieb ohne Ausgleichsdrossel**



Anwendung und Eigenschaften

Wechselspannungs-Stabilisatoren sind überall dort vorteilhaft einzusetzen, wo die Durchführung exakter Meß- und Eichvorgänge durch die üblichen Schwankungen der Netzspannung erschwert oder sogar unmöglich gemacht wird. Der große ausregelbare Netzspannungsbereich und die kurze Ausregelzeit unserer Stabilisatoren sichern auch bei sehr unruhigen Netzen eine wirkungsvolle Stabilisierung.
Der Wechselspannungs-Stabilisator WS-10 besitzt einen einfachen, aber zuverlässigen Überspannungsschutz, an den eine Signaleinrichtung (220 V/20 VA) angeschlossen werden kann.
Der große Netzfrequenzbereich (45 bis 55 Hz) ermöglicht den Betrieb an Notstromaggregaten ebenso wie den Einsatz in Exportanlagen. Dieser weite Frequenzbereich in Verbindung mit dem Zeitverhalten und dem hohen Regelfaktor kennzeichnen die Güte des WS-10.
Die Regelkurven (Bild 1) zeigen die ungewöhnlich geringe Abhängigkeit der Ausgangsspannung von Netzspannungsschwankungen und Belastungsänderungen. Sie weisen an den Enden des Regelbereichs einen besonders steilen Übergang in die ungeregelten Bereiche auf. Diese Eigenschaften werden durch eine sehr hohe Verstärkung im Regelkreis erreicht, die eine immer mit Nachteilen verbundene zusätzliche Kompensation von Netz- und Laständerungen (Störgrößenaufschaltung) erübrigt. Deshalb kann auch eine Abweichung von weniger als ± 0,03% für

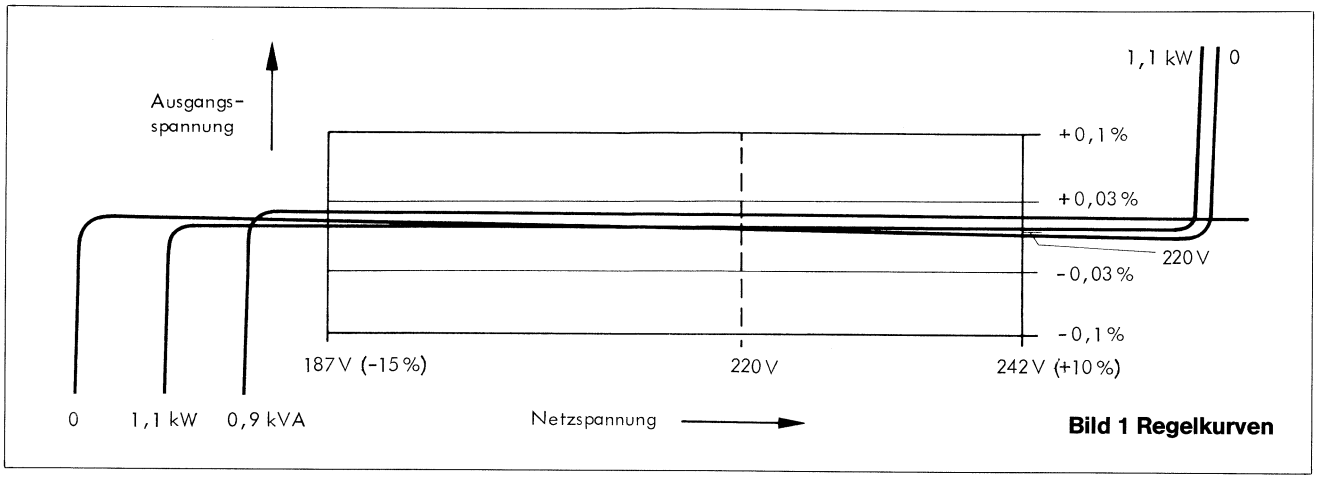


Bild 1 Regelkurven

das gleichzeitige Auftreten von Netzspannungs- und Laständerungen garantiert werden.
Aus den in Bild 1 dargestellten Regelkurven geht hervor, daß die tatsächlichen Abweichungen eines Geräts mit durchschnittlichen Eigenschaften zwei- bis dreimal kleiner sind.
Die gute Langzeitkonstanz des bewährten Meßgliedes mit der Kaltleiterbrücke sowie der Regelverstärker in Silizium-Halbleiter-Technik gewährleisten auch bei sehr langem Dauerbetrieb eine genaue Einhaltung der einmal eingestellten Ausgangsspannung.

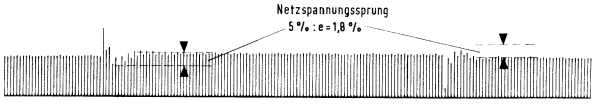
Der Einfluß von Temperaturschwankungen auf das Meßglied ist statisch und dynamisch sehr gut kompensiert. Dadurch bewirken auch extrem schnelle Wechsel der Umgebungstemperatur oder Temperaturänderungen innerhalb des Geräts, die durch große Belastungsschwankungen hervorgerufen werden, lediglich eine vorübergehende Schwankung der Ausgangsspannung von höchstens ±0,1 %.

Durch sprungartige Netz- oder Lastschwankungen hervorgerufene Änderungen der Ausgangsspannung werden unter einmaligem Überschwingen nach etwa 0,15 s aperiodisch bis auf ± 0,1% Abweichung vom stationären Wert ausgeglichen.
Diese sogenannte Ausregelzeit, die nicht mit der wesentlich kürzeren Regelzeitkonstanten verwechselt werden darf, liegt an der Grenze des mit Transduktoren theoretisch erreichbaren Werts.
Die Regelzeitkonstante kann als Zahlenwert nur eine begrenzte Auskunft über das wahre Zeitverhalten des Geräts geben, vor allem deshalb, weil sie auch die ungünstigsten Arbeitspunkte erfassen muß, die sich in kritischen Anwendungsfällen vermeiden lassen (z. B. Leerlauf). Die untenstehenden Originalaufnahmen zeigen das Regelverhalten des WS-10 bei verschiedenen Betriebsbedingungen. Dabei versteht man unter der im Bild 2 angeführten Regelzeitkonstanten die Zeitspanne bis zur Ausregelung der durch einen Netzsprung oder eine Belastungsänderung verursachten Störung auf den 1/e-fachen Wert.

Eingangsspannung: Spannungssprung 210 V → 220 V → 210 V
(Negative Halbwelle nach oben geklappt;
Spitzen-Abstand 10 ms)



Ausgangsspannung: Verhalten der Ausgangsspannung bei nebenstehendem Primärsprung;
Bereich 1 kVA; Last 1 kW
Regelzeitkonstante = 40 ms Ausregelzeit = 170 ms



Verhalten der Ausgangsspannung bei einem
Lastsprung 0,8 kW → 1 kW → 0,8 kW
Regelzeitkonstante = 15 ms Ausregelzeit = 120 ms



Bild 2 Regelverhalten des WS-10 bei verschiedenen Betriebsbedingungen (Originalaufnahmen)

Eine weitere Besonderheit des WS-10 besteht darin, daß mehrere Geräte ohne Ausgleichsdrosseln parallel betrieben werden können.
Ebenfalls ohne weitere Hilfsmittel lassen sich drei Geräte zu einem Drei-Phasen-Wechselspannungsstabilisator zusammenschalten. Zur Stabilisierung der verketteten Spannung eines Drehstromnetzes (Dreieckspannung) liefern wir den Drehstrom-Zusatz DZ-10. Der aus drei WS-10 und einem DZ-10 bestehende Stabilisator DS-10 (vgl. Katalogblatt DS-10) kann von der PTB für amtliche Zählerprüfstellen zugelassen werden.
Der außerordentlich kleine Eigenklirrfaktor erlaubt den Anschluß von »Effektivwert-Verbrauchern« und von Scheitel- oder Mittelwertgleichrichtern, ohne daß eine Umschaltung des Meßgliedes notwendig ist.
Die Verwendung einer Scheitelwert-Stabilisierung würde am Ausgang von Netzgleichrichtern mit Ladekondensator bei Änderung der Netzspannung oder des Netz-Oberschwingungsgehalts zu erheblichen Regelfehlern führen, da in der Praxis bei der sogenannten Scheitelwertgleichrichtung im Belastungsfall keine Aufladung auf vollen Scheitelwert erfolgt.
Die Abnahme der Ausgangsspannung erfolgt entweder an den Steckdosen auf der Frontplatte oder an entsprechenden Klemmen auf der Rückseite des Geräts. Der Anschluß an den Klemmen empfiehlt sich bei fester Installation und insbesondere dann, wenn mittels einer zusätzlichen Fühlerleitung die Spannung an einem entfernt stehenden Verbraucher stabilisiert werden soll, wobei der unvermeidliche Spannungsabfall längs der Zuleitung ausgeglichen wird.
In Spezialfällen, in denen eine höhere Konstanz gefordert wird, als sie mit der Effektivwert-Stabilisierung bei kleinstem Klirrfaktor möglich ist, kann bei den Stabilisatoren der WS-Reihe die Fühlerleitung auf der Gleichspannungsseite angeschlossen werden. Selbst bei Hochspannungs-Gleichrichtern ist auf diese Weise eine volle Stabilisierung möglich, wenn die Werte der Lade- und Entladezeit des Hochspannungs-Gleichrichters in einem externen Hilfsgleichrichter nachgebildet werden.

Technische Einzelheiten

Der Wechselspannungs-Stabilisator WS-10 hält den Effektivwert der Ausgangsspannung durch Regelung konstant. Als Stellglied wird ein Transduktor verbesserter Bauart verwendet, dessen Vormagnetisierung über einen Verstärker veränderbar ist. Die als Meßglied wirkende Widerstands-Brückenschaltung (DBP 1053621) steuert den Verstärker. Mit Hilfe dieser Brückenschaltung erfolgt die Messung der zu stabilisierenden Ausgangsspannung, indem man den Widerstand eines durch die Ausgangsspannung aufgeheizten Kaltleiters mit einem hochkonstanten Metallschichtwiderstand vergleicht. Die Lebensdauer des Kaltleiters ist praktisch unbegrenzt, da sein Wolframdraht nur schwache Rotglut erreicht.
Der Brückenschaltung führt man aus einem Hilfsoszillator eine 20-kHz-Spannung zu, die am Brückennullzweig abgenommen, verstärkt und gleichgerichtet wird. Die durch weitere Verstärkung erhaltene Stellgröße gelangt als Vormagnetisierungsstrom zum Transduktor. So wird jede Abweichung der Ausgangsspannung vom Sollwert mit einer entsprechenden Änderung des Magnetisierungsstromes beantwortet und ausgeregelt.
Im Gerät ist ein umschaltbares Voltmeter für die Netz- und Ausgangsspannung sowie ein Amperemeter zur Anzeige des Ausgangsstroms eingebaut.

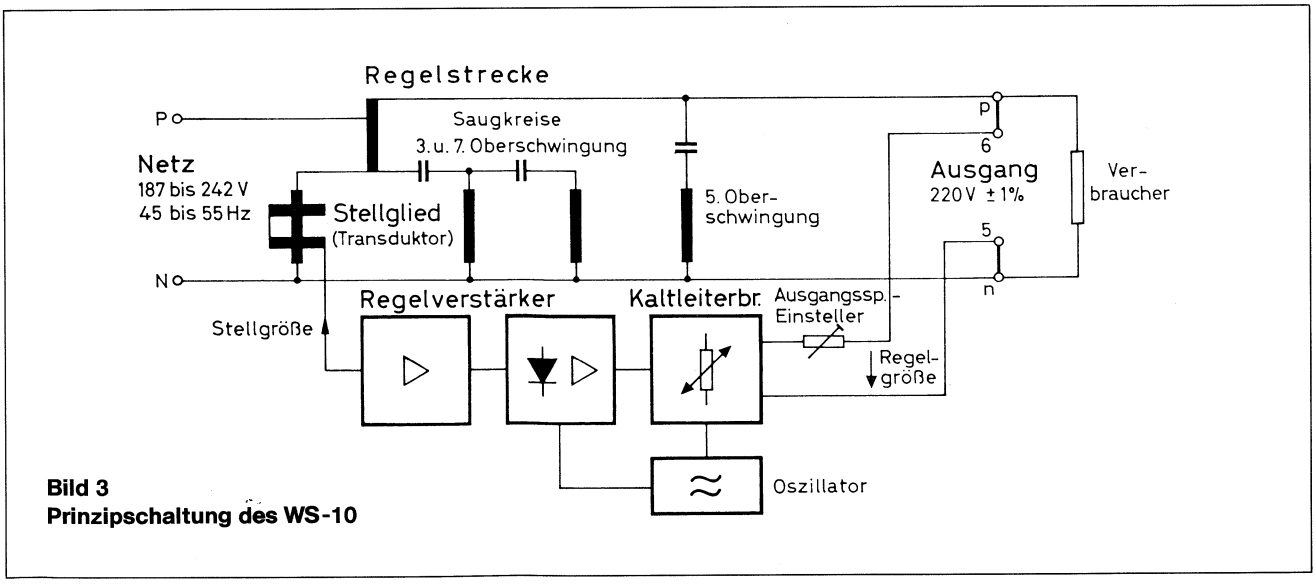


Bild 3
Prinzipschaltung des WS-10

Technische Daten des Wechselspannungs-Stabilisators WS-10

Alle wesentlichen Geräteeigenschaften sind durch garantierte Toleranz- und Grenzwertangaben und nicht durch typische Werte gekennzeichnet. Sie gelten nicht nur bei Auslieferung, sondern mindestens für die gesamte Garantiezeit.

Ausgangsleistung

	Bereich I	Bereich II
bei $\cos\varphi$ = 0,8 bis 1 (induktiv)	0 bis 1,1 kVA	0 bis 2,2 kVA
bei $\cos\varphi$ = 0 bis 0,3 (induktiv)	0 bis 0,9 kVA	0 bis 1,8 kVA

Netzanschluß

	Bereich I	Bereich II
Regelbereich	187 V bis 242 V	203 V bis 231 V
Netzfrequenz	45 Hz bis 55 Hz	
Stromaufnahme	max. 13 A	

Ausgangsspannung

Nennwert	220 V
einstellbar zwischen	215 V und 225 V
Grenzwerte der Abweichung bei Änderungen der Netzspannung sowie bei Belastungsänderungen zwischen Leerlauf und Vollast	± 0,03%
Grenzwerte der Abweichung bei Änderungen der Netzfrequenz im Bereich von 45 bis 55 Hz	± 0,03%

Regelzeitkonstante

bei sprungartiger Änderung der Netzspannung um 5% oder der Belastung um 20% . . . ca. 0,04 s

Ausregelzeit auf 0,1%

bei sprungartiger Änderung der Netzspannung um 5% oder der Belastung um 20% . . . ca. 0,15 s

Eigenklirrfaktor

für sinusförmige Netzspannung	Bereich I	Bereich II
bei 50 Hz	≦ 1,5%	≦ 0,8%
im Bereich 46 Hz bis 55 Hz	≦ 3,0%	≦ 1,5%

Temperaturkoeffizient

im Bereich 0 bis +45° C . . . ca. $1 \cdot 10^{-4}$ / ° C

Umgebungstemperatur

Gebrauchs-Nennbereich . . . 0 bis +45° C

Überspannungsschutz

Ansprechspannung . . . 240 V bis 242 V

Anzeigeinstrumente

eingebaut . . . umschaltbares Voltmeter für Netz- und Ausgangsspannung
Amperemeter für Ausgangsstrom

Allgemeine Daten

Abmessungen

Tischgerät		19"-Einschub (DIN 41 494)	
Breite mit Griffen	478 mm	Einschubbreite	443 mm
Höhe über alles	244 mm	Einschubhöhe	220 mm
Tiefe mit Griffen	407 mm	Einbautiefe	353 mm

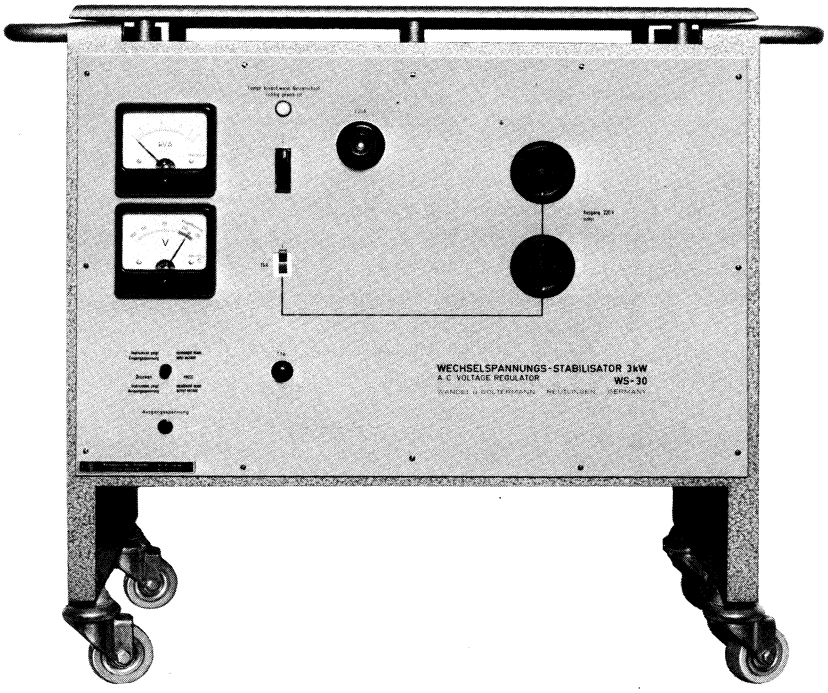
Gewicht . . . 36 kg

Bestellangaben

Wechselspannungs-Stabilisator WS-10	BN 254
Transportschutzdeckel (gegen Aufpreis)	DE 4

WS-30
Wechselspannungs-Stabilisator

für eine maximale Ausgangsleistung von 3 kW



- **Echte Effektivwertregelung für alle Anwendungen**
- **Eigenklirrfaktor 1,5%**
- **Extrem kurze Regelzeitkonstante**
- **Großer Netzfrequenzbereich von ± 10%**
- **Überspannungsschutz**
- **Parallelbetrieb ohne Ausgleichsdrossel**

Anwendung und Eigenschaften

Der Wechselspannungs-Stabilisator wird mit Vorteil überall dort eingesetzt, wo die Durchführung exakter Meß- und Eichvorgänge durch die üblichen Schwankungen der Netzspannung erschwert oder sogar unmöglich gemacht wird. Der große Regelbereich und die kurze Ausregelzeit sichern auch bei sehr unruhigen Netzen eine wirkungsvolle Stabilisierung. Der große Netzfrequenzbereich (45 bis 55 Hz) ermöglicht den Betrieb an Notstromaggregaten ebenso wie den Einsatz in Exportanlagen.
Die gute Langzeitkonstanz, die auch bei tagelangem Betrieb eine Spannung zur Verfügung stellt, deren Effektivwert höchstens ± 0,1% vom einmal eingestellten Absolutwert abweicht, ermöglicht Dauerregistrierungen und Dauerversuche.

Der außergewöhnlich kleine Eigenklirrfaktor erlaubt den Anschluß von »Effektivwert-Verbrauchern« und von Scheitel- oder Mittelwertgleichrichtern, ohne daß eine Umschaltung des Meßgliedes notwendig ist.
Die Verwendung einer Scheitelwert-Stabilisierung würde am Ausgang von Netzgleichrichtern mit Ladekondensator bei Änderung der Netzspannung oder des Netz-Oberschwingungsgehalts zu erheblichen Regelfehlern führen, da bei der sogenannten Scheitelwertgleichrichtung im Belastungsfall keine Aufladung auf vollen Scheitelwert erfolgt.
In Spezialfällen, in denen eine höhere Konstanz gefordert wird, als sie mit der Effektivwert-Stabilisierung bei kleinstem Klirrfaktor möglich ist, kann bei den Stabilisatoren der WS-

Reihe die Fühlerleitung auf der Gleichspannungsseite angeschlossen werden. Selbst bei Hochspannungs-Gleichrichtern ist auf diese Weise eine volle Stabilisierung möglich, wenn die Werte der Lade- und Entladezeit des Hochspannungs-Gleichrichters in einem externen Hilfsgleichrichter nachgebildet werden.

Die Diagramme in Bild 2 zeigen die geregelte Ausgangsspannung in Abhängigkeit von der Netzspannung bei Leerlauf und bei voller Belastung. Man erkennt, mit wieviel Reserve ein beliebig gewähltes Seriengerät die Garantiefehlergrenzen einhält.

Durch sprunghafte Netz- oder Lastschwankungen hervorgerufene Änderungen der Ausgangsspannung werden unter einmaligen Überschwingen nach etwa 0,5 s aperiodisch bis auf ± 0,1 % Abweichung vom stationären Wert ausgeglichen. Diese sogenannte Ausregelzeit, die nicht mit der wesentlich kürzeren Regelzeitkonstanten verwechselt werden darf, liegt an der Grenze des mit Transduktoren theoretisch erreichbaren Wertes.

Die Regelzeitkonstante kann als Zahlenwert nur eine begrenzte Auskunft über das wahre Zeitverhalten des Geräts geben, vor allem deshalb, weil sie auch die ungünstigsten Arbeitspunkte erfassen muß, die sich in kritischen Anwendungsfällen vermeiden lassen (z. B. Leerlauf). Dabei versteht man unter der Regelzeitkonstante die Zeitspanne bis zur Ausregelung der durch einen Netzsprung oder eine Belastungsänderung verursachten Störung auf den 1/e fachen Wert. Da bei einer bestimmten Schaltungs-Dimensionierung nicht gleichzeitig optimale Ausregelzeit und optimale Regelzeitkonstante erzielt werden können, ist bei dem Gerät WS-30 ein Umschalter vorhanden, der die jeweils günstigere Eigenschaft zu wählen gestattet.

Eine weitere Besonderheit des WS-30 besteht darin, daß mehrere Geräte ohne Ausgleichsdrosseln parallel betrieben werden können.

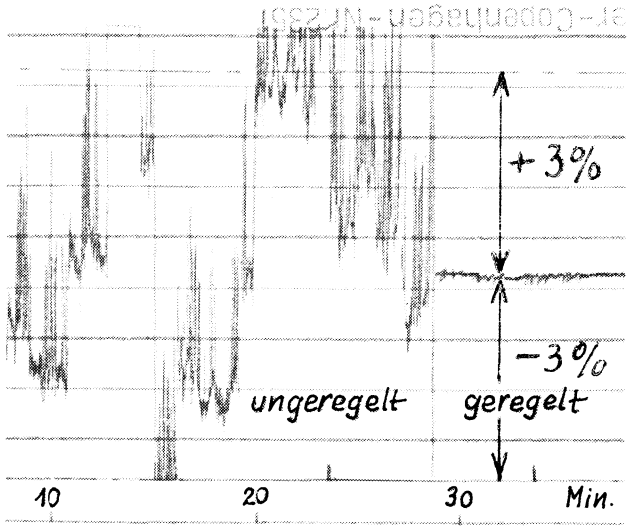


Bild 1 Original-Oszillogramm der Spannungsschwankungen eines Fabriknetzes ohne und mit Stabilisierung

Ebenfalls ohne weitere Hilfsmittel lassen sich drei Geräte zu einem Drei-Phasen-Wechselspannungsstabilisator in Sternschaltung zusammenschalten.

Die Abnahme der Ausgangsspannung erfolgt entweder an den Steckdosen auf der Frontplatte oder an entsprechenden Klemmen auf der Rückseite des Geräts. Der Anschluß an den Klemmen empfiehlt sich bei fester Installation und insbesondere dann, wenn mittels einer zusätzlichen Fühlerleitung die Spannung an einem entfernt stehenden Verbraucher stabilisiert werden soll, wobei der unvermeidliche Spannungsabfall längs der Zuleitung ausgeregelt wird.

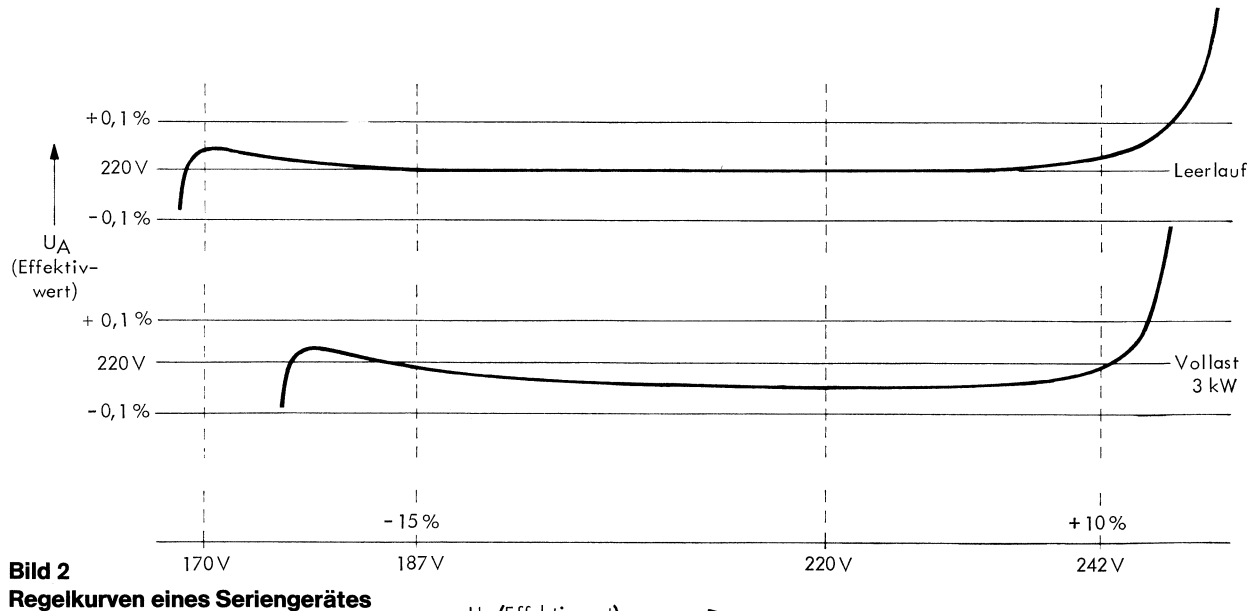


Bild 2
Regelkurven eines Seriengerätes im Leerlauf und bei voller Belastung

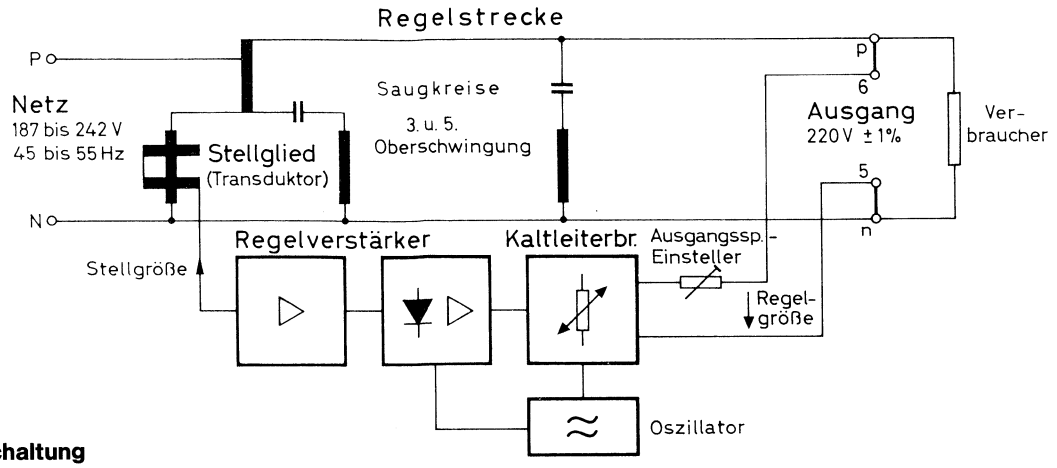


Bild 3
Prinzipschaltung

Technische Einzelheiten

Der Wechselspannungs-Stabilisator WS-30 hält den Effektivwert der Ausgangsspannung durch Regelung konstant. Als Stellglied wird ein Transduktor verbesserter Bauart verwendet, dessen Vormagnetisierung über einen Verstärker veränderbar ist. Eine als Meßglied wirkende Widerstands-Brückenschaltung (DBP 1053621) steuert den Verstärker. Mit Hilfe dieser Brückenschaltung erfolgt die Messung der zu stabilisierenden Ausgangsspannung, indem man den Widerstand eines durch die Ausgangsspannung aufgeheizten Kaltleiters mit einem hochkonstanten Metallschichtwiderstand vergleicht.

Der Brückenschaltung führt man aus einem Hilfsoszillator eine 20-kHz-Spannung zu, die am Brückennullzweig abgenommen, verstärkt und gleichgerichtet wird. Die durch weitere Verstärkung erhaltene Stellgröße gelangt als Vormagnetisierungsstrom zum Transduktor. So wird jede Abweichung der Ausgangsspannung vom Sollwert mit einer entsprechenden Änderung des Magnetisierungsstromes beantwortet und ausgeregelt.

Die gesamte Meßeinrichtung besteht aus ausgesuchten, hochkonstanten Schaltelementen. Die Lebensdauer des Kaltleiters ist nahezu unbegrenzt. Der geringe Temperaturkoeffizient der Wolframwendel des Kaltleiters ist mit einem Kupferdraht-Widerstand kompensiert, so daß auch Außentemperatur-Änderungen nur sehr geringen Einfluß haben. Der Einfluß der Netzfrequenz auf die Größe der Ausgangsspannung bleibt auch bei maximalen Frequenzschwankungen unter 0,1%. Der im Regler entstehende Klirrfaktor beträgt bei 50 Hz und unter ungünstigen Eingangsspannungs- und Belastungsverhältnissen etwa 1,5% und steigt bei stark abweichender Netzfrequenz auf ca. 3% an.
Bei nicht sinusförmiger Netzspannung addieren sich am Ausgang die Oberschwingungsspannungen des Netzes und des Stabilisators vektoriell, so daß der Klirrfaktor der Ausgangsspannung größer, aber auch kleiner sein kann als der Klirrfaktor der Netzspannung.
Im Gerät ist ein umschaltbares Voltmeter für die Netz- und Ausgangsspannung sowie ein Amperemeter zur Anzeige der Ausgangsscheinleistung eingebaut.

Technische Daten des Wechselspannungs-Stabilisators WS-30

Alle wesentlichen Geräteeigenschaften sind durch garantierte Toleranz- und Grenzwertangaben und nicht durch typische Werte gekennzeichnet. Sie gelten nicht nur bei Auslieferung, sondern mindestens für die gesamte Garantiezeit.

Ausgangsleistung	Ausgangsleistung	0 bis 3 kW
	ind. Blindlast, je nach Wirklastanteil	≦ 1,5 kVA
Netzanschluß	Regelbereich	187 V bis 242 V
	Netzfrequenz	45 Hz bis 55 Hz
	Stromaufnahme	max. 19,5 A
Ausgangsspannung	Nennwert	220 V
	einstellbar zwischen	215 V und 225 V
	Grenzwerte der Abweichungen bei Änderung von nur einer Störgröße:	
	bei Belastungsänderungen zwischen Leerlauf und Vollast	± 0,1%
	bei Netzspannungsänderungen im Regelbereich	± 0,1%
	bei Netzfrequenzänderungen im Regelbereich	± 0,1%

Regelzeitkonstante[1])	bei sprungartiger Änderung der Netzspannung von 209 V auf 231 V oder umgekehrt ca. 0,05 s
Ausregelzeit auf 0,1%[1])	bei sprungartiger Änderung der Netzspannung von 209 V auf 231 V oder umgekehrt ca. 0,5 s
Eigenklirrfaktor	für sinusförmige Netzspannung im Bereich 45 bis 55 Hz . . . . . ca. 3% bei 50 Hz . . . . . ca. 1,5%
Temperaturkoeffizient	im Bereich 0 bis +40° C . . . . . $\pm 3 \cdot 10^{-4}$/° C
Überspannungsschutz	Ansprechspannung . . . . . 242 V bis 246 V Ansprechzeit . . . . . ca. 0,5 s Ausgangsspannung nach dem Ansprechen . . . . . 150 V bis 180 V
Anzeigeinstrumente	eingebaut . . . . . umschaltbares Voltmeter für Netz- und Ausgangsspannung Amperemeter für die Ausgangsleistung
Allgemeine Daten	Abmessungen, b x h x t in mm (mit Rädern und Griffen) . . . . . 660 x 550 x 350 Gewicht . . . . . 62 kg
Lieferumfang	1 Anschlußkabel . . . . . 2,5 m lang

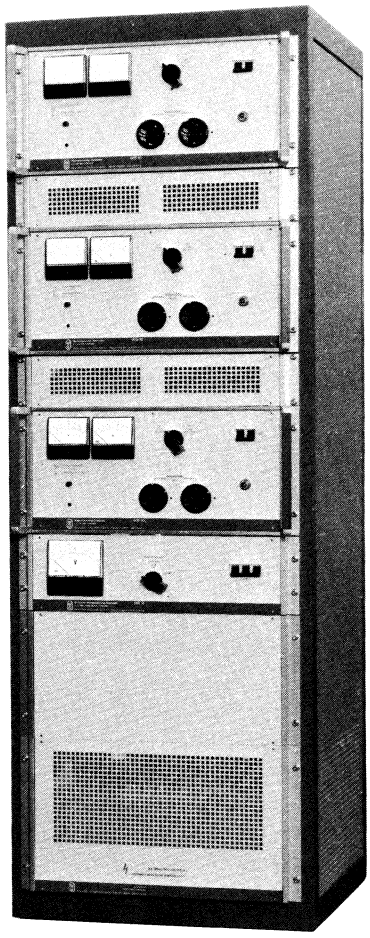
1) Ein Umschalter erlaubt die Wahl zwischen optimaler Regelzeitkonstante und optimaler Ausregelzeit.

Bestellangaben

Wechselspannungs-Stabilisator WS-30	BN 306

DS-10
Dreiphasen-Wechselspannungs-Stabilisator

für eine maximale Ausgangsleistung von 5,4 kVA
△ 3 x 380 V, △ 3 x 220 V; Y 3 x 220 V, Y 3 x 127 V



- **Stabilisierte Dreieckspannung (380 V)**
- **Zwangssymmetrierter Mittelpunkt**
- **Kleine Regelzeitkonstante**
- **Das Gerät erfüllt die Anforderungen an Spannungsquellen für die amtlichen Zählerprüfstellen nach »Eichanweisung, Besondere Vorschriften XV« der Physikalisch Technischen Bundesanstalt**

Anwendung und Eigenschaften

Der Dreiphasen-Wechselspannungsstabilisator liefert stabilisierte Dreieck- und Sternspannungen. Durch die konstant gehaltenen Dreieckspannungen (verkettete Spannungen) sind auch die Phasenwinkel von 120°, selbst bei unsymmetrischen Belastungen bis zu einem Strom von 1,5 A in den einzelnen Drehstrom-Phasen, konstant. Wegen seiner kurzen Ausregelzeit bei plötzlichen Netzspannungs- und Belastungsänderungen und seinen geringen Kurvenformverzerrungen ist der Stabilisator für Prüf-, Eich- und Meßzwecke besonders geeignet.
Zur Verbesserung der Kurvenform der Netzspannung eignet sich die Oberschwingungssperre NOS-103 (vgl. Katalogblatt NOS-103). Der DS-10 findet überall dort Verwendung, wo eine konstante Versorgungsspannung benötigt wird. Es bieten sich außerdem viele andere Anwendungsmöglichkeiten an, wie z. B. die Prüfung der Leistungsaufnahme von Drehstrommotoren bei unterschiedlichen Belastungen.
Ein Anzeigeinstrument mit unterdrücktem Nullpunkt ermöglicht über einen Umschalter die Überwachung der Netz- und Ausgangsspannung.
Wird der DS-10 als Spannungsquelle für Zählerprüfplätze bei amtlichen Zählerprüfstellen eingesetzt, so sei darauf hingewiesen, daß die in der Eichordnung verlangte Stückprüfung bei der Physikalisch Technischen Bundesanstalt hierfür kostenlos ist.

Technische Einzelheiten

Beim DS-10 sind drei Wechselspannungsstabilisatoren WS-10 (vgl. Katalogblatt WS-10) eingangsseitig im Stern an das Drehstromnetz angeschlossen. Ihre Ausgangsspannungen werden ebenfalls in Sternschaltung auf einen Drehstrom- Leistungstransformator gegeben, dessen Sekundärentwicklungen für 380 V ausgelegt sind. Der Transformator liefert die verketteten stabilisierten Ausgangsspannungen, die gleichzeitig an die Meßglieder der einzelnen Wechselspannungsstabilisatoren gelegt werden. Dies bewirkt die Elimination der Spannungsabfälle im Drehstromtransformator.
Ferner ist die Abnahme der Dreieckspannungen 3 x 220 V sowie der Sternspannungen 3 x 220 V und 3 x 127 V möglich. Bei unveränderter Belastung sind diese Spannungen ebenfalls auf + 0,1% gegen Netzspannungsänderungen stabilisiert.

Technische Daten des Dreiphasen-Wechselspannungsstabilisators DS-10

Alle wesentlichen Geräteeigenschaften sind durch garantierte Toleranz- und Grenzwertangaben und nicht durch typische Werte gekennzeichnet. Sie gelten nicht nur bei Auslieferung, sondern mindestens für die gesamte Garantiezeit.

Betriebsart	Regelbereich der Netzspannung[1])	cos φ	**Ausgangsleistung** (Nennwerte)
I	– 15% bis + 10%	1	3 x 1 kW
1-kW-Betrieb	– 15% bis + 10%	0 bis 0,3	3 x 0,8 kVA
am WS-10	– 10% bis + 10%	0 bis 0,3	3 x 1 kVA
II	– 7,5% bis + 5%	1	3 x 1,8 kW
2-kW-Betrieb	– 7,5% bis + 5%	0 bis 0,3	3 x 1,45 kVA
am WS-10	– 5 % bis + 5%	0 bis 0,3	3 x 1,8 kVA

Netzanschluß . . . . . Drehstrom 3/Mp, 50 Hz, 380 V / 220 V

Bereich der Netzfrequenz . . . . . 45 Hz bis 55 Hz

Ausgänge

Dreieckspannungen U–V, V–W, W–U; 3 x 380 V, auf den Effektivwert stabilisiert einstellbar auf . . . . . 380 V ± 3%

Grenzwerte der Abweichung der Ausgangsspannung bei Änderung der Netzspannung und der Belastung[2]) zwischen Leerlauf und Nennlast . . . . . ± 0,03%

bei Änderung der Netzfrequenz im Regelbereich . . . . . ± 0,03%

Dreieckspannungen X–Y, Y–Z, Z–X; 3 x 220 V, Die Dreieckspannungen sind bei Leerlauf zwangsläufig durch die Einstellung der Dreieckspannungen U–V–W gegeben

Grenzwerte der Abweichung der Ausgangsspannung bei Änderung der Netzspannung und der Netzfrequenz im Regelbereich und bei konstanter Belastung[3]) ± 0,1%

bei Änderung der Belastung von Leerlauf auf Nennlast . . . . . ca. –1%

Sternspannungen U – Mp, V – Mp, W – Mp; 3 x 220 V X–Mp, Y–Mp, Z–Mp; 3 x 127 V

Grenzwerte der Abweichung der Ausgangsspannung bei Änderung der Netzspannung und der Netzfrequenz im Regelbereich und bei konstanter Belastung[2)3)] . . . . . ± 0,1%

bei Änderung der Belastung[2)3)] von Leerlauf auf Nennlast . . . . . ca. –1%

Eigenklirrfaktor

für sinusförmige Netzspannung	Betriebsart I	Betriebsart II
bei 50 Hz und Nennlast	≦ 1,5%	≦ 0,8%
im Netzfrequenzbereich 46 bis 55 Hz	≦ 3,0%	≦ 1,5%

Regelzeitkonstante . . . . . ca. 0,05 s

Ausregelzeit

(Zeit für die Rückkehr der Ausgangsspannung in die Toleranzgrenzen ± 0,1%, nach einem Netzspannungssprung von 10% oder einem Lastsprung von 100%) 0,2 s bis 0,5 s

Allgemeine Daten

Abmessungen (b x h x t) in mm . . . . . 520 x 1650 x 490

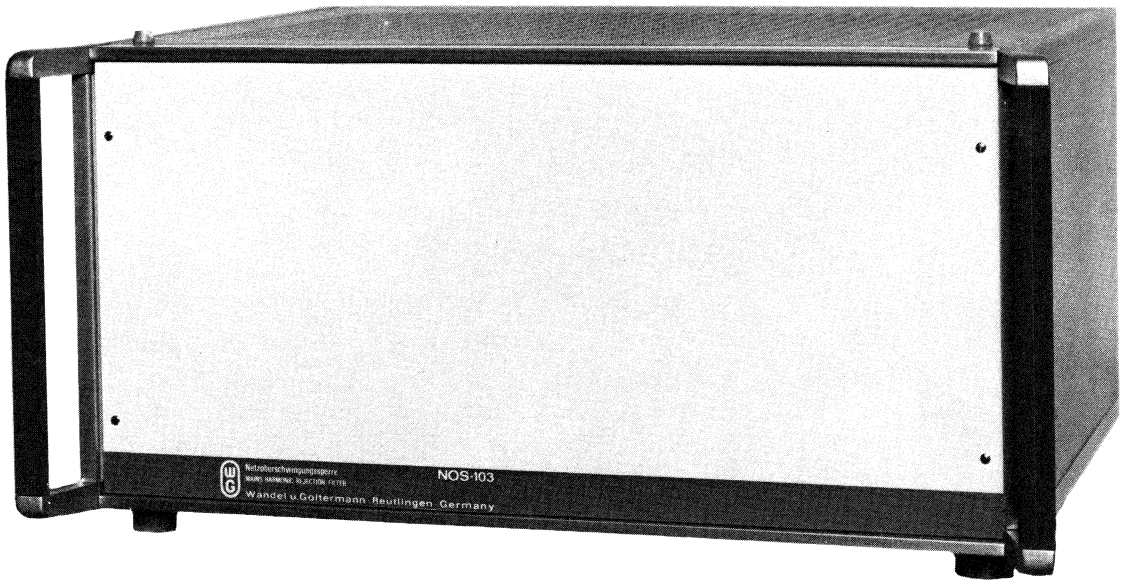
1) Eine Unsymmetrie der Netzspannung schränkt den Regelbereich ein. Die obere Grenze des Regelbereiches (+ 10%) wird durch die größte und die untere (– 15%) durch die kleinste der 3 Dreieckspannungen bestimmt.
2) Die Lastströme in den Klemmen U, V und W können dabei bis zu 1,5 A voneinander abweichen.
3) Die Lastströme in den Klemmen X, Y und Z können dabei bis zu 2,6 A voneinander abweichen.

Bestellangaben

Der Dreiphasen-Wechselspannungsstabilisator DS-10 besteht aus:	
3 Wechselspannungs-Stabilisatoren WS-10	BN 254
1 Drehstrom-Zusatz DZ-10	BN 390

NOS-103
Oberschwingungssperre

150 Hz/10 kVA



- **Zur Verbesserung der Kurvenform der Netzspannung**
- **Für Dreiphasen- und Einphasen-Netze**

Anwendung und Eigenschaften

Bei Strom- und Spannungsquellen für Elektrizitätszähler-Prüfeinrichtungen werden an die Kurvenform der stabilisierten Netzspannung besondere Anforderungen gestellt, da Oberschwingungen Einfluß auf den Meßfehler haben.
Hierzu legt die Eichanweisung »Besondere Vorschriften XV« der PTB 5% als Höchstwert für die Abweichung des Spannungsverlaufs von der Sinusform fest. Bei der Verwendung von Drehstrom-Umformern als Spannungsquelle ist die Kurvenformabweichung fest gegeben und bleibt konstant. Werden statt dessen statische Drehstrom-Stabilisatoren verwendet (z. B. DS-10), so kann nur der Eigenklirrfaktor der Stabilisatoren als konstant angesehen werden, während sich der zeitlich unvorhersehbar schwankende Netzklirrfaktor vektoriell addiert. Falls der Oberschwingungsgehalt des Netzes so ungünstig ist, daß der Maximalwert am Prüfplatz überschritten wird, kann man vor den Stabilisator Oberschwingungssperren schalten. Zur Überwachung des Oberschwingungsgehalts eignet sich das Oberschwingungsmeßgerät OM-1 (vgl. Katalogblatt OM-1).
Die Oberschwingungssperre NOS-103 für 150 Hz dämpft die dritte Oberschwingung um den Faktor 6 bis 8 (siehe Frequenzgangkurve). Dieser Wert hat sich bis jetzt in allen Anwendungsfällen als ausreichend erwiesen.
Die fünfte Oberschwingung wird im allgemeinen von den

Wechselspannungs-Stabilisatoren ausreichend unterdrückt. Je nach den Netzverhältnissen kann es z. B. zweckmäßig sein, zusätzlich eine Oberschwingungssperre für 350 Hz (siebte Oberschwingung) in Reihe zu schalten.

Der große Lastbereich von 0 bis 10 kVA bei cos φ = 0 bis 1 und die Möglichkeit, die Sperre wahlweise in Dreiphasen- oder Einphasenschaltung (letztere bei dreifacher Leistung) zu betreiben, ermöglicht eine universelle Anwendung.

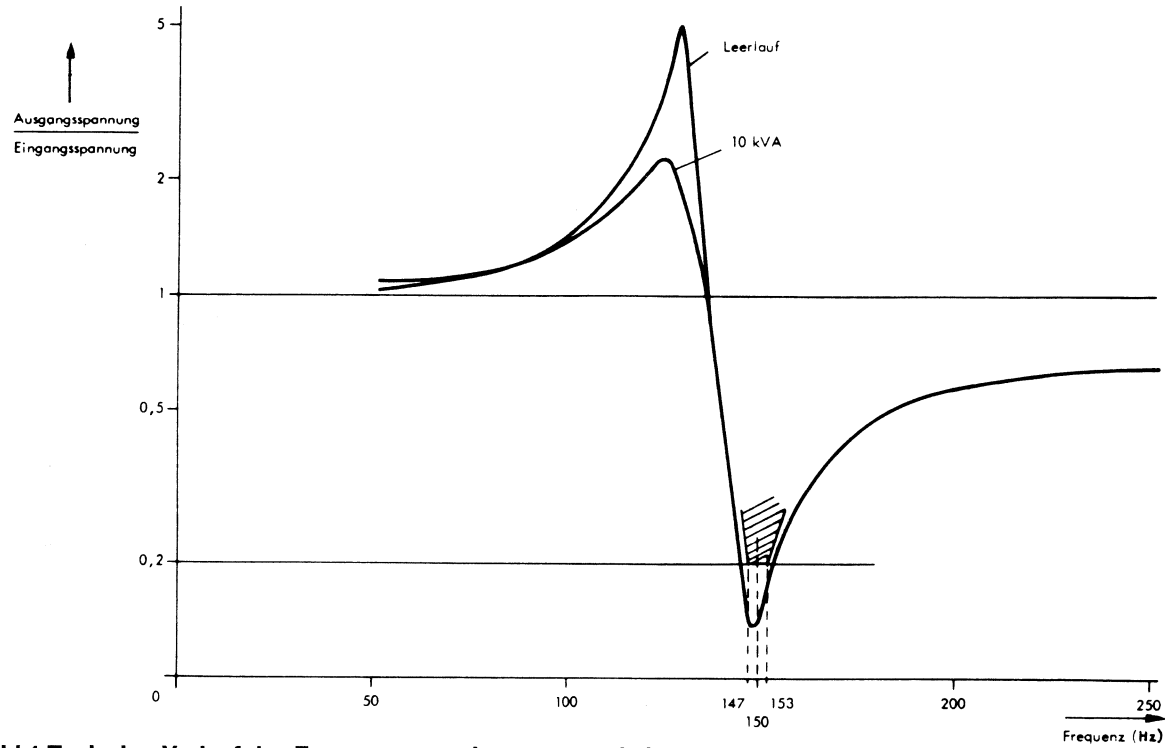


Bild 1 Typischer Verlauf des Frequenzgangs im gesamten Leistungsbereich

Technische Daten der Oberschwingungssperre NOS-103

Alle wesentlichen Geräteeigenschaften sind durch garantierte Toleranz- und Grenzwertangaben und nicht durch typische Werte gekennzeichnet. Sie gelten nicht nur bei Auslieferung, sondern mindestens für die gesamte Garantiezeit.

Schaltung	Schaltung	Dreieck-Stern	Parallel
Nennspannung	Nennspannung	3/Mp 380/220 V	220 V
Netzfrequenz	Netzfrequenz	50 Hz	50 Hz
Laststrom	Laststrom	max. 3 x 15 A	max. 45 A
Ausgangsleistung	Ausgangsleistung	3 x 3,3 kVA	10 kVA
Stromaufnahme	bei Leerlauf und Nennspannung	3 x 6,7 A (kap.)	20 A (kap.)
	bei Vollast 10 kVA und Nennspannung +10%	max. 3 x 18 A	max. 54 A
Spannungsüberhöhung	der Grundschwingung 50 Hz im gesamten Leistungsbereich		0 bis 6%
Sperrfaktor (siehe Frequenzgangkurve)	der Oberschwingung 150 Hz		6 bis 8
	bei Abweichung der Netzfrequenz um ±2%		≧5

Abmessungen	Tischgerät		19"-Einschub (DIN 41 494)	
	Breite mit Griffen	478 mm	Einschubbreite	443 mm
	Höhe über alles	244 mm	Einschubhöhe	220 mm
	Tiefe mit Griffen	407 mm	Einschubtiefe	353 mm

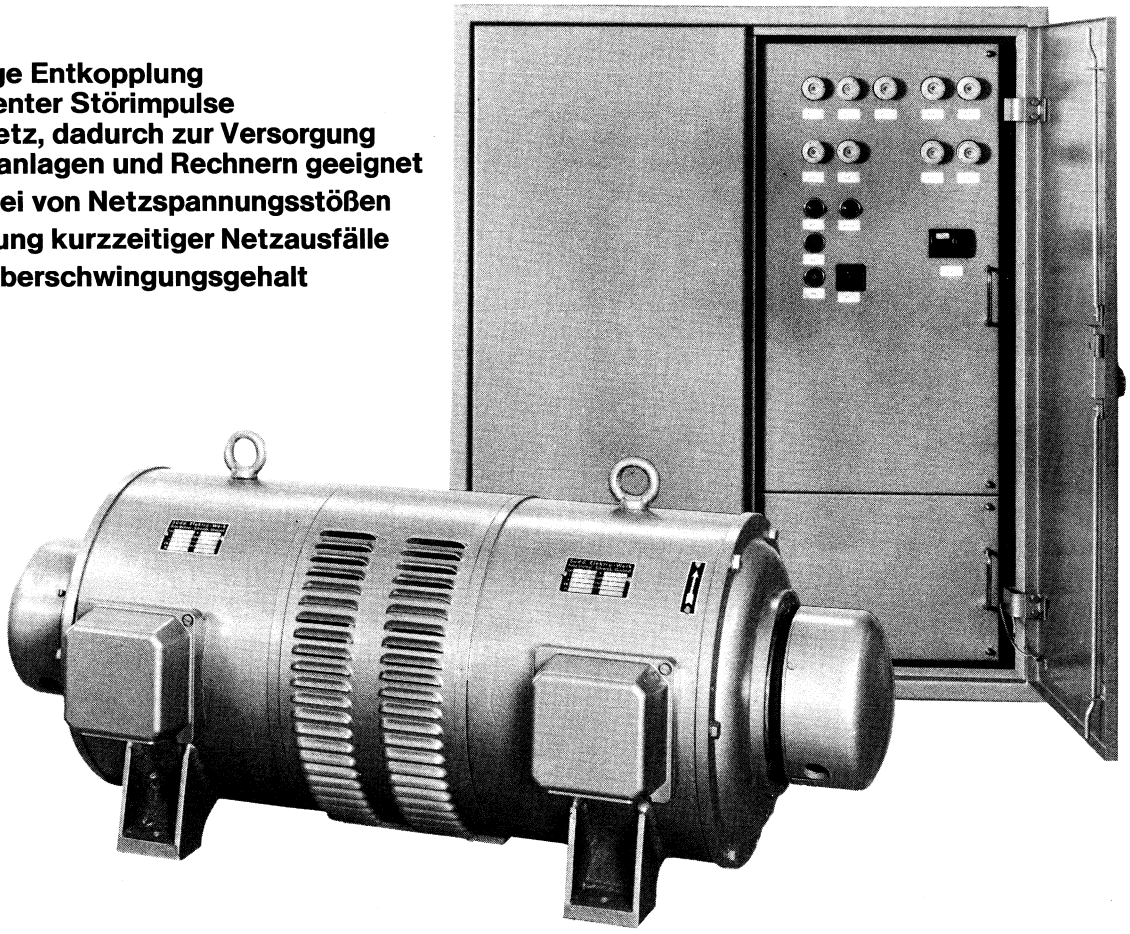
Bestellangaben

Oberschwingungssperre NOS-103	BN 421
Weitere Sperren auf Anfrage	
Geräteschutzdeckel (gegen Aufpreis)	DE-4

WSU-5, WSU-10, WSU-15
Wechselspannungs-Stabilisatoren

mit rotierendem Umformer

- **Vollständige Entkopplung hochfrequenter Störimpulse aus dem Netz, dadurch zur Versorgung von Digitalanlagen und Rechnern geeignet**
- **Ausgang frei von Netzspannungsstößen**
- **Überbrückung kurzzeitiger Netzausfälle**
- **Geringer Oberschwingungsgehalt**



Anwendung und Eigenschaften

Bei Wechselspannungs-Stabilisatoren mit elektronisch geregeltem Motorgenerator, wie sie mit der WSU-Typenreihe vorliegen, ist die stabilisierte Ausgangsspannung frei von Netzspannungsstößen und nur mit einem geringen Oberschwingungsgehalt behaftet.
Dementsprechend eignen sich die Typen WSU-5, WSU-10 und WSU-15 mit 5, 10 und 15 kVA Ausgangsleistung besonders für die Verwendung in Forschungsinstituten, Entwicklungslaboratorien und Prüfstellen, deren Stromversorgungsnetze frei von Störungen sein müssen. Der niedrige und konstante Oberschwingungsgehalt erlaubt es außerdem, diese Stabilisatoren zum Eichen und Prüfen von Wechselstromzählern einzusetzen.

Da die WSU-Anlagen kurzzeitige Netzunterbrechungen überbrücken können, erweitert sich ihre Anwendung beispielsweise auch auf die Speisung von Studio- und Datenverarbeitungsanlagen. Diese Eigenschaft wird durch entsprechende Einrichtungen in Verbindung mit einem Synchronmotor erreicht.

Technische Einzelheiten

Eine Wechselspannungs-Stabilisator-Anlage setzt sich zusammen aus dem Maschinensatz, dem Geräteschrank und der Steuerplatte. Außer den Schützen und Sicherungen be-

findet sich der Feldregler in dem Geräteschrank. Er kann in der Nähe des Umformers aufgestellt werden. Die Steuerplatte – am Aufstellungsort des Verbrauchers montiert – dient zum Ein- und Ausschalten der Anlage. Das Zuschalten der Last erfolgt automatisch nach einer Anlaufzeit von ca. 10 s.
Die gleichen hochkonstanten Bauteile mit dem Wolfram-Kaltleiter als Normal, wie sie in den Wechselspannungs-Stabilisatoren der WS-Reihe eingebaut sind, werden auch hier als Meßeinrichtung und Regelverstärker verwendet. Neben der serienmäßigen Ausrüstung des Umformersatzes mit einem Einphasengenerator ist als Sonderausführung auch der Einbau eines Dreiphasengenerators möglich. Symmetrische Belastung des Generators ist jedoch Voraussetzung, da der Meßfühler nur an einer Phase angeschlossen ist.

Technische Daten der Wechselspannungs-Stabilisatoren WSU-5, WSU-10, WSU-15

Alle wesentlichen Geräteeigenschaften sind durch garantierte Toleranz- und Grenzwertangaben und nicht durch typische Werte gekennzeichnet. Sie gelten nicht nur bei Auslieferung, sondern mindestens für die gesamte Garantiezeit.

Netzanschluß	Vierleiter-Drehstrom	3/Mp 380/220 V± 10%; 50 Hz
Ausgangsspannung	stabilisiert	220 V einphasig; 50 Hz
	Sonderausführung	380/220 V 3phasig; 50 Hz
	Grenzwerte der Abweichung des Effektivwerts	
	bei ± 10% Netzspannungsänderung und konstanter Last	± 0,1%
	bei Laständerung von Leerlauf auf Vollast und konstanter Netzspannung	−0,1%
Ausgangsleistung[1]	Maximalwerte bei cos φ = 0,8 bis 1 (ind.)	5 kVA, 10 kVA, 15 kVA
Verhalten bei Laststößen mit WSU-5	Kurzzeitige Spannungsänderungen beim Zu- und Abschalten von 1/3 der Nennlast (cos φ = 1)	ca. 2,5%
	Regelzeitkonstante (Ausregelung auf 1/e der Anfangsabweichung)	ca. 0,1 s
Oberschwingungsgehalt	bei Nennlast,	
	bei cos φ = 1	≦ 2,5%
	bei cos φ = 0,8	≦ 3%
	bei cos φ = 0,4	≦ 4%
Umgebungstemperatur	maximal zulässig	+ 40° C
Lieferumfang	Synchrongenerator mit Synchronmotor, Eingehäuse-Ausführung; Steuerplatte mit Fernbedienungseinrichtungen; Geräteschrank mit elektronischem Feldregler und Hilfseinrichtungen.	

1) Für cos φ < 0,8 (ind.) ist die Ausgangsleistung zu reduzieren (bis auf 75% bei cos φ = 0).
Für Aufstellung in Höhen > 1000 m über NN: Angaben zur Reduzierung auf Anfrage.

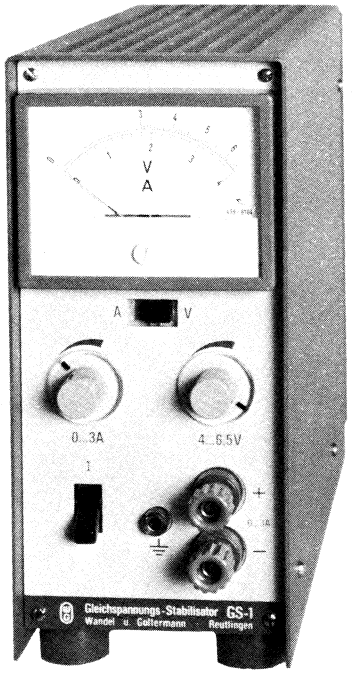
Bestellangaben

Wechselspannungs-Stabilisatoren	WSU-5	BN 208/5
	WSU-10	BN 208/10
	WSU-15	BN 208/15

Andere Ausgangsspannungen und 60-Hz-Ausführung auf Anfrage.

GS-1, GS-2, GS-3
Gleichspannungs-Stabilisatoren

für eine Ausgangsleistung von 20 W



- **Einstellbare Strombegrenzung**
- **Dauerkurzschlußfest**
- **Parallelschaltbar**
- **Rückstromfest**
- **Überspannungssicher**
- **Ohne Lüfter**
- **Verpolungsschutz**
- **HF-Netzfilter**
- **Doppelter Netzschirm**
- **Netzdurchgriffskapazität 5 pF**
- **Netzspannungsbereich −15% bis +10%**
- **Schutzklasse I (VDE 0411)**

Anwendung und Eigenschaften

Die Gleichspannungs-Stabilisatoren GS-1, GS-2 und GS-3 sind universell einsetzbare und vor allem für die Ausrüstung von Laboratorien, Lehrinstituten und Werkstätten bestimmte Geräte. Es handelt sich um preisgünstige, robuste 20-W-Stabilisatoren, die ohne Lüfter arbeiten. Die hohe Qualität der Geräte wird durch die ausschließliche Verwendung von Bauteilen hoher Zuverlässigkeit (z. B. »Elektrolytkondensatoren für erhöhte Anforderungen«) erreicht.
Mit Hilfe des eingebauten Instruments kann sowohl die Ausgangsspannung genau eingestellt als auch – nach entsprechender Umschaltung – der Ausgangsstrom überwacht werden. Die Verwendung eines Drahtpotentiometers anstelle eines Schichtpotentiometers gewährleistet eine langzeitstabile Ausgangsspannung. Aufgrund eines nach unten begrenzten Einstellbereichs der Spannung ist beim Gerät GS-1 darüberhinaus eine besonders feinstufige Einstellung möglich. Der GS-1 ist vorzugsweise für die Speisung integrierter Schaltungen der 5-V- und 6-V-Reihen vorgesehen.

Strombegrenzung
Alle drei Gleichspannungs-Stabilisatoren dieser Reihe sind dauerkurzschlußfest, ohne daß ein Abschalten wegen Überhitzung notwendig ist. Diese Eigenschaft wird durch Verwendung überdimensionierter Kühlflächen und eine einstellbare Strombegrenzung erreicht. Der Schwellenwert

der Strombegrenzung läßt sich bei allen drei Geräten auf der Frontplatte zwischen 5% und 110% des Nennstroms einstellen. Hervorzuheben ist die Tatsache, daß der Übergang von der Spannungsregelung zur Strombegrenzung – also die Kennlinien-Ablösung – bei der höchsten Einstellung erst oberhalb des zulässigen und garantierten Lastbereichs einsetzt. Dadurch werden die garantierten Höchstwerte der Ausgangsspannungs-Abweichung nicht aufgrund der Kennlinien-Ablösung vergrößert. Bild 1 zeigt den Kennlinienverlauf für die drei Gerätetypen.

Überspannung

Eine Überspannung am Ausgang kann durch das Schaltverhalten bei Laständerungen, durch Netzeinflüsse oder durch Störeffekte und Fehler im Stabilisator selbst hervorgerufen werden.

Das typische Schaltverhalten der Stabilisatoren GS-1, GS-2 und GS-3 zeigt Bild 2. Der untere Teil des Bildes gibt den Verlauf der Ausgangsspannung beim Zu- und Abschalten einer größeren Last wieder.

Den anderen möglichen Ursachen für Überspannungsimpulse am Ausgang wird durch drei voneinander unabhängige Maßnahmen begegnet:

Eine doppelte Abschirmung im Netztransformator und ein für alle drei Netzleiter wirksames HF-Filter reduzieren den Durchgriff von der Netzspannung überlagerten Störimpulsen auf den Ausgang. Durch Entstörung des Netzschalters wird das Auftreten von Ein- und Ausschaltspitzen verhindert. Eine spezielle Schutzschaltung begrenzt bei einem Defekt des Spannungseinstellers die Ausgangsspannung der Stabilisatoren auf maximal 5 V. Der bei vielen Gleichspannungs-Stabilisatoren beobachtete hohe Spannungsanstieg bei einem Abheben des Potentiometer-Schleifers wird auf diese Weise verhindert. Die Schutzschaltung gibt deshalb Sicherheit gegen auf diese Weise verursachte kurze Überspannungsimpulse.

Sollte für besondere Anwendungsfälle zusätzlich ein sehr schnell arbeitender Überspannungsschutz mit einer Ansprechzeit von 1 bis 2 µs erforderlich sein, so erbitten wir Ihre Anfrage. Ein entsprechender Geräte-Zusatz befindet sich in Vorbereitung.

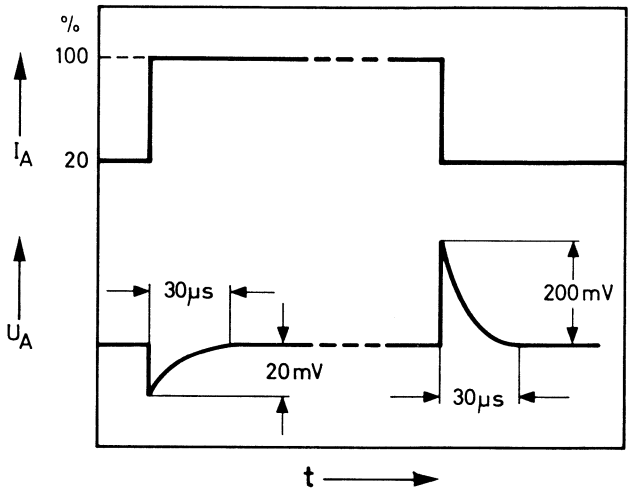


Bild 2 Typisches Schaltverhalten bei dem im oberen Teil des Bildes gezeigten Sprung des Ausgangsstromes

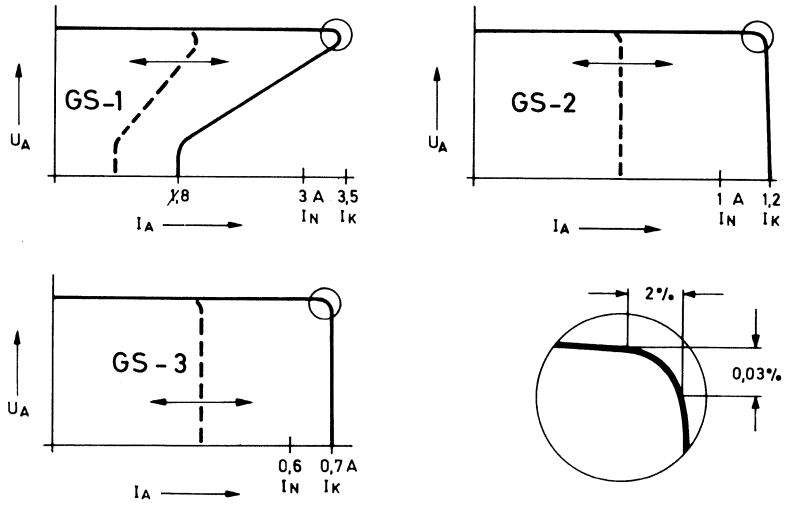


Bild 1
Strom-Spannungs-Kennlinien und Verhalten beim Einsetzen der Strombegrenzung

Parallel- und Reihenschaltung

Die Gleichspannungs-Stabilisatoren GS-1, GS-2 und GS-3 können eine Leistung von maximal 20 W abgeben. Dies reicht für die meisten Anwendungen aus. Wird nur gelegentlich eine höhere Leistung benötigt, so ist es in der Regel wirtschaftlicher, mehrere Geräte des gleichen Typs parallel zu schalten, als ein einziges leistungsstärkeres Gerät einzusetzen. Die Parallelschaltung kann ohne weitere Maßnahmen an den Ausgangsbuchsen der Stabilisatoren vorgenommen werden. Dies gilt auch für die Reihenschaltung bei höherem Spannungsbedarf. Eine als Verpolungsschutz eingebaute zusätzliche Leistungsdiode verhindert die Beschädigung der Geräte bei falschgepolter Parallelschaltung. Außerdem sind die Stabilisatoren rückstromfest; diese Geräteeigenschaft ist von Vorteil, wenn eines der parallelgeschalteten Geräte ausgeschaltet oder auf eine abweichende Ausgangsspannung eingestellt ist. Auch wenn während einer Batterieladung das Netz ausfällt, erleiden die Stabilisatoren keinen Schaden.

Störabweichungen

Die großen Reserven in der Dimensionierung der Gleichspannungs-Stabilisatoren GS-1 bis GS-3 zeigen sich nicht nur im Kurzschlußverhalten, sondern z. B. auch in dem großen Netzspannungsbereich. Die untere garantierte Regelgrenze von −15% gibt die nötige Sicherheit gegen kurzzeitige Spannungseinbrüche, mit denen selbst bei Netzen mit gutem Spannungsniveau zu rechnen ist. Bild 3 zeigt die typische Regelkurve.

Der garantierte Bereich für die Störabweichung gilt nicht nur für den unmittelbaren Einfluß von Netzspannungs- oder Laständerungen auf die Stabilisator-Ausgangsspannung, sondern schließt auch jene Abweichungen ein, die als weitere Folge einer solchen Änderung im Sinne eines erneuten »Einbrennvorgangs« nachträglich innerhalb einer Zeitspanne von 1 bis 5 Minuten auftreten.

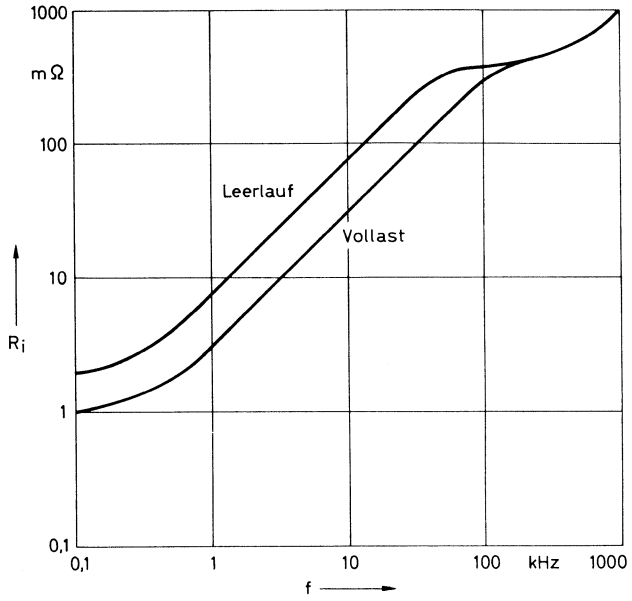


Bild 4 Typischer Verlauf des Innenwiderstandes in Abhängigkeit von der Frequenz beim GS-2

Innenwiderstand

In Bild 4 ist der typische Verlauf des Innenwiderstands in Abhängigkeit von der Frequenz dargestellt. Die Zahlenwerte gelten für das Gerät GS-2 bei der höchsten Ausgangsspannung. Der Anstieg des Innenwiderstands mit wachsender Frequenz gewährleistet eine hohe Sicherheit gegenüber Schwingneigungen bei beliebiger Last, vor allem beim Zuschalten weiterer Kondensatoren.

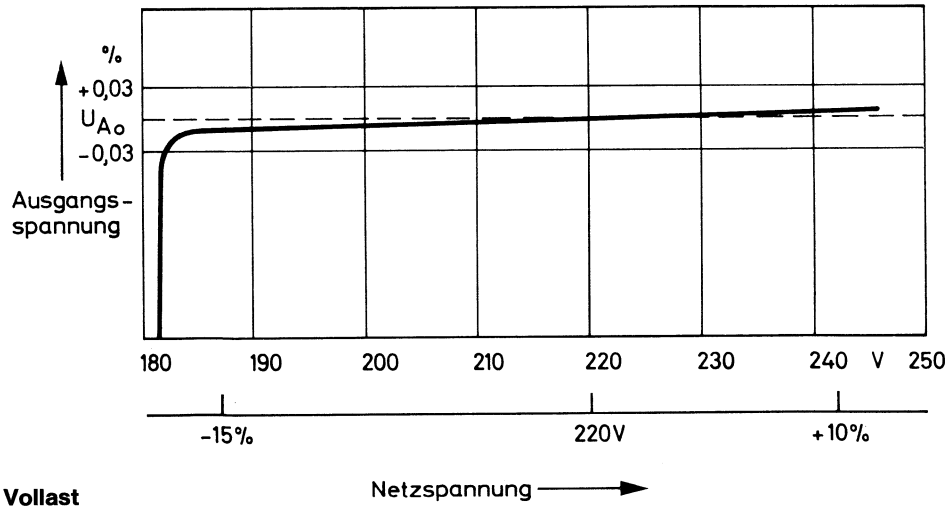


Bild 3
Typische Regelkurve bei Vollast
U_{Ao} = maximale Ausgangsspannung
(6,5 V; 20 V; 36 V)

Technische Daten der Gleichspannungs-Stabilisatoren

Alle wesentlichen Geräteeigenschaften sind durch garantierte Toleranz- und Grenzwertangaben und nicht durch typische Werte gekennzeichnet. Sie gelten nicht nur bei Auslieferung, sondern mindestens für die gesamte Garantiezeit.

		GS-1	GS-2	GS-3
Ausgangsspannung	stetig einstellbar	4 V bis 6,5 V	4 V bis 20 V	4 V bis 36 V
Ausgangsstrom	Belastungsbereich	0 bis 3 A	0 bis 1,0 A	0 bis 0,6 A
	Strombegrenzung, stetig einstellbar	0 bis 3,5 A	0,05 A bis 1,2 A	0,03 A bis 0,7 A
	Kurzschlußstrom	ca. 1,8 A	ca. 1,2 A	ca. 0,7 A
Abweichung der Ausgangsspannung	Grenzwerte bei Änderung der Netzspannung zwischen −15% und +10%	± 0,03%	± 0,03%	± 0,03%
	Grenzwerte bei Änderung der Belastung zwischen Leerlauf und Vollast	0,05%	0,04%	0,03%
	Grenzwerte für Temperaturkoeffizient im Bereich 0 bis +45° C	±0,03%/grd	±0,03%/grd	±0,03%/grd
Ausregelzeit für Ausregelung auf 0,1%	bei einem Lastsprung von Leerlauf auf Vollast	≦ 50 µs	≦ 50 µs	≦ 50 µs
Überlagerte Wechselspannung	Effektivwert	ca. 0,2 mV	ca. 0,1 mV	ca. 0,1 mV
	Schwingungsbreite	≦ 0,6 mV	≦ 0,3 mV	≦ 0,03 mV
Innenwiderstand bei Vollast	bei 100 Hz	ca. 1 mΩ	ca. 1 mΩ	ca. 1 mΩ
	bei 10 kHz	ca. 20 mΩ	ca. 30 mΩ	ca. 100 mΩ
	bei 100 kHz	ca. 200 mΩ	ca. 300 mΩ	ca. 400 mΩ
	über 300 kHz (vgl. auch Bild 4)	Entsprechend einer Induktivität von ca. 150 nH		
Zulässige Spannung	Grenzwerte zwischen den Ausgangsklemmen und Gehäuse	± 150 V	± 150 V	± 150 V
Kapazität	zwischen den Ausgangsklemmen, Elektrolyt-Kondensator mit Nennwert	250 µF	100 µF	50 µF
	zwischen den Ausgangsklemmen u. Gehäuse, Kondensator mit Nennwert	10 nF	10 nF	10 nF
	zwischen den Ausgangsklemmen u. Netz (Netzdurchgriffs-Kapazität)	ca. 5 pF	ca. 5 pF	ca. 5 pF
Instrument, Klasse 1,5 umschaltbar zwischen Spannungs- und Strommessung	Spannung, Skalenumfang	3 V bis 6,7 V	4 V bis 21 V	4 V bis 40 V
	Fehlergrenze bei 5 V/12 V/24 V (bei +20° C)	±1%	±1%	±1%
	Strom, Skalenumfang	0 bis 4 A	0 bis 1,4 A	0 bis 0,8 A
	Fehlergrenze ±1,5% v. E., zuzüglich	±1% v. M.	±1% v. M.	±1% v. M.

Allgemeine Daten

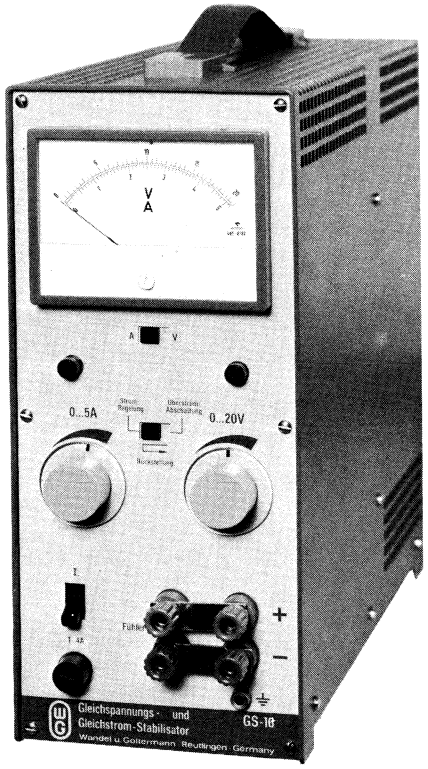
Umgebungstemperatur	0 bis +45 °C
Netzspannung	220 V, −15% bis +10%
Netzfrequenz	45 Hz bis 440 Hz
Max. Stromaufnahme	0,3 A
Schutzklasse	I (VDE 0411)
Abmessungen, b x h x t in mm	88 x 200 x 295
Gewicht	5 kg

Bestellangaben

Gleichspannungs-Stabilisatoren	GS-1	BN 439/0
	GS-2	BN 439/3
	GS-3	BN 439/6

GS-5, GS-15, GS-18 Gleichspannungs- und Gleichstrom-Stabilisatoren

für eine maximale Ausgangsleistung von 100 W



- **Spannungs- und Stromregelung**
- **Extern programmierbar**
- **Dauerkurzschlußfest**
- **Überstromabschaltung**
- **Parallelschaltbar und rückstromfest**
- **Verpolungsschutz**
- **Ohne Lüfter**
- **HF-Netzfilter**
- **Doppelter Netzschirm**
- **Netzdurchgriffskapazität 10 pF**
- **Netzspannungsbereich −15% bis +10%**
- **Schutzklasse I (VDE 0411)**

Anwendung und Eigenschaften

Die Gleichstromversorgungsgeräte GS-5, GS-15 und GS-18 besitzen eine maximale Ausgangsleistung von 100 W. Sie sind vielseitig einsetzbar und vor allem für die Ausrüstung von Laboratorien, Werkstätten und Lehrinstituten bestimmt. Trotz der hohen Ausgangsleistung und des platzsparenden Hochformats arbeiten sie ohne Lüfter. Die hohe Qualität wird durch die ausschließliche Verwendung von Bauteilen großer Zuverlässigkeit (z. B. »Elektrolyt-Kondensatoren für erhöhte Anforderung«) erreicht. Der technischen Entwicklung folgend werden außerdem integrierte Verstärker eingesetzt.
Die sehr kleine Netzdurchgriffskapazität erlaubt den Einsatz der Geräte in vielen Spezialfällen, in denen andere Stabilisatoren ungeeignet sind.
Für den Gestelleinbau nach DIN 41494 lassen sich jeweils bis zu drei Geräte in einem zusätzlich lieferbaren 19-Zoll-Einschub zusammenfassen.
Bei dem Stabilisator GS-5 handelt es sich um ein preisgünstiges Gerät, an dessen Störabweichung und Temperaturkoeffizient die üblichen Anforderungen gestellt werden. Es besitzt für die Strom- und Spannungseinstellung zuverlässige eingängige Drahtpotentiometer.
Die Geräte GS-15 und GS-18 dagegen genügen erhöhten An-

forderungen bezüglich des Temperaturkoeffizienten und der Störabweichung. Besonders beim Einsatz als Stromstabilisatoren erreicht man eine genauere Stromregelung bis zu kleinen Werten, da ein zusätzlicher Regelkreis den Fehlstrom durch das Spannungspotentiometer kompensiert. Die Verwendung von 10-Gang-Wendelpotentiometern erleichtert das feinstufige Einstellen von Strom und Spannung.

Spannungsregelung, Stromregelung und Überstromabschaltung

Die Geräte können entweder als Stromstabilisatoren oder als Spannungsstabilisatoren eingesetzt werden. Der Übergang von Spannungs- auf Stromregelung erfolgt »automatisch«, sobald der eingestellte Stromwert durch den sich verkleinernden Lastwiderstand erreicht wird. Von hier bis zum Kurzschluß erfolgt also nicht eine einfache Strombegrenzung, sondern eine echte Stromregelung. Der jeweilige Betriebszustand wird an Signallampen angezeigt.
Weiterhin kann an einem Schalter zwischen den Betriebsarten »Stromregelung« und »Überstromabschaltung« gewählt werden. Bei »Überstromabschaltung« schaltet eine sehr schnell arbeitende elektronische Sicherung den Ausgangsstrom ab, sobald dieser den eingestellten Stromwert überschreitet. (Die Rückstellung erfolgt durch kurzzeitiges Umschalten auf »Stromregelung«.)
Ein großes, übersichtliches Instrument zeigt – je nach Stellung des Schalters – die Ausgangsspannung oder den Ausgangsstrom an.

Parallel- und Reihenschaltung

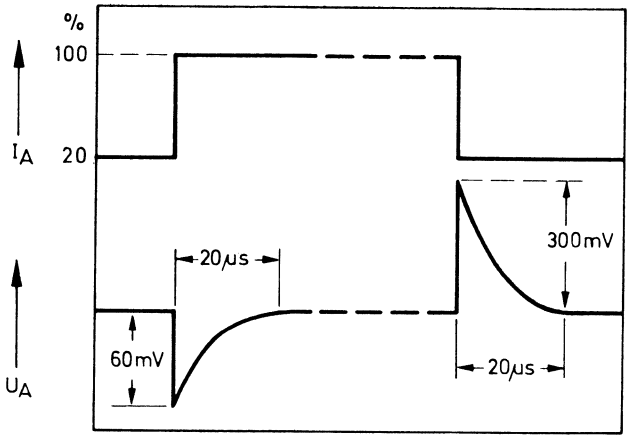
Mehrere Geräte gleichen Typs können zum Zweck der Strom- bzw. Spannungserhöhung am Verbraucher ohne besondere Maßnahmen parallel- bzw. hintereinandergeschaltet werden.
Die Ausgangsklemmen und die gesamte, den Ausgangsstrom erzeugende Schaltung sind vom Gehäuse sowie vom Netz isoliert. Das Gehäuse befindet sich durch den Schutzleiter des Netzkabels auf Erdpotential. Die Isolierung ist für eine Betriebsspannung von max. 300 V ausgelegt. Aus Sicherheitsgründen[1] darf diese Spannung zwischen den Ausgangsklemmen und dem Gehäuse beim Hintereinanderschalten von Geräten oder beim Zuführen einer externen Spannung nicht überschritten werden. Eine Verbindung zwischen den Ausgangsklemmen und Netzstromkreisen ist unzulässig.
Eine als Verpolungsschutz eingebaute Leistungsdiode verhindert bei falschgepolter Parallelschaltung die Beschädigung der Geräte. Außerdem sind die Stabilisatoren rückstromfest. Diese Eigenschaft ist von Vorteil, wenn eines der parallelgeschalteten Geräte ausgeschaltet oder auf eine abweichende Ausgangsspannung eingestellt ist.

Fühlerleitung

Von den vier Geräteklemmen auf der Frontseite sind zwei für den Anschluß des Verbrauchers und zwei für den Anschluß der Fühlerleitungen vorgesehen. Bei Auslieferung der Geräte sowie bei normalem Betrieb sind die Fühlerklemmen mit den Ausgangsklemmen durch Laschen verbunden. Damit steht die stabilisierte Ausgangsspannung an diesen Klemmen zur Verfügung. Will man jedoch die Spannung unmittelbar an einem entferntstehenden Verbraucher stabilisieren, dann werden die Laschen gelöst und außer den Lastleitungen zwei Fühlerleitungen von den Verbraucheranschlüssen an die Fühlerklemmen des Geräts zurückgeführt. Solange die Laschen zwischen den Klemmen gelöst und die Fühlerleitungen noch nicht angeschlossen sind, bewirkt eine besondere Schutzschaltung im Gerät, daß die Ausgangsspannung nicht hochläuft. Auch bei vertauschten Last- und Fühlerleitungen können keine Bauelemente im Gerät überlastet oder zerstört werden.

Überspannung

Eine Überspannung am Ausgang kann durch das Schaltverhalten bei Laständerungen, durch Netzeinflüsse oder durch Störeffekte und Fehler im Stabilisator selbst hervorgerufen werden.
Das typische Schaltverhalten der Stabilisatoren zeigt Bild 1. Der untere Teil des Bildes gibt den Verlauf der Ausgangsspannung beim Zu- und Abschalten einer größeren Last wieder.



Typisches Schaltverhalten bei dem im oberen Teil des Bildes gezeigten Sprung des Ausgangsstroms (GS-5)

Den anderen möglichen Ursachen für Überspannungsimpulse am Ausgang wird durch mehrere voneinander unabhängige Maßnahmen begegnet.
Eine doppelte Abschirmung im Netztransformator und ein für alle drei Netzleiter wirksames HF-Filter reduzieren den Durchgriff netzspannungsüberlagerter Störimpulse auf den Ausgang. Durch Entstörung des Netzschalters wird das Auftreten von Ein- und Ausschaltspitzen verhindert. Eine spezielle Schutzschaltung vermindert die Ausgangsspannung der Stabilisatoren bei einem Defekt des Spannungs- und des Strompotentiometers auf nahezu 0 V. Diese Schutzschaltung verhindert auch den bei vielen Gleichspannungs-Stabilisatoren beobachteten hohen Spannungsanstieg, wie er beim schnellen Durchdrehen des Potentiometers durch ein Abheben des Potentiometerschleifers auftritt. Desgleichen vermeidet eine weitere Schutzschaltung einen unzulässigen Spannungsanstieg bei aufgetrennten Fühlerleitungen.

1) Entsprechend VDE 0411 (Bestimmungen für elektronische Meßgeräte, Teil 1, Schutzmaßnahmen)

Störabweichungen
Die großen Reserven in der Dimensionierung der Gleichspannungs-Stabilisatoren GS-5, GS-15 und GS-18 zeigen sich nicht nur im Kurzschlußverhalten, sondern z. B. auch in dem großen Netzspannungsbereich. Die untere garantierte Regelgrenze von −15% gibt die nötige Sicherheit gegen kurzzeitige Spannungseinbrüche, mit denen selbst bei Netzen mit gutem Spannungsniveau zu rechnen ist.

Innenwiderstand
Der stetige Anstieg des Innenwiderstands mit wachsender Frequenz gewährleistet eine hohe Sicherheit gegenüber Schwingneigungen bei beliebiger Last, vor allem beim Zuschalten weiterer Kondensatoren.

Programmierbarkeit
Sowohl Ausgangsspannung als auch Ausgangsstrom können von außen programmiert werden. Dies ist entweder mit externen Referenzspannungen oder mit extern anzuschließenden Widerständen möglich. Die entsprechenden Anschlüsse liegen auf einer Klemmleiste und sind nach Abnahme der Gerätehaube zugänglich.
Mit dem Digital-Analog-Wandler DAU-30 können die Ausgangsspannung und der Ausgangsstrom digital codiert angesteuert werden.

Technische Daten der Gleichspannungs- und Gleichstrom-Stabilisatoren

Alle wesentlichen Geräteeigenschaften sind durch garantierte Toleranz- und Grenzwertangaben und nicht durch typische Werte gekennzeichnet. Sie gelten nicht nur bei Auslieferung, sondern mindestens für die gesamte Garantiezeit.

		GS-5	GS-15	GS-18
Ausgangsspannung	Ausgangsspannung	0 bis 7 V	0 bis 7 V	0 bis 120 V
	Auflösung	ca. 10 mV	2 mV	12 mV
Ausgangsstrom	Ausgangsstrom	0 bis 14 A	0 bis 14 A	0 bis 0,8 A
	Auflösung	ca. 25 mA	6 mA[1]	0,3 mA[1]
Spannungsregelung	Abweichung der Ausgangsspannung			
	Grenzwerte bei Netzspannungsänderungen zwischen −15% und +10%	±0,005%	±0,005%	± 0,005%
	Grenzwerte bei Laständerung zwischen Leerlauf und Vollast	0,01% +0,2 mV	0,01% +0,2 mV	0,01% +0,2 mV
	Ausregelzeit bei Lastsprung von Leerlauf auf Vollast für Ausregelung auf 10 mV	≦40 µs	≦40 µs	≦40 µs
	Überlagerte Wechselspannung			
	Effektivwert	ca. 0,15 mV	ca. 0,15 mV	ca. 0,15 mV
	Schwingungsbreite	≦0,6 mV	≦0,6 mV	≦0,6 mV
	Grenzwerte für Temperaturkoeffizient im Bereich 0 bis +45 °C	±0,03%/grd	±0,01%/grd	±0,01%/grd
	Drift über 8 h	≦0,05%	≦0,01%	≦0,01%
Stromregelung	Abweichung des Ausgangsstroms			
	Grenzwerte bei Netzspannungsänderung zwischen −15% und +10%	±0,05%	±0,01%	±0,01%
	Grenzwerte bei Laständerung zwischen Kurzschluß und Vollast	0,1% +1 mA	0,02% +40 µA	0,02% +8 µA
	Überlagerter Wechselstrom			
	Effektivwert	ca. 3 mA	ca. 3 mA	ca. 0,03 mA
	Schwingungsbreite	≦10 mA	≦10 mA	≦0,1 mA
	Grenzwerte für Temperaturkoeffizient im Bereich 0 bis +45 °C	±0,03%/grd	±0,01%/grd	±0,01%/grd
	Drift über 8 h	≦0,05%	≦0,01%	≦0,01%
Innenwiderstand	bei Spannungsregelung bei 100 Hz	ca. 0,3 mΩ	ca. 0,3 mΩ	ca. 0,3 mΩ
	bei 10 kHz	ca. 20 mΩ	ca. 20 mΩ	ca. 50 mΩ
	bei 100 kHz	ca. 150 mΩ	ca. 150 mΩ	ca. 300 mΩ
	über 500 kHz	entsprechend einer Induktivität von ca. 100 nH		
Programmierung	durch externe Widerstände oder externe Spannung			
	Widerstandsprogrammierung			
	für Spannungseinstellung	1000 Ω/V	1333 Ω/V	800 Ω/V
	für Stromeinstellung	71,4 Ω/A	35,7 Ω/A	1250 Ω/A
	Spannungsprogrammierung	Externe Spannung frei wählbar: jedoch		
	für Spannungseinstellung	mindestens 5 V für den Bereichsendwert		
	für Stromeinstellung	0,036 V/A	0,036 V/A	1,25 V/A

1) Sonderausführung mit erhöhter Auflösung der Stromeinstellung (0,015%) für Eichämter lieferbar.

		GS-5	GS-15	GS-18
Ausgang	Isolierung des Ausgangs gegen Gehäuse			
	Betriebs- oder Isolierspannung . . .	± 300 V	± 300 V	± 300 V
	Isolationswiderstand (500 V–) . . .	> 300 MΩ	> 300 MΩ	> 300 MΩ
	Kapazität zwischen Minusklemme und Gehäuse (Papierkondensator) . .	10 nF	10 nF	10 nF
	Kapazität zwischen den Ausgangsklemmen (Elektrolytkondensator) . .	100 µF	100 µF	16 µF
	Kopplungskapazität zum Netz (Netzdurchgriffskapazität)	ca. 10 pF	ca. 10 pF	ca. 10 pF
	Gleichtaktwechselspannung an 1-kΩ-Widerstand zwischen Minusklemme und Gehäuse (Erde) . . .	ca. 1 mV	ca. 1 mV	ca. 1 mV
Instrument	umschaltbar zur Strom- oder Spannungsmessung			
	Skalenendwert Spannung . . .	7,5 V	7,5 V	126 V
	Skalenendwert Strom	15 A	15 A	0,84 A
	Gesamtfehler	entsprechend Instrumentenklasse 2		

Allgemeine Daten

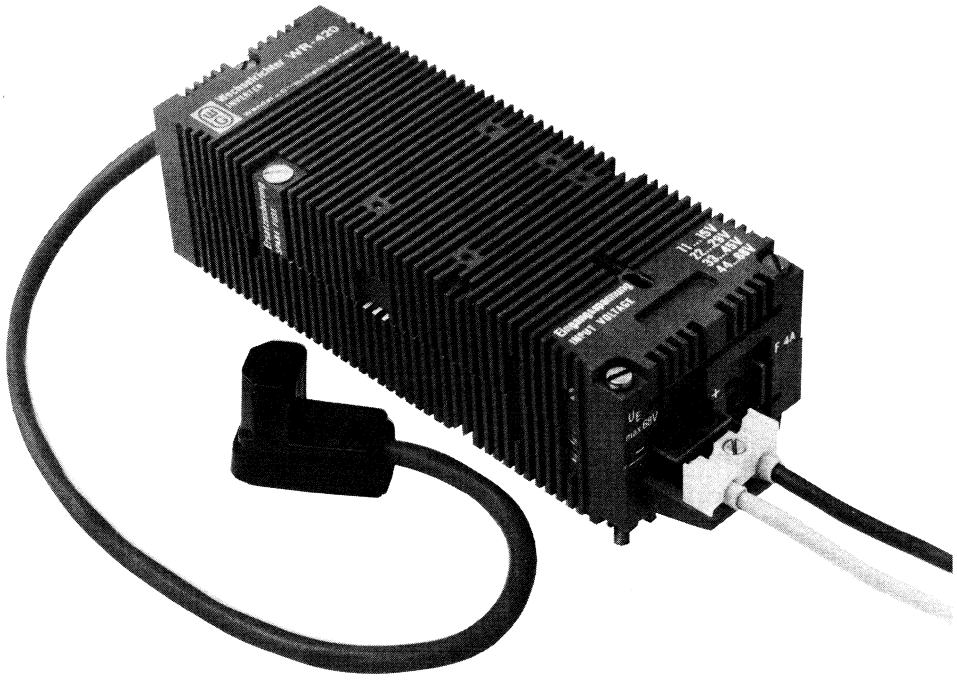
Umgebungstemperatur	0 bis +45° C
Netzspannung, wahlweise	110, 117, 220, 227 V, jeweils −15% bis +10%
Max. Stromaufnahme	2,4; 2,1; 1,2; 1,1 A
Netzfrequenzbereich	45 Hz bis 66 Hz
Schutzklasse	I (VDE 0411)
Abmessungen (b x h x t) in mm	128 x 300 x 350
Gewicht	ca. 12,5 kg

Bestellangaben

Gleichspannungs- und Gleichstrom-Stabilisatoren	GS-5	BN 461/0
	GS-15	BN 461/1
	GS-18	BN 461/10

WR-420
Wechselrichter

zur netzunabhängigen Stromversorgung von Meßgeräten aus Batterien



- **Klein, leicht, kompakt**
- **Erdfreier Ein- und Ausgang**
- **Eingangsspannung 11 V bis 68 V (4 Bereiche)**
- **Ausgangsspannung 117/220 V, 400 Hz**
- **Ausgangsleistung 15 W bzw. 20 VA**

Anwendung und Eigenschaften

Der Wechselrichter WR-420 wandelt Gleichspannungen von 11 V bis 68 V in eine sinusförmige Wechselspannung um, die je nach Ausführung 117 V oder 220 V beträgt. In Verbindung mit diesem Wechselrichter können Meßgeräte (z. B. PS-60 oder SPM-60) mit einem Leistungsbedarf bis 15 W (ohm'sche Last) bzw. 20 VA (Gleichrichterlast) aus Gleichspannungsquellen, z. B. Fahrzeugbatterien, betrieben werden. Die Stromversorgung aus dem Wechselrichter findet vor allem im mobilen Betriebsdienst oder an Stellen Anwendung, wo keine Netzspannung zur Verfügung steht. Durch einfaches Umstecken einer Leiterplatte läßt sich der Wechselrichter auf einen der 4 Bereiche der Eingangsspannung einstellen. Der Nennwert des eingestellten Bereichs erscheint in einem Sichtfenster. Die Ausgangsfrequenz des Geräts beträgt 400 Hz.

Der Wechselrichter läßt sich auf einfache Weise mit Hilfe von drei Schrauben an der Rückseite der Meßgeräte befestigen. Bei Zusammenstellung eines Meßplatzes ist für jedes Einzelgerät ein Wechselrichter erforderlich.

Wegen seiner kleinen Abmessungen, seines geringen Gewichtes und seiner robusten Bauart ist der WR-420 vielseitig einsetzbar und leicht transportabel.

Technische Daten des Wechselrichters — WR-420

Soweit nicht anders vermerkt, gelten die Werte für die Nenngebrauchsbereiche der Eingangsgleichspannung und der Temperatur sofort nach dem Einschalten des Geräts.

Gleichspannung[1] am Eingang

Nenngebrauchsbereiche

Bereich	Nennwert/V	Spannungsbereich/V
I	12	11 bis 15
II	24	22 bis 29
III	36	33 bis 45
IV	48/60	44 bis 68 max.[4]

Wechselspannung am Ausgang

erdfrei, sinusförmig . . . . . 117/220 V ± 10%[2]

Frequenz . . . . . 400 Hz ± 10%[2]

Leistung

bei Nennspannung und ohm'scher Last . . . . . ≦ 15 W
bei Nennspannung und Gleichrichterlast[3] . . . . . ≦ 20 VA

Wirkungsgrad

bei 24 V Eingangsspannung und
15 W Ausgangsleistung (ohm'sche Last) . . . . . $\eta \geqq 0{,}5$

bei 24 V Eingangsspannung und
20 VA Gleichrichterlast . . . . . $\eta \geqq 0{,}7$

sonst je nach Eingangsgleichspannung
und Art der Belastung . . . . . η = 0,4 bis 0,8

Allgemeine Daten

Zulässige Umgebungstemperatur

Bereich für Lagerung und Transport . . . . . −40° C bis + 70° C

Nenngebrauchsbereich:
bei Montage an Geräterückseite, ohne Abdeckung . . . . . −10° C bis + 55° C
bei Montage an Geräterückseite
mit Transportgehäuse-Deckel . . . . . −10° C bis + 35° C

VDE-Schutzklasse I

Abmessungen, b x h x t in mm . . . . . 170 x 53 x 65
Länge des Netzkabels mit Netzgerätestecker . . . . . 0,5 m
Gewicht . . . . . 0,9 kg

Bestellangabe

Wechselrichter WR-420	BN 678

1) Gleichspannung minus Spitzenwert der überlagerten Wechselspannung.

2) Dieser Wert beinhaltet die Abhängigkeit von Temperatur, Belastung (0 bis 15 W) und Eingangsgleichspannung einschließlich Bereichsumschaltung.
Die Fehlergrenze des Effektivwerts der Ausgangsspannung (± 10%) bezieht sich auf die bei einer Ausgangsleistung von 15 W und einer Eingangsspannung von 13,5 V eingestellte Ausgangsspannung von 117/220 V ± 1 %.

3) Hierunter wird ein Verbraucher verstanden, dessen wesentlicher Teil der aufgenommenen Leistung über Gleichrichterschaltungen in Gleichspannungen umgeformt wird.

4) Gleichspannung plus Spitzenwert der überlagerten Wechselspannung.

BAZ-2, BAZ-3
Batteriezusätze



- **Batterie-Kapazität ca. 4 Ah**
- **Anzeige des Ladezustands an den Grundgeräten PS-12, SPM-12, u. a.**
- **Tiefentladeschutz und Überladesicherheit**
- **Betriebszeit des BAZ-2 mit PS-12 ca. 5 Std.**
  BAZ-3 mit SPM-12 ca. 8 Std.

Anwendung und Eigenschaften

Der Batteriezusatz BAZ-2 (Nennspannung 12 V) eignet sich für den Betrieb des Pegelsenders PS-12 (BN 607), der BAZ-3 (Nennspannung 18 V) für den Pegelmesser SPM-12 (BN 608).
Im Normalfall sind die Batteriezusätze mit 2 bzw. 3 aufladbaren Ni-Cd-Einheiten bestückt, deren Ladezustand durch eine Kontrollschaltung überwacht wird. Eine Leuchtdiode am PS-12 bzw. SPM-12 signalisiert den Zustand „Batterie entladen". Bei weiterem Absinken der Batteriespannung schaltet ein Tiefentladeschutz den Wandler im Netzteil ab und verhindert somit eine vollständige Entladung der Zellen. Die Stromversorgung für die Aufladung der Zellen wird dem Netzteil des Grundgeräts entnommen, wenn dessen Umschalter auf „Laden" steht. Der Ladevorgang (Ladestrom 400 mA, Aufladezeit 14 Stunden) wird durch eine zweite Leuchtdiode angezeigt. Steht der Umschalter des Grundgeräts auf „Messen", so liefert das Netz die Betriebsspannung. Gleichzeitig wird die Batterie im Pufferbetrieb mit einem Strom von ca. 50 mA geladen.
Das Gerät BAZ-3 ermöglicht auch eine netzunabhängige Stromversorgung solcher Meßgeräte, die mit dem Universalnetzteil BN 840 ausgerüstet sind.
Für einen Notbetrieb lassen sich die Batteriezusätze BAZ-2 und BAZ-3 auch mit Monozellen bestücken. Hierbei wird die Ladeschaltung außer Betrieb gsetzt. Die Zellen sind nach Abschrauben des Abdeckbleches leicht auswechselbar.

Die Batteriezusätze werden mit 2 Schrauben an der Rückseite des PS-12 bzw. SPM-12 befestigt und durch 2 kurze Kabel mit den Buchsen für Batterie und Ladeschaltung verbunden. Der rückwärtige Gerätedeckel dient auch bei aufmontiertem Batteriezusatz als Transportschutz für das Meßgerät.

Technische Daten der Batteriezusätze — BAZ-2 und BAZ-3

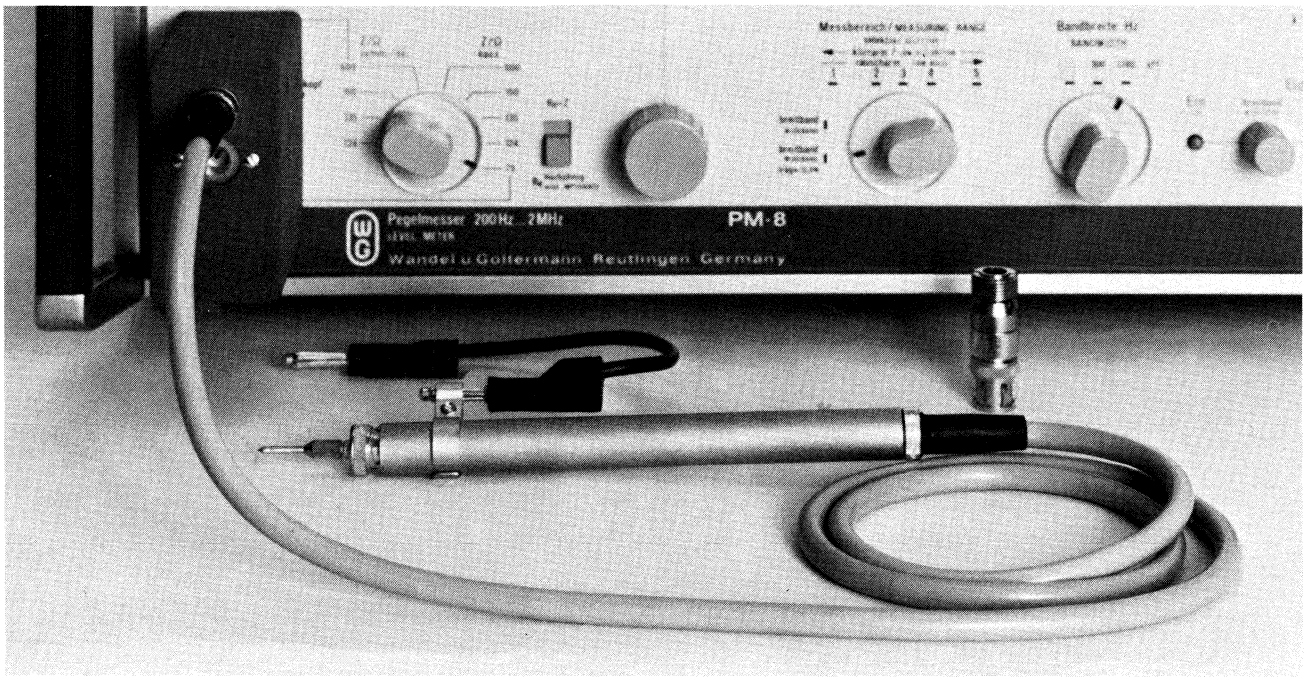
		BAZ-2	BAZ-3
Betrieb mit aufladbaren Zellen	Typ SAFT oder VARTA	5 V R 4 D oder 5 RS 4	5 V R 4 D oder 5 RS 4
	Anzahl der Einheiten	2	3
	Nennspannung	12 V	18 V
	Aufladezeit	ca. 14 Std.	ca. 14 Std.
	Batteriekapazität	ca. 4 Ah	ca. 4 Ah
	Betriebszeit bei Belastung mit 7 W (PS-12)	ca. 5 Std.	
	mit 10 W (SPM-12)		ca. 8 Std.
Betrieb mit Monozellen	Typ Alkali Mangan	IEC R 20	IEC R 20
	Anzahl der Zellen	10	15
	Nennspannung	15 V	22,5 V
	Batteriekapazität	ca. 3 Ah	ca. 3 Ah
	Betriebszeit bei Belastung mit 7 W (PS-12)	ca. 3,5 Std.	
	mit 10 W (SPM-12)		ca. 8 Std.
	Typ Super Dry	IEC R 20	IEC R 20
	Anzahl der Zellen	10	15
	Nennspannung	15 V	22,5 V
	Batteriekapazität	ca. 3 Ah	ca. 3 Ah
	Betriebszeit bei Belastung mit 7 W (PS-12)	ca. 1 Std.	
	mit 10 W (SPM-12)		ca. 4 Std.
	mit 3 W	ca. 6 Std.	ca. 12 Std.
Nenngebrauchsbedingungen	Anschluß an Grundgerät mit Universalnetzteil BN 840 oder an	PS-12	SPM-12
	Umgebungstemperatur bei Aufladung	0 bis +35 °C	0 bis +35 °C
	bei Entladung	−10 bis +40 °C	−10 bis +40 °C
Zusätzliche Angaben	Umgebungstemperatur bei Lagerung und Transport	−40 bis +50 °C	−40 bis +50 °C
	Abmessungen (L x H x T) in mm	320 x 81 x 52	320 x 121 x 52
	Gewicht mit Batterien	2,15 kg	3,15 kg
	Befestigung am Grundgerät	durch Schnellverschraubung	

Bestellangaben

Batteriezusatz	BAZ-2	BN 836
	BAZ-3	BN 837

Meßzubehör

Tastköpfe, Übertrager, Meßzusätze
Anzeigedehner, Umschalter, Anpassungen, Teiler



- **Erweiterung des Anwendungsbereichs von Meßplätzen**
- **Leichtere Anpassung der Meßgeräte an die Meßobjekte**
- **Erhöhung der Meßgenauigkeit**
- **Vereinfachung der Messungen**

Anwendungen

Tastköpfe, Übertrager und dergleichen sind wichtige Meßhilfen, die dazu beitragen, einen optimalen Aufbau von Meßplätzen zu ermöglichen.
Die Tastköpfe eignen sich für hochohmige und kapazitätsarme Messungen. Da der Pegel direkt an den Meßpunkten mit dem Tastkopf abgenommen wird, entfallen alle Fehler, die durch Kabel, Fehlanpassungen usw. auftreten können.
Zur Anpassung von Meßgeräten mit koaxialen Ein- oder Ausgängen an symmetrische Meßobjekte dienen die Symmetrie- und Anpassungsübertrager.
Soll an symmetrischen Systemen hochohmig gemessen werden, findet ein Entkopplungsübertrager Anwendung.
Für spezielle Messungen, wie Scheinwiderstand, Reflexions- und Unsymmetriedämpfung, stehen entsprechende Meßzusätze zur Verfügung.

Extrem kleine Pegelunterschiede macht ein Anzeigedehner ablesbar.
Schließlich ermöglicht ein Relaisumschalter Vergleichsmessungen zwischen dem Meßobjekt und einem Normal.

Anmerkungen zu den Technischen Daten:

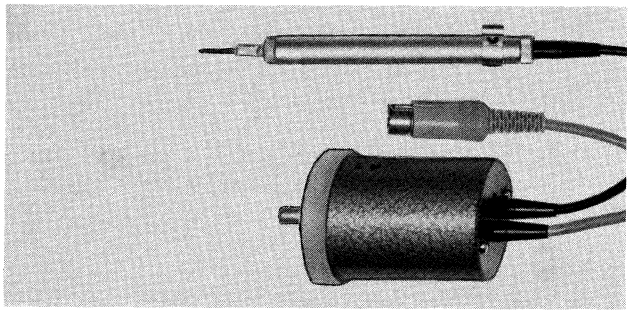
Alle wesentlichen Geräteeigenschaften sind durch garantierte Toleranz- und Grenzwertangaben und nicht durch typische Werte gekennzeichnet. Sie gelten nicht nur bei Auslieferung, sondern mindestens für die gesamte Garantiezeit.
Wenn nicht anders vermerkt, gelten die Werte für den zulässigen Bereich der Netzspannung und für den Gebrauchs-Nennbereich der Temperatur sofort nach dem Einschalten des Geräts.

Tastköpfe

TK-8
Aktiver Tastkopf für PM-5

Stromversorgung vom PM-5

Frequenzbereich 10 kHz bis 36 MHz
Eingangswiderstand 10 kΩ ‖ 7 pF



Technische Daten

Die Werte gelten für 20 °C Umgebungstemperatur

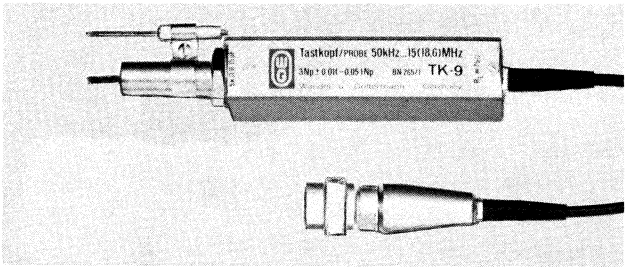
Frequenz	Frequenzbereich	10 kHz bis 36 MHz
Frequenzgang	Max. Frequenzgangfehler der Anzeige bezogen auf 100 kHz	
	von 10 kHz bis 15 MHz	0,3 dB
	über 15 MHz bis 36 MHz	0,6 dB
Eingang	Eingangswiderstand	10 kΩ ‖ 7 pF
	Max. Eingangspegel	+2 dB
	Max. zulässige Gleichspannung	50 V
Dämpfung	Eigendämpfung, einstellbar	2 dB
Zubehör	Standardzubehör	Prüfspitze und Massekabel mit Masseschelle
	Wahlzubehör	aufschraubbare Stecker 4/13, BNC oder 2,5/6

Bestellangaben

Tastkopf TK-8		BN 363		
Steckereinsätze	1,6/5,6 (V)	S 138	BNC (V)	S 142
	2,5/6 (V)	S 140		
	4/13 (V)	S 141	Versacon® 9	S 222

TK-9
Passiver Tastkopf

Frequenzbereich 50 kHz bis 18,6 MHz
Eingangswiderstand ca. 5 kΩ ‖ 17 pF



Technische Daten

Die Werte gelten für 20 °C Umgebungstemperatur

Frequenz	Frequenzbereich	50 kHz bis 18,6 MHz
Eingang	Eingangswiderstand	ca. 5 kΩ ‖ 17 pF
	Max. zulässige Wechselspannung	8 V
	Max. überlagerte Gleichspannung	42 V
Dämpfung	bei 75 Ω Last im Frequenzbereich 50 kHz bis 13 MHz	20 dB ± 0,10 dB
	13 MHz bis 15 MHz	20 dB $^{+\ 0,10\ dB}_{-\ 0,25\ dB}$
	15 MHz bis 18,6 MHz	20 dB $^{+\ 0,10\ dB}_{-\ 0,50\ dB}$
Allgemeine Daten	Zulässige Umgebungstemperatur	−10 bis +50 °C
	Anschluß . . .	Universalbuchse Versacon® 9 für alle gebräuchlichen Steckereinsätze oder Tastspitze und Erdschelle mit Tastspitze

Bestellangaben

Tastkopf TK-9	BN 265

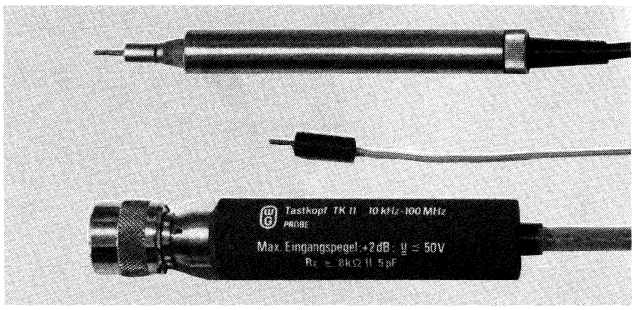
Tastköpfe

TK-11
Aktiver Tastkopf für PM-7, SPM-14 u. a.

Stromversorgung vom PM-7 oder SPM-14

Bei anderen Pegelmessern, z. B. PM-5
Stromversorgung vom Netzteil TKN-12

Frequenzbereich 10 kHz bis 100 MHz
Eingangswiderstand 12 kΩ ‖ 4 pF (bis 20 MHz)



Technische Daten

Frequenz	Frequenzbereich		10 kHz bis 100 MHz
Eingang	Eingangspegel	Max. zulässige Wechselspannung	1 V bzw. +2 dB
		Max. überlagerte Gleichspannung	50 V
	Eingangswiderstand	bis f = 20 MHz	≧ 12 kΩ ‖ 4 pF
		bis f = 100 MHz	≧ 2 kΩ ‖ 4 pF
Dämpfung	Dämpfung, bei Abschluß mit $R_i = R_a = 75\,\Omega$ bei 100 kHz und 20° C		10 dB ± 0,1 dB
	Dämpfungsänderung durch die Umgebungstemperatur im Gebrauchs-Nennbereich		≦ 0,05 dB
	Dämpfungsänderung im Frequenzbereich, bezogen auf 100 kHz		≦ 0,2 dB
	Eigenklirrdämpfung	für Eingangspegel ≦ 0 dB	a_{k2} ≧ 40 dB, a_{k3} ≧ 50 dB
		für Eingangspegel ≦ −20 dB	a_{k2} ≧ 60 dB, a_{k3} ≧ 70 dB
Allgemeine Daten	Stromversorgung	Betriebsspannung	−11 V bis −18 V
		Stromaufnahme	ca. 24 mA
	Temperatur	Nennbetriebsbereich	+10 bis +35 °C
		Grenzbetriebsbereich	0 bis +45 °C
		Lagerung und Transport	−25 bis +60 °C
	Anschluß, koaxial		Universalbuchse Versacon® 9
Zubehör	Standardzubehör		Tastspitze und Erdschelle mit Tastspitze
	Wahlzubehör		Übergang auf Universalbuchse Versacon® 9 sowie Übergangsstücke auf alle gebräuchlichen Buchsensysteme

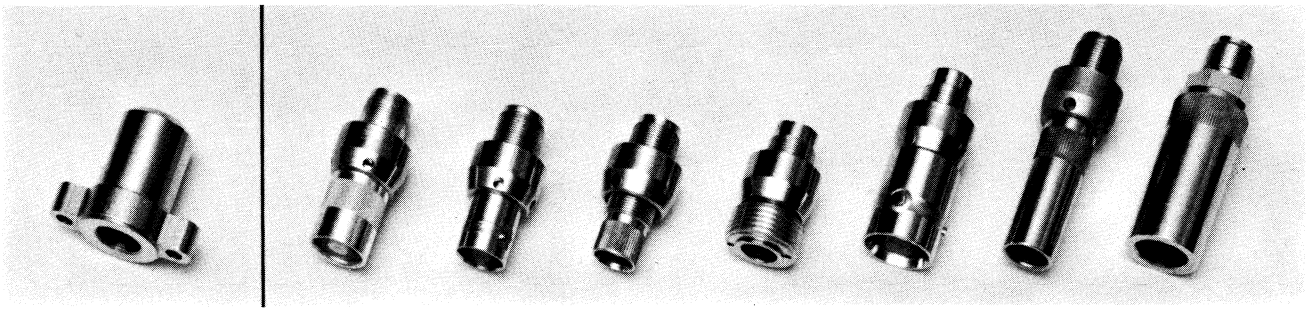
Bestellangaben

Tastkopf TK-11	BN 573

Buchsenübergänge

Die Tastköpfe können mit einer Tastspitze oder mit der Universalbuchse „Versacon® 9" geliefert werden.
Diese hat den Vorteil, daß ein schnelles Umrüsten auf eine der unten genannten Anschlußbuchsen ohne Lötarbeiten möglich ist. In die Universalbuchse wird mit dem Montageschlüssel (Bestellnummer W 1) der gewünschte Buchsenübergang eingeschraubt. Es sind folgende Buchsenübergänge erhältlich:

Versacon® 9 | Lemo | BNC | 1.6/5.6 | 2.5/6 | 1.6/10 | 558A | 470C Western Electric

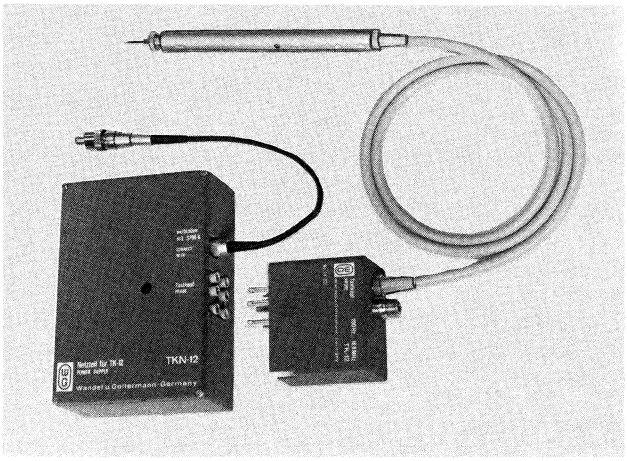


Tastköpfe

TK-12
Aktiver Tastkopf für PM-4, PM-8 mit TKN-12 auch für SPM-6, SPM-12, SPM-60

Stromversorgung:
bei PM-4 und PM-8 direkt vom Pegelmesser,
bei SPM-6, SPM-12 und SPM-60 vom Netzteil TKN-12

Frequenzbereich 200 Hz bis 18,6 MHz
Eingangswiderstand ca. 10 kΩ ‖ 15 pF



Vorläufige Technische Daten

Frequenz	Frequenzbereich	symmetrisch	200 Hz bis 2 MHz
		unsymmetrisch	200 Hz bis 18,6 MHz
Eingangspegel	Max. meßbarer Pegel		+2 dB
	Max. zulässige Wechselspannung U_{eff}		10 V
	Max. zulässige Gleichspannung		42 V
Verstärkung	einstellbar		1
Frequenzgang	Fehlergrenzen des Frequenzgangs bezogen auf 1 MHz		
	im Bereich 200 Hz bis 2 MHz		± 0,05 dB
	im Bereich 200 Hz bis 18,6 MHz		± 0,4 dB
Eingangswiderstand	symmetrisch	bei f = 10 kHz	ca. 1 MΩ ‖ 25 pF
	unsymmetrisch	bei f = 10 kHz	ca. 1 MΩ ‖ 15 pF
		bei f = 18,6 MHz	ca. 10 kΩ ‖ 15 pF
Dämpfung	Eigenklirrdämpfung, für k_2 und k_3		
	Eingangspegel 0 dB und f = 20 kHz		≧ 50 dB
	Eingangspegel 0 dB und f = 6 MHz		≧ 40 dB
	Gleichtaktdämpfung im Bereich 200 Hz bis 2 MHz		≧ 40 dB
	Unsymmetriedämpfung im Bereich 200 Hz bis 2 MHz		≧ 40 dB
Anschluß	koaxial		universelles Umrüstsystem Versacon® 9 mit Übergang auf alle gebräuchlichen Steckereinsätze oder Tastspitze mit Masseschelle
	Auf Wunsch lieferbar		symmetrischer TF-Stecker
Netzteil TKN-12	Netzspannung		110/117/128/220/227/238 V +10 %, −15 %
	Netzfrequenz		45 bis 65 Hz
	Leistungsaufnahme		ca. 7 VA
Allgemeine Daten	Zulässige Umgebungstemperatur		
	Nenngebrauchsbereich		−10 bis +55 °C
	Grenzbetriebsbereich		−10 bis +55 °C
	Grenzbereich für Lagerung und Transport		−40 bis +70 °C
	Abmessungen	Tastspitze in mm	14 ⌀ x 150
		Netzteil, (b x h x t) in mm	110 x 50 x 150
	Gewicht	Tastkopf	350 g
		Netzteil	850 g
Zubehör	Standardzubehör		1 koaxialer Stecker und Tastspitze mit Masseschelle
	Wahlzubehör		symmetrischer TF-Stecker

Bestellangaben

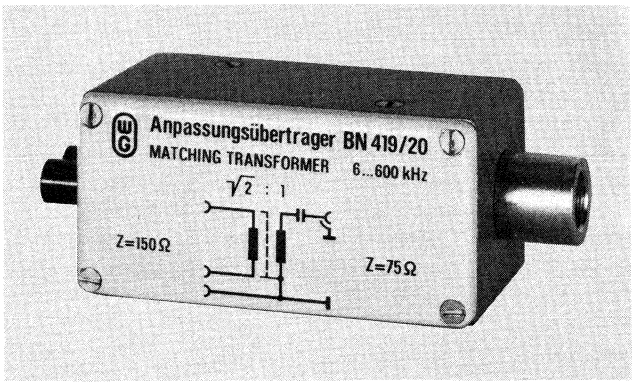
Tastkopf TK-12	BN 574
Netzteil TKN-12	BN 623
TF-Stecker	S 804

Übertrager

Anpassungsübertrager 150 Ω sym./75 Ω koax.

Für Messungen an symmetrischen 150-Ω-Systemen bei koaxialen Anschlüssen am Sender und Empfänger

Frequenzbereich 6 kHz bis 600 kHz



Technische Daten

Frequenz	Frequenzbereich	6 kHz bis 600 kHz
Dämpfung	Betriebsdämpfung	≦ 0,2 dB
	Reflexionsdämpfung am 150-Ω-Eingang	≧ 26 dB
Eingang	Max. zulässige Wechselspannung am 150-Ω-Eingang (Gleichspannung unzulässig)	≦ 3,5 V
Anschluß	150-Ω-Anschluß	3polige TF-Buchse
	75-Ω-Anschluß	Universalbuchse Versacon® 9

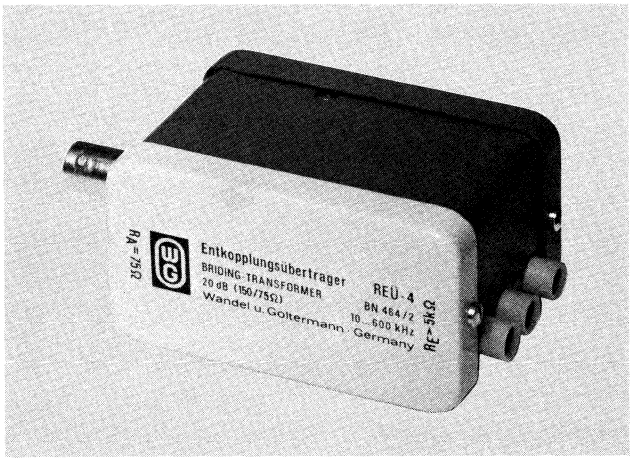
Bestellangaben

Anpassungsübertrager 150 Ω sym./75 Ω koax.	BN 419/20

REÜ-4
Entkopplungsübertrager 150 Ω sym./75 Ω koax.

Für hochohmige Messungen an symmetrischen 150-Ω-Systemen bei koaxialem 75-Ω-Eingang am Empfänger

Frequenzbereich 10 kHz bis 600 kHz



Technische Daten

Frequenz	Frequenzbereich	10 kHz bis 600 kHz
Frequenzgang	Fehlergrenzen	± 0,1 dB
Eingang	Eingangswiderstand	≧ 5 kΩ
Dämpfung	Dämpfung des Leistungspegels bei Anschluß an symmetrische 150-Ω-Systeme und Abschluß mit Z = 75 Ω	20 dB
Anschluß	Eingangsbuchse	3 Lötstifte oder 3polige TF-Buchse
	Ausgangsbuchse	Universalbuchse Versacon® 9

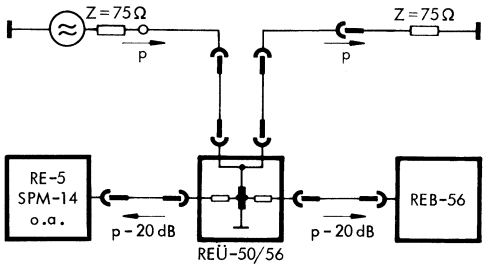
Bestellangaben

Entkopplungsübertrager REÜ-4	3 Lötstifte	BN 464/1
	3polige TF-Buchse	BN 464/2

Übertrager

REÜ/50/REÜ-56
Entkopplungsübertrager

Zum gleichzeitigen Anschluß eines Breitbandpegelmessers (z. B. REB-56) und eines selektiven Empfängers (z. B. RE-5, SPM-14 o. a.) an einen Systempunkt sind die Entkopplungsübertrager REÜ-50 und REÜ-56 vorgesehen. Beide sind transformatorische Teiler mit einem Durchschleif-Eingang und zwei voneinander und vom Eingang entkoppelten Ausgängen, deren Pegel um 20 dB unter dem Eingangspegel liegen. Dadurch verschiebt sich der Pegelbereich des Breitbandpegelmessers um 20 dB. Der REÜ-50 arbeitet in einem Frequenzbereich von 50 kHz bis 14 MHz und der REÜ-56 von 300 kHz bis 60 MHz.
Die beiden Übertrager eignen sich auch wegen ihres Durchschleif-Eingangs zum Einrichten von entkoppelten Meßpunkten an im Betrieb befindlichen Systemen.



Anwendungsbeispiel der Entkopplungsübertrager REÜ-50 und REÜ-56

Technische Daten

Frequenz
Frequenzbereich REÜ-56 . . . . . 300 kHz bis 60 MHz
REÜ-50 . . . . . 50 kHz bis 14 MHz

Eingang
Durchschleifen des Nutzsignals, Wellenwiderstand . . . . . 75 Ω

Ausgänge
Abzweigen des Meßsignals auf 2 Meßbuchsen, Innenwiderstand . . . . . 75 Ω

Dämpfung
Dämpfung bei 75-Ω-Abschluß . . . . . 20 dB
Einfügungsdämpfung der Schleife (beide Meßbuchsen mit 75 Ω belastet) REÜ-50 . . . . . 0,25 ± 0,1 dB
REÜ-56 . . . . . 0,25 $^{+0,4}_{-0,1}$ dB

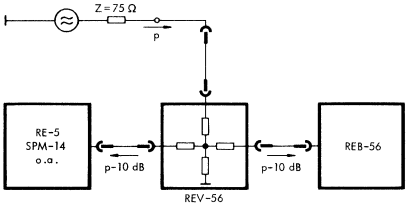
Reflexion
Reflexionsdämpfung der Schleife (beide Meßbuchsen mit 75 Ω belastet) REÜ-50 . . . . . 26 dB
REÜ-56 . . . . . 20 dB

Bestellangaben

Entkopplungsübertrager	REÜ-56	BN 839/00.01
	REÜ-50	BN 839/00.02

REV-56
2-Wege-Verteiler

Die Möglichkeit, an einem Systemmeßpunkt zwei Meßgeräte mit 75-Ω-Eingängen anzuschließen, bietet der 2-Wege-Verteiler REV-56. Er besteht ausschließlich aus ohmschen Bauelementen und ist daher sehr breitbandig anwendbar. Zwischen seinen 3 Anschlüssen liegt eine Dämpfung von jeweils 10 dB.



Anschluß über den 2-Wege-Verteiler REV-56

Technische Daten

Eingang
Eingangswiderstand . . . . . 75 Ω

Ausgänge
Signalverzweigung auf 2 Meßbuchsen, Innenwiderstand . . . . . 75 Ω

Dämpfung
Dämpfung bei 75-Ω-Abschluß . . . . . 10 dB
Fehlergrenzen der Dämpfung
im Bereich 6 kHz bis 100 MHz . . . . . ± 0,2 dB
100 MHz bis 200 MHz (ab Serie B) . . . . . ca. ± 0,3 dB

Reflexion
Reflexionsdämpfung
im Bereich 6 kHz bis 100 MHz . . . . . ≧ 30 dB
100 MHz bis 200 MHz (ab Serie B) . . . . . ≧ 25 dB

Bestellangaben

2-Wege-Verteiler REV-56	BN 839/00.03

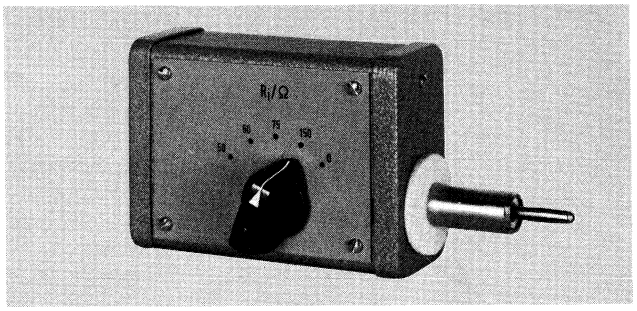
Übertrager

SÜ-7031
Symmetrieübertrager mit umschaltbaren Innenwiderständen

Zur Anpassung von Sender und Empfänger
an symmetrische Meßobjekte mit Innenwiderständen
von 50 Ω, 60 Ω, 75 Ω und 150 Ω.

SÜ-7031/150 für Meßobjekte mit R_i = 150 Ω.

Frequenzbereich 10 kHz bis 600 kHz



Technische Daten

SÜ-7031

Frequenz	Frequenzbereich	10 kHz bis 600 kHz
Dämpfung	Unsymmetriedämpfung	≧ 43 dB
Innenwiderstände	umschaltbar, symmetrisch	150, 75, 60, 50, ≈ 0 Ω

SÜ-7031/150

Frequenz	Frequenzbereich	10 kHz bis 600 kHz
Frequenzgang	Fehlergrenzen des Frequenzgangs bezogen auf 20 kHz	± 0,1 dB
Dämpfung	Max. Dämpfung bei 20 kHz	± 0,1 dB
	Unsymmetriedämpfung	> 40 dB
Innenwiderstand	der Ausgangsseite bei Anschluß an einen Sender mit R_i = 75 Ω	150 Ω
Anschlüsse	Eingang, koaxial	4/13-Stecker
	Ausgang, symmetrisch	3polige TF-Buchse

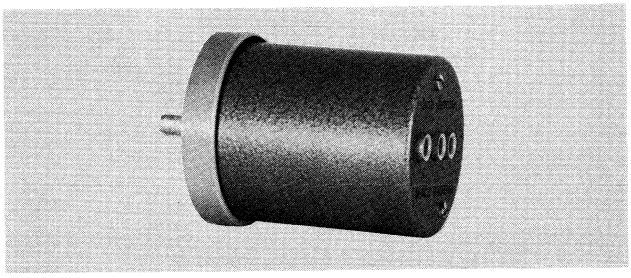
Bestellangaben

Symmetrieübertrager	SÜ-7031	BN 84/6
	SÜ-7031/150	BN 7031

SÜ-7054
Symmetrieübertrager 150 Ω sym.

Zur Anpassung von Sender und Empfänger
mit koaxialem 75-Ω-Eingang an symmetrische Meßobjekte
mit 150-Ω-Innenwiderstand.

Frequenzbereich 30 kHz bis 30 MHz



Technische Daten

Frequenz	Frequenzbereich	30 kHz bis 30 MHz
Frequenzgang	Max. Welligkeit im gesamten Frequenzbereich	1 dB
Innenwiderstand	auf der Prüflingsseite	150 Ω symmetrisch
	Meßgeräteseite	75 Ω koaxial
Dämpfung	Grunddämpfung (Betriebsdämpfung)	0,2 dB
	Unsymmetriedämpfung bei 1 MHz	≧ 40 dB
Anschlüsse	auf der Prüflingsseite	3polige TF-Buchse
	Meßgeräteseite	2,5/6-Stecker

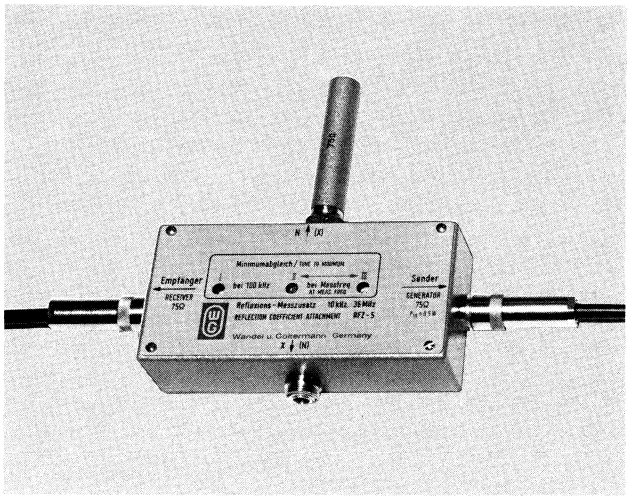
Bestellangaben

Symmetrieübertrager SÜ-7054	BN 7054

Meßzusätze

Reflexionsmeßzusatz RFZ-5

Frequenzbereich 10 kHz bis 36 MHz



Mit dem Reflexionsmeßzusatz RFZ-5 läßt sich im Frequenzbereich 10 kHz bis 36 MHz die Reflexionsdämpfung von koaxialen Prüflingen messen bzw. wobbeln. Für die gängigsten Z-Werte stehen Bezugsnormale zur Verfügung.
Der Reflexionsmeßzusatz arbeitet nach dem Prinzip der Wheatstone'schen Meßbrücke. Die Brücke ist für tiefe Frequenzen ohmisch und für hohe zusätzlich kapazitiv symmetrierbar.
Der Abgleich der Eigenreflexionsdämpfung der Meßbrücke kann mit den beiden Normalwiderständen durchgeführt werden, die zum Lieferumfang gehören. Dabei wird das eine Widerstandsnormal in die Buchse „X" gesteckt, das andere auf den Stecker „N". Für Messungen bei festen Frequenzen geschieht der Abgleich auf Anzeigeminimum am Empfänger. Im Wobbelbetrieb empfiehlt es sich, diesen Dämpfungsabgleich am RFZ-5 anhand der auf dem Bildschirm des Sichtgeräts dargestellten Kurve durchzuführen.
Die Verbindungsleitungen zum Meßplatz sind auf 75 Ω angepaßt, so daß der RFZ-5 über Kabel anschließbar ist und direkt an den Prüfling herangerückt werden kann. Schwer zugängliche Meßobjekte können auch über eines der beiden Meßkabel angeschlossen werden. In diesem Fall ist der Normalwiderstand über das andere Meßkabel mit dem RFZ-5 zu verbinden (2 Meßkabel, 25 cm lang, gehören zum Lieferumfang).
Der Reflexionsmeßzusatz wird zusammen mit dem Standardzubehör in einem kleinen handlichen Transportkoffer geliefert.

Technische Daten

Widerstände	Z-Werte	50, 60, 65, 75, 135 und 150 Ω
Frequenzbereich	bei Z = 50, 60, 65, 75 Ω	10 kHz bis 36 MHz
	bei Z = 135 und 150 Ω	10 kHz bis 5 MHz
Max. Meßfehler	des Reflexionsfaktors r bei Z = 75 Ω	
	von 10 kHz bis 5 MHz	± 0,01 r ± 0,0015
	über 5 MHz bis 15 MHz	± 0,03 r ± 0,003
	über 15 MHz bis 36 MHz	± 0,05 r ± 0,005
Innenwiderstand	Eingangs- und Ausgangswiderstand der Brücke	75 Ω
Dämpfung	bei r = 1	47 dB
Allgemeine Daten	Abmessungen (b x h x t) in mm	140 x 40 x 90
	Gewicht	310 g
Zubehör	Standardzubehör	1 Transportkoffer
		2 Kabel Z = 75 Ω (Sender- bzw. Empfängerleitung)
		1 Abschlußwiderstand R_N, 75 Ω (V)
		1 Abschlußwiderstand R_N, 75 Ω (M)
		2 Meßkabel 25 cm lang Z = 75 Ω
		1 Reflexionsnormal R_E, 75 Ω (M)
	Wahlzubehör	50-/60-/65-/135- und 150-Ω-Ausführung (näheres auf Anfrage)
		je 2 Adapter (Sender- bzw. Empfängerleitung) für 4/13 und BNC
		je 1 Adapter für R_X mit 4/13 (V), 4/13 (M), BNC (V) und BNC (M)

Bestellangaben

Reflexionsmeßzusatz RFZ-5	BN 394

Bedeutung der Abkürzungen: (V) = Stiftanschluß; (M) = Buchsenanschluß

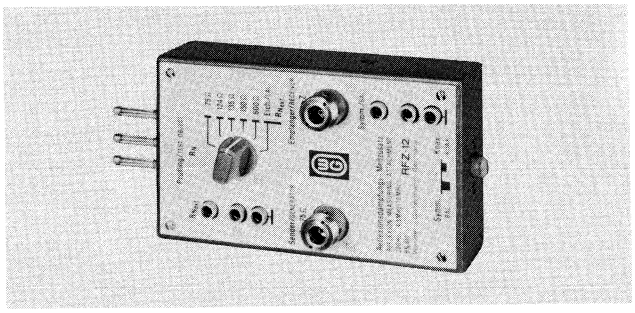
Meßzusätze

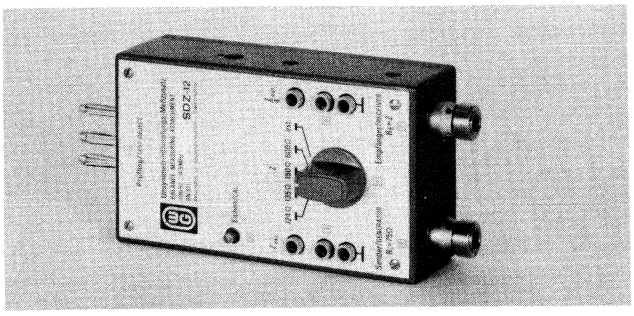
Reflexionsdämpfungsmeßzusatz RFZ-12
Unsymmetriedämpfungsmeßzusatz SDZ-12

Frequenzbereich 200 Hz bis 4,5 MHz

In Verbindung mit den Pegelmeßplätzen PS-12/SPM-12, PS-6/SPM-6 und PS-60 (PSS-60)/SPM-60 läßt sich mit dem RFZ-12 die Reflexionsdämpfung an symmetrischen und unsymmetrischen Meßobjekten bis 4,5 MHz einfach und genau ermitteln, mit dem Pegelmeßplatz PSM-8 bis 2 MHz. Das Gerät SDZ-12 eignet sich für die Messung der Betriebs-Unsymmetriedämpfung von Sendern und Empfängern nach CCITT-Empfehlung O.121.

Die Messungen sind im Bereich 200 Hz bis 4,5 MHz (2 MHz) sowohl breitbandig als auch selektiv möglich. Bei Verwendung des Meßplatzes PSM-8 mit dem Sichtgerät SG-2 bzw. SG-3 lassen sich Reflexionsdämpfungsmessungen im Wobbelbetrieb besonders bequem und zeitsparend durchführen. Die Meßzusätze bestehen aus einer Meßbrücke und eingebauten, umschaltbaren Normalwiderständen (RFZ-12) bzw. Abschlußwiderstände (SDZ-12). Dadurch wird eine hohe Meßgenauigkeit und einfache Handhabung erreicht. Je eine zusätzliche Buchse ermöglicht den Anschluß externer Normalwiderstände (beim RFZ-12) bzw. Abschluß- und Z/4-Widerstände (beim SDZ-12). So kann auch bei Impedanzen gemessen werden, die von den üblichen Wellenwiderständen abweichen.





Technische Daten

RFZ-12	Frequenzbereich	200 Hz bis 4,5 MHz
Normalwiderstände	eingebaut, umschaltbar auf symmetrisch	124, 135, 150, 600 Ω
	unsymmetrisch	75, 124, 135, 150, 600 Ω
Dämpfung	bei r = 1 für symmetrisches Meßobjekt	40 dB
	für unsymmetrisches Meßobjekt	46 dB
Max. Meßfehler des Reflexionsfaktors r	im symmetrischen Betrieb	
	von 200 Hz bis 620 kHz für Z = 124 Ω bis 150 Ω	± 0,001 ± 0,1 r
	von 200 Hz bis 2 MHz 124 Ω bis 150 Ω	± 0,003 ± 0,1 r
	von 200 Hz bis 4,5 MHz 124 Ω	± 0,005 ± 0,2 r
	von 200 Hz bis 620 kHz 600 Ω	± 0,003 ± 0,1 r
	im unsymmetrischen Betrieb	
	von 200 Hz bis 620 kHz für Z = 75 Ω bis 150 Ω	± 0,001 ± 0,1 r
	von 200 Hz bis 2 MHz 75 Ω bis 150 Ω	± 0,002 ± 0,1 r
	von 200 Hz bis 4,5 MHz 75 Ω bis 150 Ω	± 0,003 ± 0,1 r
	von 200 Hz bis 620 kHz 600 Ω	± 0,003 ± 0,15 r
Allgemeine Daten	Abmessungen in mm (b x h x t) ohne Stecker	75 x 56 x 133

SDZ-12	Frequenzbereich	200 Hz bis 4,5 MHz
Abschluß- und Z/4-Widerstände	eingebaut, umschaltbar auf	124, 135, 150, 600 Ω
Eigen-Unsymmetrie der Brücke	von 200 Hz bis 620 kHz für Z = 124 Ω bis 150 Ω	≧ 60 dB
	von 200 Hz bis 2 MHz 124 Ω bis 150 Ω	≧ 54 dB
	von 200 Hz bis 4,5 MHz 124 Ω bis 150 Ω	≧ 50 dB
	von 200 Hz bis 120 kHz 600 Ω	≧ 60 dB
Allgemeine Daten	Abmessungen in mm (b x h x t) ohne Stecker	75 x 62 x 125

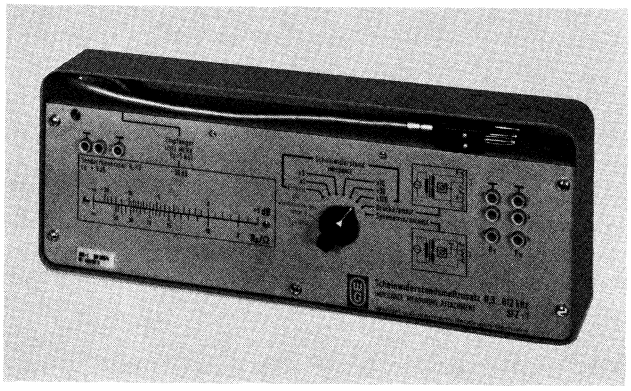
Bestellangaben

Reflexionsdämpfungsmeßzusatz RFZ-12	BN 810/01.00
Unsymmetriedämpfungsmeßzusatz SDZ-12	BN 811/01.00

Meßzusätze

Scheinwiderstandsmeßzusatz SFZ-1

Frequenzbereich 300 Hz bis 612 kHz



Der Scheinwiderstands- und Fehlerdämpfungsmeßzusatz SFZ-1 ist ein Zusatzgerät für die Pegelmesser SPM-3, SPM-9, TFH-2, PMO-8 und andere Pegelmesser mit hochohmigem symmetrischem Eingangswiderstand. Der Meßzusatz ermöglicht Messungen des Scheinwiderstandsbetrags im Bereich von 10 Ω bis 5 kΩ, die Ermittlung komplexer Widerstände unter Verwendung externer Normalwiderstände und -kapazitäten sowie Fehler- und Symmetriedämpfungsmessungen. Diese Messungen lassen sich an passiven Schaltungen im Frequenzbereich von 0,3 bis 612 kHz durchführen. Es kann breitbandig oder selektiv gemessen werden. Ein Abgleich auf den verwendeten Pegelmesser ist nicht erforderlich. Zur Speisung des Meßzusatzes mit einem Sendepegel von ca. +9 dB eignet sich beispielsweise der Pegelsender PS-3.
Der SFZ-1 ist in einem kleinen Gehäuse (siehe Abbildung) oder in einem speziellen, zu den Pegelmessern SPM-3, SPM-9 und TFH-2 passenden Gerätedeckel untergebracht. Auf der Frontplatte dieses Meßzusatzes befindet sich eine Umrechnungstabelle zur Übertragung der am Pegelmesserinstrument angezeigten dB-Werte in die entsprechenden Widerstandswerte.
Zur Messung von Scheinwiderstandsbeträgen liegt der Prüfling in Reihe zu einem Vergleichswiderstand, der sehr klein gegenüber dem zu messenden Widerstand ist. An dieser Reihenschaltung liegt ein fest vorgegebener Sendepegel, so daß der Spannungsabfall am Vergleichswiderstand ein direktes Maß für den Scheinwiderstandsbetrag des Prüflings darstellt.
Mit dem SFZ-1 lassen sich in Brückenschaltung auch Symmetrie- und Fehlerdämpfung messen. In diesem Fall ist der Dämpfungswert in dB direkt am Pegelmesserinstrument ablesbar. Die gemessene Fehlerdämpfung entspricht dem Logarithmus des reziproken Reflexionsfaktors.
Durch externen Anschluß veränderbarer Widerstands- und Kapazitätsnormalien können in der Meßart »Brücke« überdies verschiedene Messungen komplexer Widerstände durchgeführt werden. Dabei kann der unbekannte Widerstand mit einer kapazitiven oder mit einer induktiven Komponente behaftet sein.

Technische Daten

Die Daten gelten bei Betrieb mit den Pegelmessern SPM-3, TFH-2, SPM-9 und PMO-8 für 20 °C Umgebungstemperatur

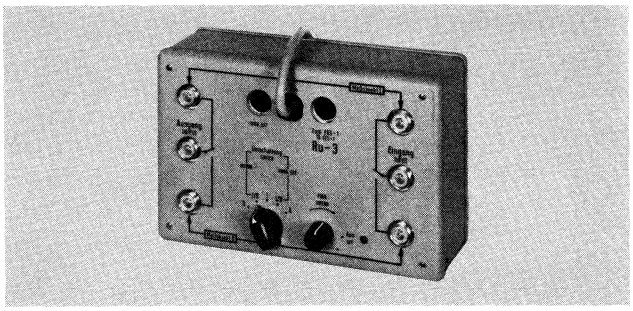
Frequenz	Frequenzbereich	300 Hz bis 612 kHz
	Erforderlicher Sendepegel bei $R_i \approx 0$	ca. +9 dB
Scheinwiderstands-Betragsmessung	Meßbereich für Instrumenten-Vollausschlag	10 Ω bis 1 kΩ
	Größter meßbarer Betrag	5 kΩ
	Max. Meßfehler bei $\varphi \leqq 30°$	
	30 Ω bis 1 kΩ	± 5 % ± 1,5 % v.E.
	10 Ω bis 30 Ω und 1 kΩ bis 5 kΩ	± 10 % ± 1,5 % v.E.
Meßart »Brücke«	Meßbereich	150 Ω bis 600 Ω
	Eigensymmetrie der Brücke bei $R_X = R_N = 150\ \Omega$	≧ 60 dB
Meßart »Symmetrie«	Meßbereich	0 bis 50 dB
	Eigensymmetrie der Brücke	≧ 60 dB
Allgemeine Daten	Abmessungen in mm (b x h x t)	
	SFZ-1 in Gerätedeckel, passend zu SPM-3, TFH-2, SPM-9	342 x 267 x 80
	SFZ-1 in kleinem Gehäuse	315 x 120 x 65
	Gewicht, SFZ-1 in Gerätedeckel	1,7 kg
	SFZ-1 in kleinem Gehäuse	1,3 kg
	FTZ-K-Nummer	272 918 180

Bestellangaben

Scheinwiderstandsmeßzusatz SFZ-1,	in Gerätedeckel	BN 385/0
	in kleinem Gehäuse	BN 385/4

Umschalter, Anpassungen

Relaisumschalter RU-3



Frequenzbereich 0 bis 36 MHz

Der Relaisumschalter RU-3 erlaubt Vergleichsmessungen zwischen dem Prüfling und einem Normal. Die Umschaltung zwischen den beiden Meßkanälen kann von Hand oder durch einen internen Taktgeber erfolgen. Beim Wobbelbetrieb ist die Möglichkeit der synchronisierten Umschaltung während des Sägezahnrücklaufs von Vorteil.

Technische Daten

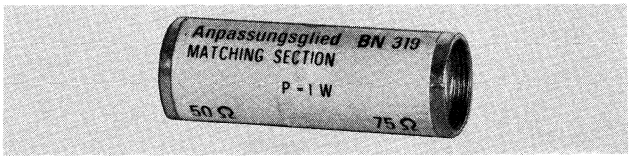
Frequenz	Frequenzbereich	0 bis 36 MHz
Impedanz	(Buchsen 2,5/6)	75 Ω
Reflexionsfaktor	Max. Reflexionsfaktor der Ein- und Ausgänge	
	von 0 bis 15 MHz	± 0,015
	über 15 MHz bis 36 MHz	± 0,03
Dämpfung	Einfügungsdämpfung	≦ 0,05 dB
	Koppeldämpfung zwischen den beiden Kanälen	≧ 95 dB
Betriebsarten	Umschaltfrequenz, intern getriggert, stetig einstellbar	1 Hz bis 30 Hz
	extern getriggert	0 bis 30 Hz
Kontaktbelastung	Max. Schaltleistung	7 W
	Max. schaltbarer Strom	0,25 A
	Max. schaltbare Spannung	30 V
Stromversorgung	Netzanschluß (45 bis 65 Hz)	110/120/220/240 V ± 10 %
	Leistungsaufnahme	ca. 5 VA
Allgemeine Daten	Abmessungen in mm (b x h x t)	190 x 100 x 125
	Gewicht	2,7 kg

Bestellangaben

Relaisumschalter RU-3	BN 323

Anpassungsglied 75 Ω/50 Ω

Frequenzbereich 0 bis 100 MHz



Technische Daten

Die Daten gelten für das Anpassungsglied ohne Übergangsstücke für die Umgebungstemperatur 23 °C ± 5 °C.

Impedanz	Widerstände	75 Ω/50 Ω
Frequenz	Frequenzbereich	0 bis 100 MHz
Dämpfung	Betriebsdämpfung	6 dB
	Fehlergrenzen der Dämpfung	± 0,1 dB
Reflexion	Reflexionsfaktor	≦ 0,01
Belastung	Belastbarkeit	≦ 1 W
Temperatur	Max. zul. Umgebungstemperatur bei Nennlast	0 bis +45 °C
	Lagertemperatur	−55 °C bis +60 °C
Buchsenübergänge	75-Ω-Seite	2,5/6 (M); 1,6/10 (V/M); BNC (V/M); N-Connector (V/M)
	50-Ω-Seite	BNC (V/M); N-Connector (V/M)

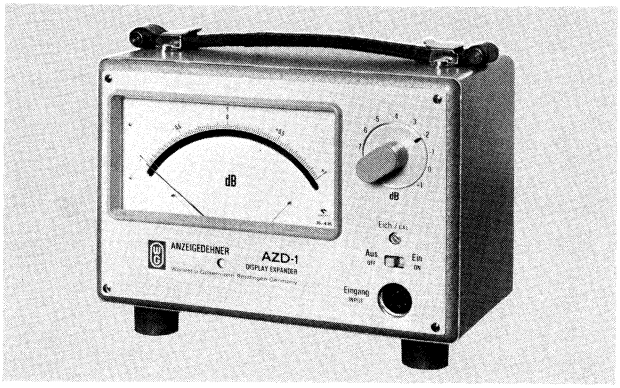
Bestellangaben

Anpassungsglied 75 Ω/50 Ω	BN 319

Bedeutung der Abkürzungen: (V) = Stiftanschluß; (M) = Buchsenanschluß

Anzeigedehner, Mantelstromdrossel

Anzeigedehner AZD-1



Der Anzeigedehner AZD-1 gestattet als Zusatzgerät zu den Pegelmessern PM-5 und PM-8 die Messung von extrem kleinen Pegelunterschieden bis zu 0,01 dB. Hierbei werden Teilbereiche der Instrumentenskala der Pegelmesser auf eine Skalenlänge von etwa 100 mm gedehnt.
Das mit einer Spiegelskala ausgerüstete Instrument besitzt einen Anzeigebereich von ± 1 dB. Der gesamte schaltbare Meßbereich des Dämpfungsschalters am AZD-1 erstreckt sich von −10 dB bis +2 dB.
Der AZD-1 wird über ein 5poliges Kabel an den PM-5 bzw. PM-8 angeschlossen. Damit ist der Anzeigedehner betriebsbereit, da er sowohl die Versorgungsspannung als auch die Meßspannung über dieses Kabel bezieht.

Technische Daten

Die Daten gelten nach 15 min Betriebszeit und für 20 °C Umgebungstemperatur

Pegelanzeige	Skalenbereich des Anzeigeinstruments	−1 dB bis +1 dB
	Skalenteilung	Skalenmarken zu 0,02 dB und 0,1 dB
	Meßbereich des Anzeigedehners (Instrumentenanzeige am Pegelmesser)	−10 dB bis +2 dB
	Fehler der Skalenteilung	± 4 % des angezeigten Werts ± 0,01 dB
	Anzeigefehlergrenzen des AZD-1 in seinem Skalenbereich −10 dB bis +2 dB	± 0,25 dB
Eingangswerte	Eingangsspannungsbedarf des Anzeigedehners bei 0-dB-Anzeige am speisenden Pegelmesser	+4,7 V
	Störstrom am Eingang	300 nA
	Differentieller Eingangswiderstand	30 MΩ
Allgemeine Daten	Betriebsspannung	+18 V
	Stromaufnahme	10 mA
	Abmessungen in mm (b x h x t)	195 x 160 x 140
	Gewicht	2 kg

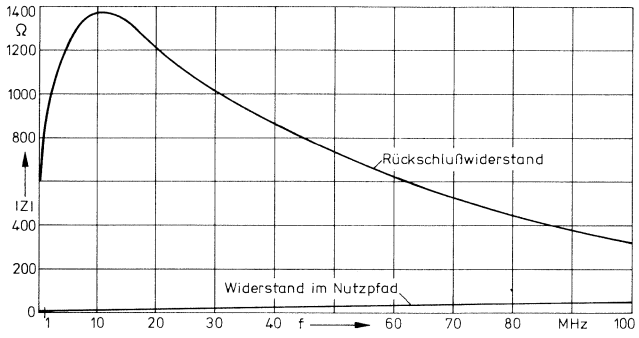
Bestellangaben

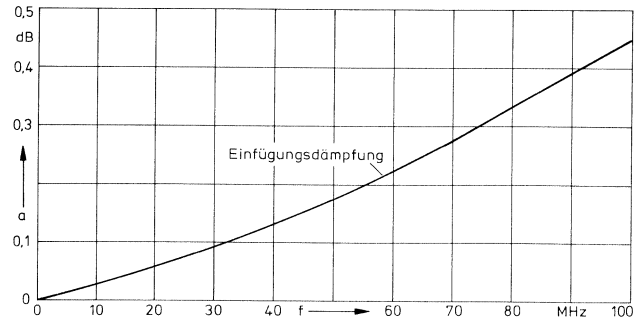
Anzeigedehner AZD-1	BN 364

Mantelstromdrossel MSD-1

Bei der Messung großer Dämpfungen können Erdschleifen die Meßgenauigkeit beeinflussen und die meßbare Dämpfung herabsetzen.
Die Mantelstromdrossel MSD-1 reduziert in solchen Fällen den Meßfehler, da sie den Rückschlußwiderstand (Kopplungs- oder Trennwiderstand) erhöht.
So können zum Beispiel bei der Zusammenstellung von Meßplätzen aus mehreren Einzelgeräten über die Verbindungskabel unerwünschte, niederohmige Masseverbindungen entstehen, wenn Sender und Empfänger von einem gemeinsamen Oszillator gesteuert werden. Wird hier die Mantelstromdrossel in den unerwünschten Masseweg eingeschaltet, so ergibt sich für die Erdschleife eine hochohmige, für das Nutzsignal aber eine niederohmige Verbindung.
Die nebenstehenden Diagramme zeigen den typischen Verlauf des Rückschlußwiderstandes und der Einführungsdämpfung der Mantelstromdrossel MSD-1.
Da die Mantelstromdrossel mit Anschlußgewinden für das Steckersystem Versacon® 9 versehen ist, kann sie leicht auf die verschiedenen Anschlußbuchsen umgerüstet werden.

Bestellangaben: Mantelstromdrossel MSD-1 BN 690/00.01





Kabel, Stecker

Verbindungskabel, Kabelstecker und Übergangsstücke



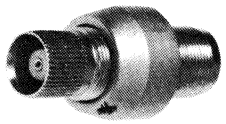
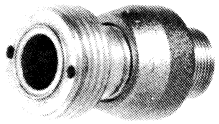
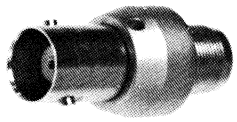
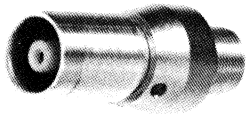
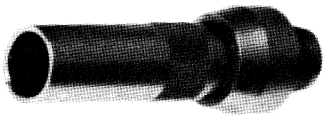
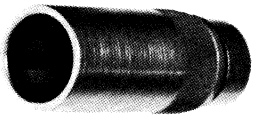
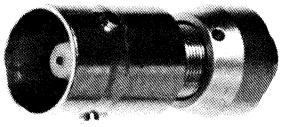
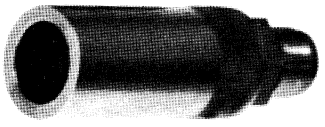
Verbindungskabel, Kabelstecker und Übergangsstücke gehören zum unentbehrlichen Zubehör elektronischer Meßgeräte. Neben den Meßgeräten selbst kann von uns auch dieses Zubehör geliefert werden. Allerdings beschränken wir uns mit unserem Angebot auf gängige Buchsen- und Steckersysteme der Nachrichten- und allgemeinen Meßtechnik.
Zudem bietet unser universelles 75-Ω-Umrüstsystem Versacon® 9 dem Anwender unserer Meßgeräte die Möglichkeit des raschen Umrüstens auf ein von ihm gewünschtes koaxiales Anschlußsystem. In die bei allen Meßgeräte-Neuentwicklungen eingebaute 75-Ω-Universalbuchse ist dazu mit Hilfe eines Montageschlüssels nur das entsprechende Übergangsstück einzuschrauben.

In einer Tabelle sind Verbindungskabel – nach Anschlußelementen, Wellenwiderstand und Kabellängen geordnet – aufgeführt. Kabelstecker, die sich für den Anschluß an die Meßgeräte unseres Lieferprogramms eignen, können zum Anfertigen von Spezialleitungen auch einzeln bestellt werden.

Weiterhin ermöglichen wir durch eine Auswahl von Übergangsstücken anderer Buchsensysteme die Verwendung bereits vorhandener Verbindungskabel.

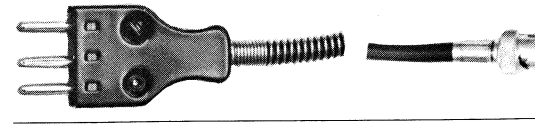
Bei Bestellung von Kabeln, Kabelsteckern und Übergangsstücken sind die in den Tabellen aufgeführten Bestellnummern anzugeben.

Universelles 75 - Ω - Umrüstsystem Versacon® 9

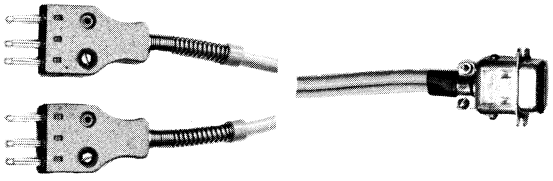
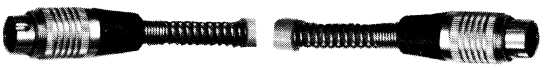
	Übergangsstück von auf	Wellenwiderstand	Bestell-nummer
	Versacon® 9 – 1,6/5,6 (M)	75 Ω	S 224
	Versacon® 9 – 2,5/6 (M)	75 Ω	S 225
	Versacon® 9 – BNC (M)	75 Ω	S 226
	Versacon® 9 – LEMO (M)	75 Ω	S 227
	Versacon® 9 – Western Electric 558 A (M)	75 Ω	S 228
	Versacon® 9 – 4/13 (M)	75 Ω	S 229
	Versacon® 9 – 1,6/10 (M)	75 Ω	S 231
	Versacon® 9 – Western Electric 470 C (M)	75 Ω	S 336
	Versacon® 9 – GPO Nr. 1 (M)	75 Ω	S 378
	Zubehör : Montageschlüssel		W 1

In den Tabellen bedeuten die Abkürzungen : (V) = Stiftanschluß ; (M) = Buchsenanschluß

Verbindungskabel

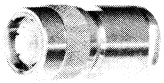
Anschluß (a) (b)	Bezeichnung der Anschlüsse	Wellen-widerstand	Kabellänge (mm)	Bestell-nummer
	Koaxiale HF-Stecker BNC (Mil Crimp)	50 Ω	250 500 1000 2000	K 74 K 75 K 76 K 77
	Koaxiale HF-Stecker BNC (Mil Crimp)	75 Ω	250 500 750 1000 2000	K 78 K 79 K 80 K 81 K 93
	Koaxiale HF-Stecker 4/13	75 Ω	300 500 750 1000 1500 2000	K 1 K 2 K 3 K 4 K 5 K 6
	Koaxialer HF-Stecker 2,5/6 (a) Koaxialer HF-Stecker 4/13 (b)	75 Ω	1500	K 106
	Koaxiale HF-Stecker 2,5/6	75 Ω	300 500 750 1000 1500 2000 3000	K 62 K 63 K 64 K 65 K 66 K 67 K 68
	Koaxialer HF-Stecker 2,5/6 (b)	75 Ω	500 1000 2000	K 89 K 90 K 69
	Koaxiale HF-Stecker 1,6/5,6	75 Ω	250 500 1000 1500 2000	K 128 K 124 K 125 K 126 K 127
	Koaxialer HF-Stecker 1,6/5,6 (b)	75 Ω	1000	K 114
	Kabelstecker 1,6/10 (Spinner)	75 Ω	500 1000 1500 2000	K 129 K 130 K 131 K 133
	TF-Stecker (a) BNC-Stecker (b)	75 Ω	1000	K 164
	Koaxialer Stecker Versacon® 9	75 Ω	500 1000 1500 2000	K 158 K 159 K 170 K 195

Fortsetzung: Verbindungskabel

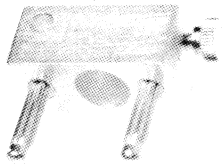
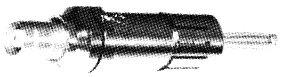
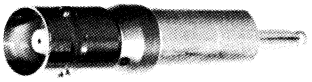
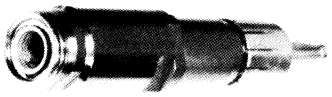
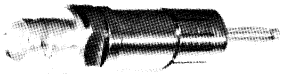
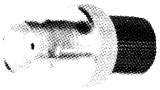
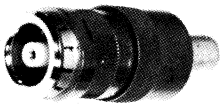
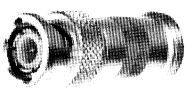
Anschluß (a) (b)	Bezeichnung der Anschlüsse	Wellen-widerstand	Kabellänge (mm)	Bestell-nummer
	Symmetrische TF-Leitungsstecker	–	250 500 750 1000 1500 2000	K 9 K 10 K 11 K 12 K 13 K 14
	3 Bananenstecker (a) Symmetrischer TF-Leitungsstecker (b)	–	1000 2000	K 70 K 71
	2 TF-Leitungs-stecker (a) 14polige Stecker-leiste (b)	–	1000	K 174
	50polige Stecker-leisten	–	500 1000 1500 2000 2500 3000	K 179 K 172 K 173 K 185 K 188 K 186
	50polige Stecker-leisten	–	750	K 176
	12polige NF-Stecker	–	1200	K 144
	Verriegelbare 5polige NF-Stecker (Tuchel T 3360/1)	–	300 1000 1500	K 218 K 94 K 134
	5poliger NF-Stecker (b)	–	1000	K 167
	5polige NF-Stecker (Hirschmann Mas 50)	–	250 500 750 1000 1500 2000	K 37 K 38 K 39 K 40 K 41 K 22
	3polige NF-Stecker (Hirschmann Mas 30)	–	250 500 750 1000 1500 2000	K 56 K 57 K 58 K 59 K 60 K 61
	2 Büschelstecker (Hirschmann)	–	1200	K 184

Falls andere Kabellängen benötigt werden, erbitten wir Ihre Anfrage.

Kabelstecker

	Bezeichnung	Wellenwiderstand	Bestell-nummer
	5poliger NF-Stecker (V)	–	S 89
	Symmetrischer TF-Leitungs-stecker (V)	–	S 2
	Koaxialer HF-Stecker BNC (V)	50 Ω	S 115
	Koaxialer HF-Stecker BNC (V)	75 Ω	S 71
	Koaxialer HF-Stecker 1,6/5,6 (V)	75 Ω	S 150
	Koaxialer HF-Stecker 1,6/10 (V)	75 Ω	S 32
	Koaxialer HF-Stecker 2,5/6 (V)	75 Ω	S 20
	Koaxialer HF-Stecker 4/13 (V)	75 Ω	S 1

Übergangsstücke

	Übergangsstück von auf	Wellenwiderstand	Bestellnummer
	3polig TF (V) – 4/13 (M)	ca. 50 Ω	S 47
	3polige TF (V) – Hasler-Buchse	ca. 50 Ω	S 60
	4/13 (V) – 1,6/5,6 (M)	75 Ω	S 80
	4/13 (V) – 1,6/10 (M)	75 Ω	S 53
	4/13 (V) – 2,5/6 (M)	75 Ω	S 52
	4/13 (V) – BNC (M)	75 Ω	S 79
	4/13 (V) – LEMO (M)	75 Ω	S 145
	1,6/5,6 (V) – BNC (M)	75 Ω	S 230
	2,5/6 (V) – BNC (M)	75 Ω	S 59
	2,5/6 (V) – LEMO (M)	75 Ω	S 144
	BNC (V) – 2,5/6 (M)	75 Ω	S 139

TPG
Transportgehäuse

für 19"-Geräte, die besonderen mechanischen und klimatischen Beanspruchungen ausgesetzt werden



- **Wasser- und staubdicht, stoßschützend**
- **Einfacher Einbau von Meßgeräten**
- **Meßgeräte bleiben von der Front- und Rückseite zugänglich**

Anwendung und Eigenschaften

Meßgeräte werden in zunehmendem Maß im Feldeinsatz verwendet und damit erhöhten mechanischen und klimatischen Beanspruchungen ausgesetzt. Das Transportgehäuse TPG wurde zu dem Zweck konstruiert, darin eingebaute 19"-Geräte vor extremen Einflüssen der Umgebung zu schützen. Ein Transport der Geräte ist dann ohne größeres Risiko möglich, da sie stoßgeschützt, sowie wasser- und staubdicht untergebracht sind. Etwaige Geräte-Ausfälle durch Transportschäden lassen sich so auf ein Minimum reduzieren.
Das Transportgehäuse besteht aus glasfaserverstärktem Polyesterharz (GFK). Es ist durch Front- und Rückseitendeckel staub- und wassergeschützt verschlossen. Die Geräte sind an einem Schwingrahmen befestigt.

Für das eingebaute Gerät (max. 20 kg) wird bei einer halbsinusförmigen Stoßprüfung des Transportgehäuses mit einer Beschleunigung von 400 $\frac{m}{s^2}$ und 6 ms Dauer die Restbeschleunigung auf weniger als 150 $\frac{m}{s^2}$ reduziert.

Die Schwingprüfung ergibt bei einer Erregeramplitude von $\pm 0{,}15$ mm und einer Erregerfrequenz von 5 bis 60 Hz im Mittel am Gerät eine Restbeschleunigung von weniger als 30 $\frac{m}{s^2}$.
Darüber hinaus zeigt das Gehäuse beim Prüfen mit 20 kg Prüflast nach 30 Minuten keine Beschädigung, wenn es bei der Simulierung von Transportbedingungen einer Prellprüfung nach DIN 40046, Teil 28, Prüfung Ey und VG 95 332, Bl. 10 (entsprechend IEC 68-2) ausgesetzt wurde.

Abmessungen und Gewichte

Typ	für 19"-Geräte der Größe	entspricht einer Gerätehöhe von	Abmessungen des Transportgehäuses in mm Breite	Höhe	Tiefe	Gewicht kg
TPG-42	2	87,7	577	305	540	14
TPG-43	3	132,5	577	305	540	14
TPG-4	4	176,9	577	305	540	13
TPG-65	5	221,3	577	393	540	ca. 16
TPG-6	6	265,7	577	393	540	ca. 16

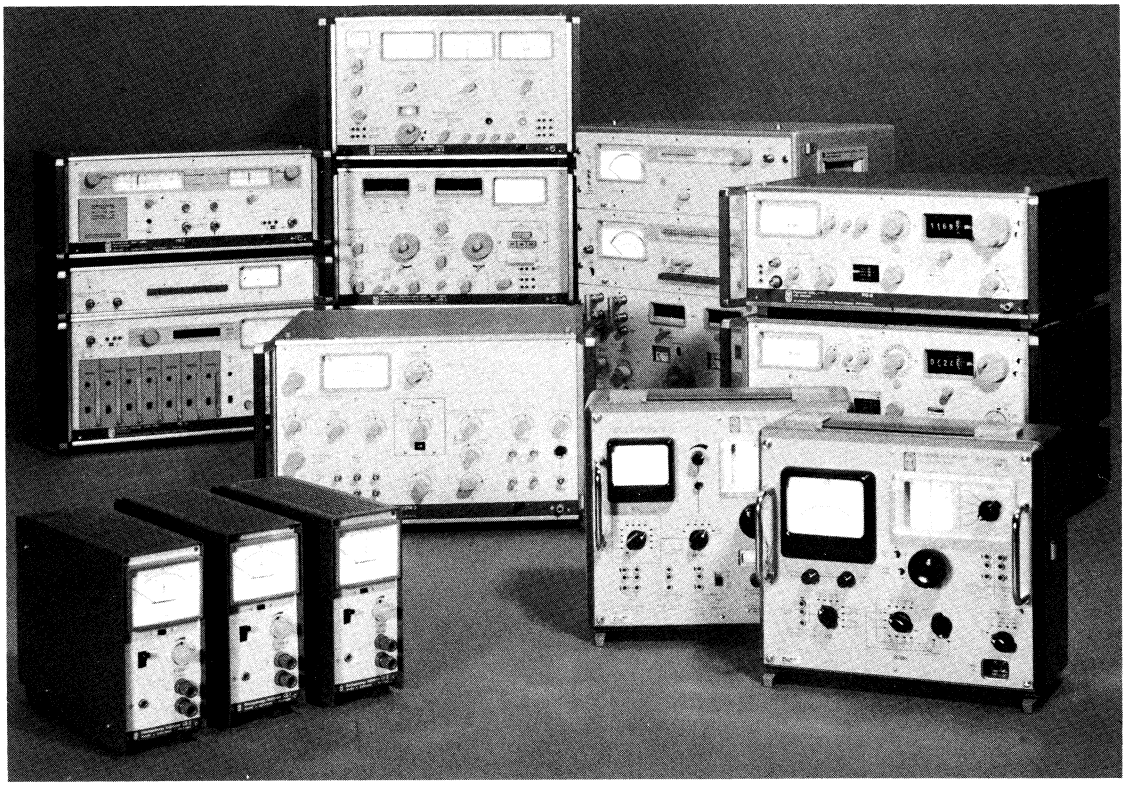
Das max. Einbaugewicht darf 20 kg nicht überschreiten.

Bestellangaben

Transportgehäuse	
TPG-42 mit Schwingrahmen und Zusatzeinsatz	BN 621/42
TPG-43 mit Schwingrahmen und Zusatzeinsatz	BN 621/43
TPG-4 mit Schwingrahmen	BN 621/4
TPG-65 mit Schwingrahmen und Zusatzeinsatz	BN 621/65
TPG-6 mit Schwingrahmen	BN 621/6

Gehäuse

Aufbau, Abmessungen



Anwendung und Eigenschaften

Der überwiegende Teil der angebotenen Meßgeräte ist in vier Gehäusetypen untergebracht. Zwei Gehäuseformen haben fixierte Abmessungen, während die Gehäuse in 19"-Technik entsprechend einem Rastersystem in unterschiedlichen Höhenabmessungen Verwendung finden.
Das kleine Gehäuse für tragbare, batteriebetriebene Betriebsmeßgeräte ist aus Aluminiumblech hergestellt, hat an der Gehäuseoberseite einen Tragegriff und wird mit Deckel ausgeliefert.
Das größere Gehäuse entspricht in seinen Abmessungen der DIN 41 490 und ist aus Stahlblech angefertigt. Die Geräte werden auch hier mit einem entsprechenden Deckel ausgeliefert. Das Stahlblechgehäuse hat seitlich zwei ausklappbare Tragegriffe.

Für Servicezwecke lassen sich bei beiden Gehäusetypen die Geräte nach Lösen von Schrauben an der Gerätefrontplatte aus dem Gehäuse herausnehmen.
Bei den Gehäusen in 19"-Technik gibt es zwei Ausführungen: das Rahmen- und das Druckgußgehäuse.
Das Rahmengehäuse besteht aus einem oberen und einem unteren Aluminium-Gußrahmen, Abstandswinkeln sowie Deckel-, Boden- und Seitenblechen. Dabei ergeben sich durch entsprechende Abstandswinkel die unterschiedlichen Gerätehöhen. Die Gehäuseabmessungen entsprechen der DIN 41494 sowie der amerikanischen Norm ASA C 83.9.
Für Servicezwecke sind bei diesem Gehäuse die Abdeckbleche leicht entfernbar.

Das Druckgußgehäuse ist vollständig geschlossen, wobei Seitenwände als Kühler ausgebildet sind. In diesem Gehäuse ist das Meßgerät vor Wasser und Staub geschützt. Für Servicezwecke läßt sich das Meßgerät leicht aus dem Gehäuse herausnehmen.
Die Geräte werden als Tisch- oder als 19"-Einbaugeräte geliefert. Ein Umrüsten des Tischgeräts in ein 19"-Einbaugerät ist jederzeit mit 19"-Montagewinkeln möglich.

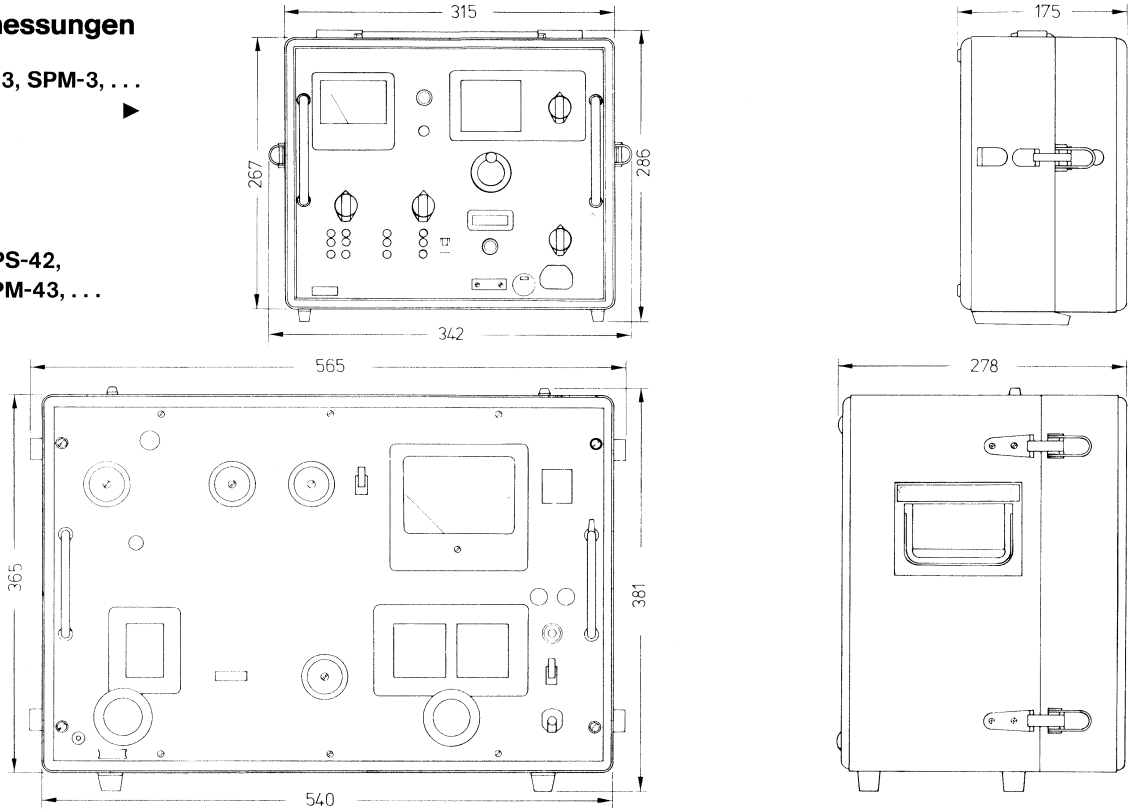
Die für die 19"-Ausführung gemachten Angaben haben auch für die ½ 19"-Geräte Gültigkeit. Hier können 2 Geräte bzw. 1 Gerät und ein Leereinschub zu einer 19"-Einheit ergänzt werden.

Bei der Zusammenstellung mehrerer 19"-Geräte zu einem Meßplatz lassen sich diese durch Verbinder mechanisch zu einer Einheit zusammenfassen.

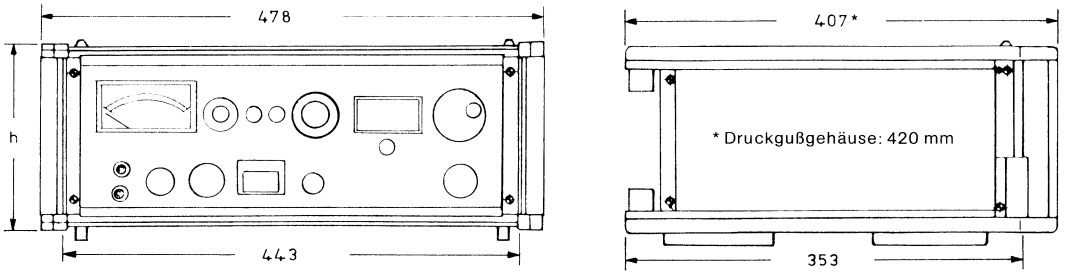
Gehäuseabmessungen

Gehäuse für PS-3, SPM-3, . . . ▶

Gehäuse für TFPS-42, TFPM-43, . . . ▼



19" -Gehäuse ▶



Bestellangaben für 19" - Umrüstsätze und Deckel ▼

Abmessungen der Gehäuse			Rahmengehäuse		Druckgußgehäuse	
Gehäuse-Größe	Gesamthöhe des Tischgeräts	Gerätehöhe des 19"-Einschubs	19"-Umrüstsatz	Deckel für f. Frontseite	19"-Umrüstsatz	Deckel (1 Satz) für Front- und Rückseite
2	110 mm	86 mm	BN 556/00.02	DE-1	BN 700/00.02	SD-2
3	155 mm	131 mm	BN 556/00.03	DE-2	BN 700/00.03	SD-3
4	199 mm	175 mm	BN 556/00.04	DE-3	BN 700/00.04	SD-4
5	244 mm	220 mm	BN 556/00.05	DE-4	BN 700/00.05	SD-5
6	288 mm	264 mm	BN 556/00.06	DE-5	BN 700/00.06	SD-6
7	333 mm	309 mm	BN 556/00.07	DE-6	–	–
Geräteverbinder: (1 Satz)		Höhenverbinder Seitenverbinder	BN 556/00.10 BN 556/00.11		BN 700/00.10 BN 700/00.11	


RBN – CU 'A'
(RBN–CU)
RBN – XM 'A'
(RBN–XM N° 1)
Hazeltine
2000
ANDIMAT

Inhaltsverzeichnis Meßwerterfassung und -auswertung

	Nachrichtentechnische Meßautomaten		
125/481	Pegelmeßautomat PA-4	200 Hz bis 2 MHz; Pegelmeßplatz PSM-4 mit digitaler Steuereinheit und Ein- und Ausgabeperipherie	
213/481	Pegelmeßautomat PA-7	10 kHz bis 100 MHz; Pegelmeßplatz PSM-7 mit digitaler Steuereinheit und Ein- und Ausgabeperipherie	
483	TF-Meßautomat	für die Gesamtprüfung von Kanalumsetzern; einfache Bedienung; geringer Personalbedarf; hohe Meßgeschwindigkeit; selbsttätige Registrierung	
489	PCM-Meßautomat	für die automatische Systemteil- und Gesamtprüfung; Messung der Analogparameter und der Signale im digitalen Signalübertragungsbereich	
495	Rauschklirr-Meßautomat RA-500	6 kHz bis 60 MHz; Rauschklirrmeßplatz mit digitaler Steuereinheit und Ein- und Ausgabeperipherie	
499	Rauschklirrmeßautomat RA-50	6 kHz bis 14 MHz. Für koaxiale Kabel- und Richtfunksysteme bis 2700 Kanäle	
	Programmierbare Geräte		
503	Rechner-Interface RI-1	zur Anpassung verschiedener Rechner an Meß-Automaten für die Nachrichtenübertragungstechnik	
507	Digital-Analog-Umsetzer DAU-30	zur Umwandlung digitaler Informationen in Gleichspannungen, Eingabe BCD-Code; BN 559	
57	weitere programmierbare Geräte	Pegelmeßplatz SPM-11/PSE-11	15 Hz bis 200 kHz
93		Digitaler Geräuschpegelmesser PMD-1	20 Hz bis 200 kHz
125		Pegelmeßplatz PSM-4	200 Hz bis 2 MHz
133		Meßstellenumschalter MU-4	0 bis 2 MHz
131		Steueroszillator OD-4	200 Hz bis 2 MHz
149		Steueroszillator OD-12	200 Hz bis 6 MHz
183		Steueroszillator OD-600	2 kHz bis 18,6 MHz
325		Rauschklirrmeßplatz RK-50	6 kHz bis 30 MHz
335		Rauschklirrmeßplatz RK-5	6 kHz bis 60 MHz
213		Pegelmeßplatz PSM-7	10 kHz bis 100 MHz
219		Meßstellenumschalter MU-7	0 bis 100 MHz
241		Schaltfeld bei Kanalumsetzerprüfungen	RGS-1

Meßwerterfassung und -auswertung

Einführung

Nachrichtentechnische Meßautomaten

Das Meßautomatenprogramm von Wandel & Goltermann erfaßt die wichtigsten Teilbereiche der Nachrichtentechnik. Die Meßplätze bestehen aus mehreren verschiedenen Einzelgeräten. Größe und Ausstattung eines Meßautomaten werden ausschließlich von der jeweiligen Meßaufgabe bestimmt. Erweiterungen und optimale Anpassung sind jederzeit möglich.
Das nach dem Baukastenprinzip konzipierte System zeichnet sich dadurch aus, daß

- das Anlagenangebot sowohl Halbautomaten als auch Vollautomaten enthält;
- die große Bandbreite an verwendbaren Einzelgeräten einfache und technisch komfortable Lösungsmöglichkeiten zuläßt;
- die Adaption programmierbarer Fremdfabrikate problemlos möglich ist.

In Rentabilitätsberechnungen wurde festgestellt, daß der Minimalwert der Arbeitsleistung eines Meßautomaten gegenüber einem manuell bedienbaren Meßplatz um den Faktor 5 höher liegt. Dadurch ergeben sich Amortisationszeiten von weniger als 2 Jahren bei einer täglichen Betriebsdauer von 8 Stunden und von weniger als 1,5 Jahren bei 12 Stunden Betrieb pro Tag.

Prinzip der automatischen Messung
Jedes Meßgerät, mit dem Meßgrößen erzeugt oder bestimmt werden sollen, benötigen zur richtigen Ausführung einer Messung die vorherige Information wie gemessen und was gemessen werden soll.
Diese Information wird bei konventionellen Meßgeräten für jede einzelne Messung von Hand eingestellt.
Bei Automaten übernimmt derartige Aufgaben der Programmträger. Die für jede neue Messung notwendigen Einstell- und Auslösebefehle kommen als Variable beispielsweise von einem Lochstreifen oder einem Magnetband oder aus dem Arbeitsspeicher eines Computers.

Der Halbautomat
Bei halbautomatischen Meßgeräten sind die Programme als »Hardware« im Gerät fest verdrahtet.
Die Programmablaufsteuerung wird an Vorwahlschaltern entsprechend der Meßaufgabe von Hand eingestellt. Die Auslösung eines Meßprogramms erfolgt danach ebenfalls manuell.
Für eine Vielzahl sich ständig wiederholender zyklischer Meßabläufe ist dies die wirtschaftlichste Form der Meßautomatisierung.

Der Vollautomat
Im vollautomatischen Betrieb erfolgt die Einstellung der Meßgeräte und die Auslösung des Meßvorgangs durch Steuerbefehle von einer Kontrolleinheit aus. Danach wird das Meßergebnis abgerufen und gegebenenfalls ausgewertet. Das gesamte Meßprogramm läßt sich Meßpunkt für Meßpunkt einfach und bequem auf einem Datenträger programmieren. Der Übergang auf eine andere Meßaufgabe geschieht dann durch Auswechseln des Programms. Die den Programmablauf koordinierende und die Möglichkeiten der Ergebnisauswertung bestimmende Digitale Kontrolleinheit bildet zusammen mit der Datenein- und -ausgabeperipherie die Grundausstattung eines Meßautomaten. Wandel & Goltermann bietet dabei zwei an technischem Komfort sich unterscheidende Alternativen an.

Lösung 1: Programmsteuer- und Auswertegerät PRA-30

- einfache Programmierung
- einfache Programmerstellung
- variable Auswertemöglichkeit der Meßergebnisse

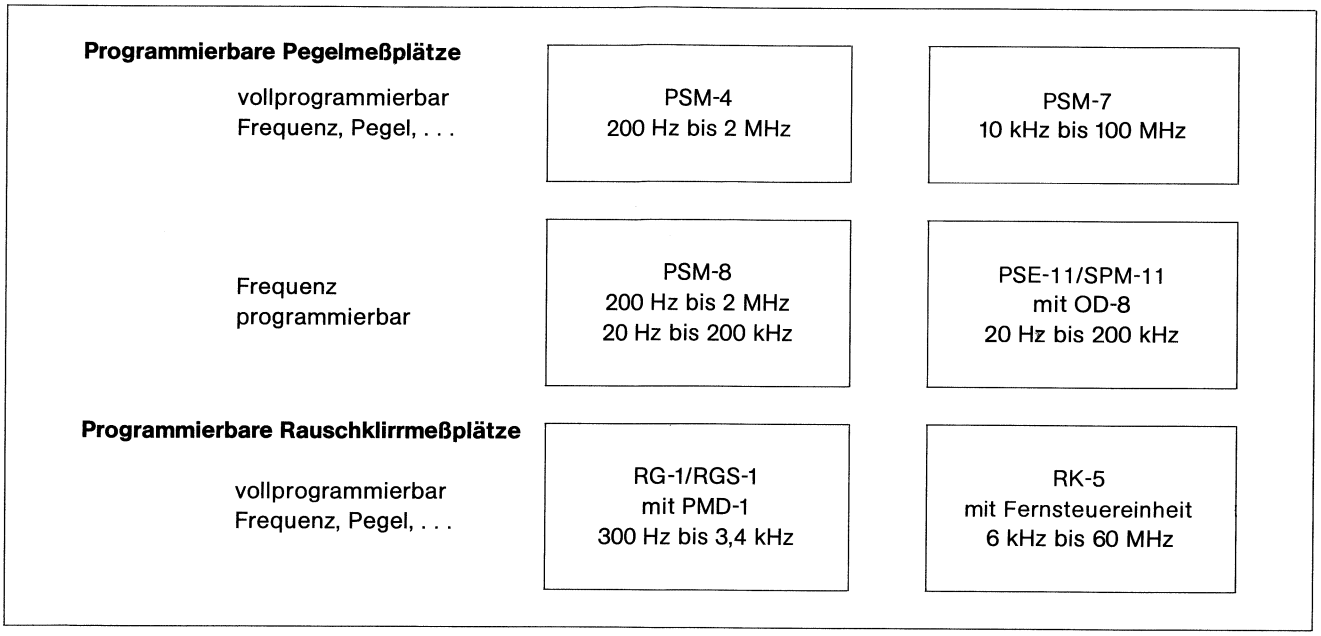
Lösung 2: Tisch- oder Prozeßrechner

- hohe Programmierfähigkeit
- universelle Auswertemöglichkeit der Meßergebnisse

Meßgrößen

Aus der Vielzahl der nachrichtentechnischen Meßgrößen, die durch Automaten ökonomisch gemessen und ausgewertet werden können, sind hier einige aufgeführt:

Verstärkung
Dämpfung
Frequenzgang
Pegeldifferenz
Laufzeit
Klirrdämpfung
Reflexionsdämpfung
Symmetriedämpfung
Rauschen
Gleichspannung
Pegel
Frequenz
Periodendauer
Impulsbreite



Bausteine für nachrichtentechnische Meßeinrichtungen

Ausführliche Beschreibungen der Bausteine sind in den entsprechenden Katalogblättern enthalten.
Nachfolgend ein kurzer Überblick:

Pegelmeßplatz PSM-4
Der Meßplatz besteht aus drei Teilgeräten, dem Sendeteil PS-4, dem selektiven Empfangsteil PM-4 und dem Steueroszillator OD-4. Sende- und Empfangsteil können vom Steueroszillator gemeinsam abgestimmt werden, so daß sich selektive Messungen bequem und rasch durchführen lassen.
Am Steueroszillator erfolgt die Einstellung der Meßfrequenz im gesamten Frequenzbereich von 200 Hz bis 1,999999 MHz dekadisch und in kleinsten Schritten von 1 Hz. Mit der eingebauten Wobbeleinrichtung sind Frequenzhübe von ± 2,5 Hz bis ± 1 MHz möglich. Dabei ist die Mittenfrequenz an den Dekadenschaltern beliebig wählbar. Quarzgenaue Frequenzmarken lassen sich ohne Zusatzgeräte erzeugen.
Der Sendepegel kann in Stufen von 0,1 dB im Bereich −69,9 bis +9,9 dB eingestellt werden. Sowohl der gewählte Sendepegel als auch die Meßfrequenz am Steueroszillator bzw. der Empfangspegel am Pegelmesser sind am Ziffernanzeigeröhren ablesbar. Die Anzeige des Empfangspegels erfolgt selbsttätig und vorzeichenrichtig in einem Bereich von −135 bis +18 dB bei Absolutpegelmessung bzw. bis zu Werten von 150 dB im Falle der Differenzpegelmessung. Neben der fünfstelligen digitalen Ergebnisanzeige (Auflösung 0,01 dB) läßt sich auch das eingebaute Instrument mit einem wählbaren Skalenumfang von 1 dB, 10 dB oder 100 dB benutzen. Die Bandbreite des Pegelmessers ist zwischen 50 Hz, 400 Hz und 2,3 kHz umschaltbar.
Sender- und Empfangsteil besitzen zwei koaxiale Aus- bzw. Eingänge für den gesamten Frequenzbereich sowie je zwei symmetrische Anschlußbuchsen für den Gesamtfrequenzbereich beim Empfänger und für Frequenzen unterhalb 620 kHz beim Sender. Die Innenwiderstände können unabhängig voneinander auf alle gebräuchlichen Werte eingestellt werden. Die Pegeleichung läßt sich von Spannungs- auf Leistungspegel umschalten.

Pegelmeßplatz PSM-7
Der Pegelmeßplatz besteht aus den drei Einheiten Sendeteil PS-7, selektiver Empfangsteil PM-7 und Steueroszillator. Sende- und Empfangsteil werden vom Steueroszillator gemeinsam abgestimmt, so daß sich selektive Messungen bequem und rasch durchführen lassen.
Der Steueroszillator setzt sich aus der programmierbaren Frequenzdekade OPD-7 und dem Steuergerät OPS-7 zusammen. Am Steuergerät erfolgt die dekadische Einstellung der Meßfrequenz im gesamten Bereich von 10 kHz bis 100 MHz in kleinsten Schritten von 1 Hz. Darüber hinaus ist eine quasi kontinuierliche Frequenzabstimmung von Hand sowie ein automatischer Frequenzsuchlauf mit wählbarer Geschwindigkeit möglich. Im Wobbelbetrieb können am Wobbelsteuergerät OPW-7 Wobbelgrenzen und Wobbelgeschwindigkeit der vorliegenden Meßaufgabe angepaßt werden. Das Gerät OPW-7 erzeugt auch Frequenzmarken; diese erleichtern wesentlich die Auswertung von Frequenzgangkurven, die sich z. B. mit dem Sichtgerät SG-2 oder einem XY-Schreiber darstellen lassen.
Der Sendepegel kann in Stufen von 0,1 dB im Bereich −69,9 bis +10,0 dBm eingestellt werden. Sowohl der gewählte Sendepegel als auch die Meßfrequenz am Steueroszillator bzw. der Empfangspegel am Pegelmesser sind an Ziffernanzeigeröhren ablesbar. Die Anzeige des Empfangspegels erfolgt automatisch und vorzeichenrichtig in einem Bereich von −120 bis +20 dBm (−130 bis +10 dB) bei Absolutpegelmessung bzw. bis zu Werten von 140 dB

im Falle der Differenzpegelmessung. Neben der fünfstelligen digitalen Ergebnisanzeige (Auflösung 0,01 dB) läßt sich auch das eingebaute Instrument mit einem wählbaren Skalenumfang von 1 dB, 10 dB oder 100 dB benutzen. Die Bandbreite des Pegelmessers ist zwischen 50 Hz, 400 Hz und 2,3 kHz umschaltbar; die letztere entspricht einer äquivalenten Rauschbandbreite von 1,74 kHz und erlaubt bewertete Rauschmessungen im Gesprächskanal nach CCI.

Pegelmeßplatz PSM-8

Der Pegelmeßplatz PSM-8, bestehend aus dem Steueroszillator OD-8, dem Sendeteil PS-8 und dem Empfangsteil PM-8, erlaubt Dämpfungs- und Verstärkungsmessungen im Frequenzbereich 200 Hz bis 2 MHz an symmetrischen und unsymmetrischen Meßobjekten.

Die Frequenzeinstellung am OD-8 erfolgt dekadisch in kleinsten Schritten von 10 Hz. Außerdem ist eine kontinuierliche Verstimmung um max. −300 kHz bis + 1 MHz möglich. Hierbei erfolgt die Anzeige der Bezugsfrequenz dekadisch, während die Feinverstimmung an einer zugehörigen Skala abgelesen wird. Diese Betriebsart ist besonders beim Aufsuchen unbekannter Signale mit dem Pegelmesser vorteilhaft.

Wird der Steueroszillator OD-8 mit dem Wobbeleinschub ODW-81 ausgerüstet, so lassen sich Wobbelmessungen durchführen. Dieser Einscub gestattet die unabhängige, digitale Einstellung von unterer und oberer Eckfrequenz in Schritten von 100 Hz, wobei Wobbelhübe von 100 Hz bis 2 MHz möglich sind. Die Wobbelzeit ist zwischen 0,1 und 10 s einstellbar. Zum Ansteuern der X-Auslenkung eines Sichtgeräts (z. B. SG-2 von Wandel & Goltermann) oder eines Schreibers steht die sägezahnförmige Wobbelspannung zur Verfügung. Die Amplitude dieses Signals ist unabhängig vom gewählten Hub. Bei Wobbelmessungen dienen die Abstimmeinrichtungen des Steueroszillators OD-8 zum Einstellen einer beliebig verschiebbaren Frequenzmarke innerhalb des Frequenzbereichs 200 Hz bis 2 MHz.

Eine externe Frequenzprogrammierung (Fernsteuerung) ist bei Verwendung der Programmier-Karte OPD-81 möglich, (BCD-Code 8-4-2-1, neg. Logik).

Der Sendepegel des PS-8 ist in 5-dB-Stufen umschaltbar; zusätzlich kann der Pegel kontinuierlich verändert werden. Eine Pegelregelung hält das eingestellte Sendesignal unabhängig von der Sendefrequenz konstant.

Mit dem Empfangsteil PM-8 können Selektiv- und Breitbandmessungen durchgeführt werden. Die Empfindlichkeit ist in beiden Meßarten in 5-dB-Stufen umschaltbar, so daß die Skalendehnung des Anzeigeninstruments mit dem Meßumfang von 7 dB voll ausnutzbar ist. Ein Anzeigebereich von 21 dB dient zusätzlich für Übersichtsmessungen.

Pegelmeßplatz PSE-11/SPM-11/OD-8

Dieser Meßplatz ist eine Kombination des selektiven Pegelmessers SPM-11 mit Senderteil PSE-11 und des dekadischen Steueroszillators OD-8. Der Steueroszillator ist beim Pegelmeßplatz PSM-8 beschrieben. PSE-11 und SPM-11 arbeiten im Frequenzbereich von 15 Hz bis 200 kHz.

Der selektive Pegelmesser SPM-11 kann in seiner Frequenz kontinuierlich abgestimmt werden, wobei ein elektronischer Zähler die Frequenz anzeigt. Die Auflösung beträgt 1 Hz.

Geräuschmeßplatz RG-1/RGS-1/PMD-1

Das Schaltfeld RGS-1 bildet zusammen mit 2 Rauschgeneratoren RG-1 eine Sendeeinrichtung, die ein schnelles und bequemes Prüfen an Kanalumsetzern ermöglicht. Mit dem Meßartenschalter wird die gewünschte Betriebsart gewählt (Intermodulation oder Nebensprechen). Durch diese Einstellung ist zugleich auch die richtige Verteilung der Rauschleistung auf die einzelnen Kanäle gewährleistet. Der Absolutwert für den Bezugspegel kann am RGS-1 stufenweise und mit der Pegeleinstellung an den Rauschgeneratoren auch kontinuierlich eingestellt werden.

Auf einen Leuchtfeld erfolgt die Anzeige der mit Rauschen belegten Kanäle und des zum Geräuschspannungsmesser durchgeschalteten Kanals, so daß jederzeit die volle Übersicht der augenblicklichen Messung gegeben ist.

Als Empfänger dient der digitale Geräuschpegelmesser PMD-1. Zur sicheren Anzeige von Geräuschpegeln stehen bei Effektivwertmessung drei wählbare Integrationszeiten von 200 ms, 1 s und 5 s zur Verfügung. Bei der Spitzenwertmessung wird der größte in einem Beobachtungsintervall von 2 s, 5 s oder 10 s vorkommende Spitzenpegel (»Knackgeräusch«) gemessen.

Die Meßbereichsteiler können sowohl automatisch als auch von Hand eingestellt werden. Durch den automatischen Meßbereichsabgleich und die Digitalanzeige ist das Meßergebnis einfach, schnell und genau ablesbar.

Durch das Programmsteuer- und Auswertegerät PRA-30 oder einen Rechner läßt sich der gesamte Meßablauf steuern. Eine spezielle Steckkarte ist verfügbar.

Rauschklirrmeßplatz RK-5

Der Rauschklirrmeßplatz RK-5 wird zur Messung an symmetrischen und koaxialen Systemen eingesetzt. Er ist im Baukastenprinzip aufgebaut und läßt sich an die jeweiligen Meßaufgaben anpassen.

Der Sender RS-5 liefert für Messungen an symmetrischen Systemen Rauschen im Frequenzbereich 6 kHz bis 600 kHz. Für Messungen an koaxialen Systemen steht weißes Rauschen von 6 kHz bis 60 kHz zur Verfügung.

Der Empfänger RE-5 kann mit max. 7 Umsetzereinschüben bestückt werden; er ermöglicht Rauschpegelmessungen im Bereich 10 kHz bis 60 MHz.

Für den Einsatz als Meßautomat wird eine Fernsteuereinheit benötigt. Sie enthält einen Logarithmierverstärker und eine Digitalanzeige.

Programmgesteuert einstellbar sind:

- Anwahl des Sendepegels in 2-dB-Stufen von −84 dBm bis +14 dBm mit gleichzeitiger Digitalanzeige des Absolutpegels.
- Austastung des Sendepegels
- Aus- und Einschalten der Bandsperren
- beliebige Anwahl von maximal 7 Umsetzer-Einschüben und des Eichpegels im Empfänger
- vorzeichen- und betragsrichtige Abfrage des am Empfänger angezeigten Meßergebnisses durch den Analog-Digital-Umsetzer ADU-30 im Bereich −90 dBm0p bis +10 dBm0p

Programmsteuer- und Auswertegeräte

automatische Steuerung und Ergebnisauswertung, Unterprogramme z. T. festverdrahtet

PRA-30

automatische Steuerung und vielseitige Ergebnisauswertung, frei programmierbar

Rechner mit Interface

Programmsteuer- und Auswertegerät PRA-30

Dieser Baustein kann nach einem Programm die verschiedenen Meßgeräte einer Anlage ansteuern und die Meßergebnisse auswerten.

Die Dateneingabe erfolgt über handelsübliche 5- oder 8-Kanal-Lochstreifen. Als Eingabegeräte kommen externe optische Lochstreifenleser bis zu einer Geschwindigkeit von 1000 Zeichen pro Sekunde zum Einsatz.

Zur Protokollierung der Meß- und Auswerteergebnisse ist ein Streifen- oder Springwagendrucker direkt anschließbar. Andere Registriergeräte wie Streifenlocher, Fernschreiber usw. lassen sich über die Ausgabesteuerung AST-30 mit dem PRA-30 verbinden.

Die Meßgeräte werden über Wandler angesteuert. Das gebaute Magazin faßt insgesamt 7 Wandler-Steckkarten. Mit jeweils 7 x 4 Bit = 28 Bit Speicherkapazität. Reichen 7 Steckplätze nicht aus, kann ein Zusatzgerät PRAZ-30 weitere 16 Wandlerkarten aufnehmen.

Programmierung des PRA-30

Damit auch angelernte Kräfte das Programm erstellen können, ist die Programmsprache des PRA-30 einfach gehalten. Die Wortlänge ist beweglich. Damit können Wiederholungsaufgaben entfallen.

Zur Steuerung des Meßplatzes erfolgt die Programmierung Meßpunkt für Meßpunkt. Alle für einen Meßpunkt erforderlichen Angaben sind in einem Satz zusammengefaßt. Innerhalb eines Satzes dient jeweils ein Teil der Informationen zur Einstellung der Funktion eines bestimmten Einzelgerätes. Weitere Satzteile enthalten Befehle und zugehörige Informationen für bestimmte Auswertevorgänge im PRA-30. Jeder dieser Satzteile wird als Programmwort bezeichnet und ist durch ein Komma von den anderen getrennt.

Ein vollständiges Wort umfaßt insgesamt 9 Stellen: eine 2stellige Adresse oder einen 2stelligen Befehl und eine 7stellige Information.

Adressen dienen dazu, die im 7stelligen Informationsteil enthaltenen Einstellanweisungen dem richtigen Meßgerät zuzuführen. Befehle kennzeichnen die einzelnen Auswertearten im PRA-30. Die zur Auswertung benötigten Informationen sind im Informationsteil des Programmworts enthalten.

Es wird nach vollständigen und unvollständigen Sätzen unterschieden. Ein vollständiger Satz enthält sämtliche für einen Meßpunkt erforderlichen Informationen und ist durch einen Doppelpunkt am Anfang gekennzeichnet. Ändern sich bei den folgenden Meßpunkten nur einige Angaben, so ist eine Programmierung in kurzen unvollständigen Sätzen möglich. Dadurch verringert sich der Programmieraufwand wesentlich.

Ein Programm kann bis zu 999 Meßpunkte enthalten. Die Meßpunktnummer wird am Steuergerät angezeigt. Eine Weiterschaltung von Meßpunkt zu Meßpunkt kann automatisch oder von Hand gesteuert erfolgen. Es ist möglich, das Programm bei einem bestimmten Meßpunkt anzuhalten, den Punkt zu wiederholen oder aber den Lochstreifen auf einen beliebig einstellbaren Meßpunkt laufen zu lassen. Im letzten Fall erfolgt selbsttätig die Abtastung des vollständigen Satzes, dessen Information für den angewählten Meßpunkt erforderlich ist.

Auswertung der Meßergebnisse mit dem PRA-30

Die einfachste Art der Meßergebnisauswertung ist die Feststellung, ob ein Meßwert eine Grenze überschreitet oder nicht. Das Ergebnis wird durch eine von 2 Signallampen mit der Beschriftung »Gut« oder »Schlecht« angezeigt. Der zum Vergleich vorgesehene Grenzwert wird auf dem Lochstreifen programmiert, wobei es auch möglich ist, als Bezug für den Grenzwert das Ergebnis einer früheren Messung heranzuziehen. So kann beispielsweise die Dämpfungsschwankung eines Meßobjektes unabhängig von der von Exemplar zu Exemplar verschiedenen Grunddämpfung bestimmt werden.

Häufig ist neben der reinen Gut- oder Schlecht-Aussage eine weitere Aufschlüsselung der Meßergebnisse erwünscht. Um eine Überprüfung der Fertigungsqualität eines Produktes zu ermöglichen, ist es wertvoll zu wissen, wie weit sich die Istwerte der einzelnen Meßpunkte den vorgegebenen Sollwerten nähern. Hierzu gestattet das Gerät neben den Grundrechenarten Addition und Subtraktion eine Klassierung der Meßergebnisse. Nach Eingeben eines Bezugswertes und nach Lochstreifenprogrammierung einer oberen und einer unteren Grenze wird das Ergebnis in eine von je 10 Klassen gleicher Breite zwischen dem Bezugswert und den Grenzen eingeordnet. Der Abstand zwischen dem Bezugswert und den beiden Grenzen muß nicht symmetrisch sein. Untere und obere Grenze können sich also in ihren Ziffernwerten unterscheiden. Bei Unter- oder Überschreitung der vorgegebenen Grenzen wird eine Schlecht-Signalisierung ausgelöst. Dies ist der Fall, wenn der Ist-Wert sich um mehr als 10 Klassenbreiten vom Soll-Wert unterscheidet.

Wie bei der Gut-/Schlecht-Auswertung kann auch beim Klassieren der Bezugswert dem Programm entnommen oder aber das Ergebnis einer früheren Messung herangezogen werden.

Die Auswertevorgänge lassen sich in Einzelauswertungen und Reihenauswertungen gliedern. Bei einer Einzelauswertung wird der Meßwert unmittelbar mit einem festen Bezugswert verglichen. Das Ergebnis liegt sofort vor. Bei einer Reihenauswertung wird dagegen das Ergebnis durch Vergleich mehrerer Meßwerte untereinander gewonnen. Das Ergebnis liegt erst am Ende einer Meßreihe vor.

Im Zusammenspiel mit dem Programmsteuer- und Auswertegerät PRA-30 erweitert das Zusatzgerät PRAZ-30 die PRA-30-interne Systemleitung um 16 Steckkartenplätze.

Weitere fernsteuerbare Geräte sind somit über passende Serien-Parallel- oder Parallel-Serien-Wandlerkarten leicht an den seriellen Charakter des PRA-30-Datenverkehrs anpaßbar.

Steuerung von Meßabläufen durch Rechner

Rechnergeführte Meßanlagen werden in der Nachrichtentechnik in zunehmendem Maße eingesetzt. Das Bindeglied zur Zusammenfassung aller an einem automatischen Meßplatz beteiligten Meßgeräte ist die von Wandel & Goltermann gelieferte Anpassungs- oder Interface-Einheit RI-1. Sie setzt die Rechnersprache in die Gerätesprache um, und umgekehrt. Dabei kann über ein kurzes Kabel eine hochfrequente Kommunikation zwischen dem Rechner und der Interface-Einheit stattfinden. Der Datenaustausch erfolgt mit 1000 Zeichen/s zeichenparallel und stellenseriell. Ein Zeichen enthält 8 Bit. Die Daten-Ein- und -Ausgabeperipherie ist frei wählbar.

Für jedes angeschlossene Meßgerät enthält das Rechner-Interface RI-1 einen Ausgabespeicher zur Umsetzung der vom Rechner gelieferten Daten in die für die Meßgeräte notwendige Form. Außerdem sind für Meßgeräte, die Ergebnisse an den Rechner liefern, Parallel-Serien-Wandler erforderlich, die das Meßergebnis für den Rechner aufbereiten.

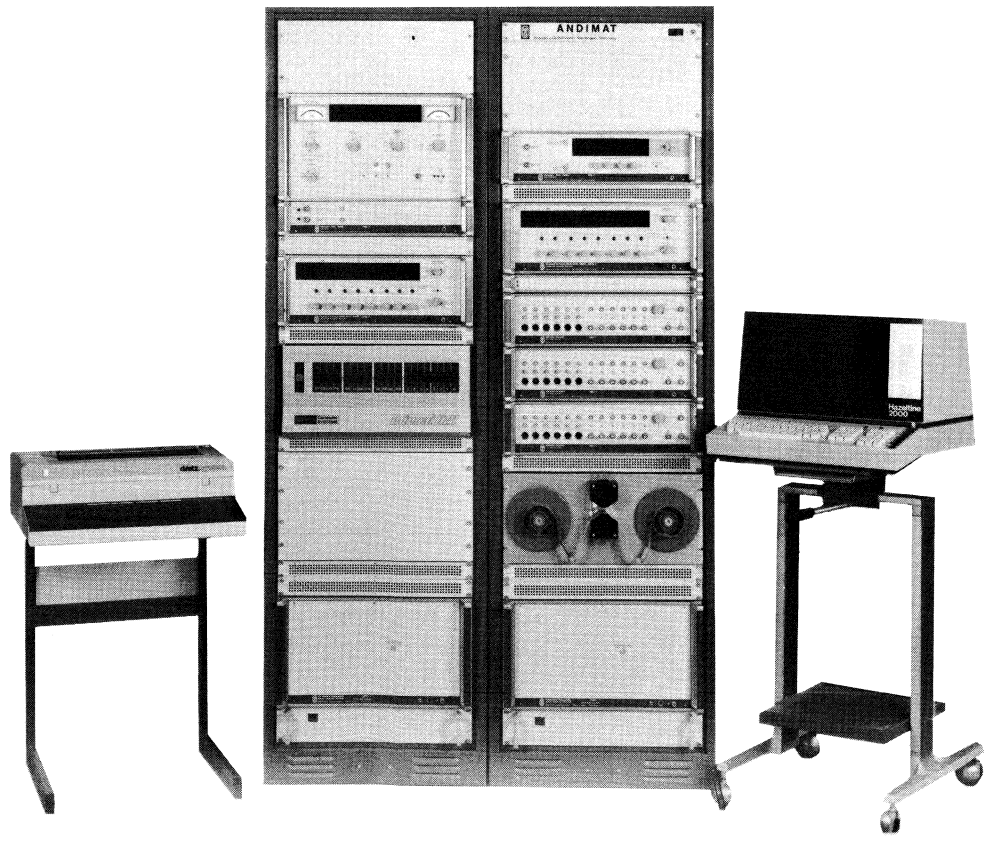
Das RI-1 arbeitet mit handelsüblichen Rechnern zusammen, z.B. hp 9830 oder andere (auf Anfrage). Die Verwendung verschiedener Rechnerfabrikate hat nur Konsequenzen für die Art der Rechner-Anpassung im RI-1, jedoch nicht für die als Steckkarten ausgeführten Ausgabespeicher und Parallel-Serien-Wandler der einzelnen Meß- und Peripheriegeräte. Insgesamt stehen 16 Steckkartenplätze im RI-1 zur Verfügung.

Damit lassen sich fernsteuerbare Meßgeräte mit Rechnern und Peripheriegeräten anderer Firmen auch zu umfangreichen Meßanlagen oder Meßautomaten zusammenschalten. Diese sind nach einem Bausteinprinzip erstellt. Ihre Größe und Ausstattung wird ausschließlich von der jeweiligen Meßaufgabe bestimmt.

Meßautomaten sind vorteilhaft dort einsetzbar, wo hohe Produktionszahlen, kurze Meßzeit, große Meßgenauigkeit gefordert, sowie eine weitere Verarbeitung der Meßwerte und deren wählbare Protokollierung gewünscht werden. In der Industrie ergeben sich typische Einsatzmöglichkeiten in Prüffeld und Endkontrolle sowie bei Betriebsgesellschaften, Zentral- und Knotenämtern, Informationszentralen u.ä.

Auf den jeweiligen Anwendungsfall optimal zugeschnittene Meßautomaten werden nach Kundenwunsch konzipiert.

Beispiele für Meßautomaten

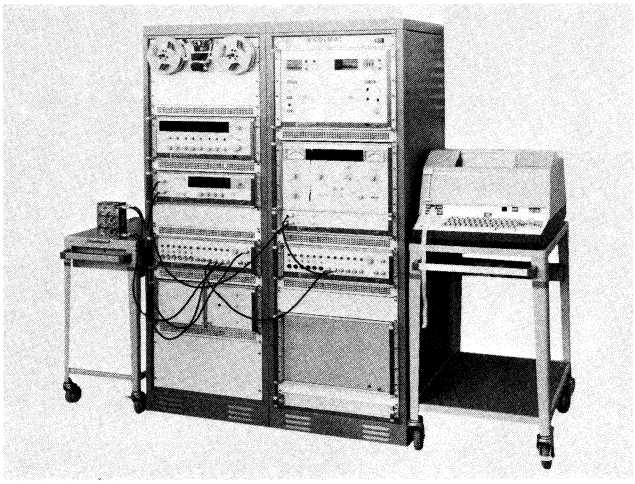


Rechnergesteuerter Pegelmeßautomat für den Frequenzbereich 10 kHz bis 100 MHz

Pegelmeßautomat PA-7

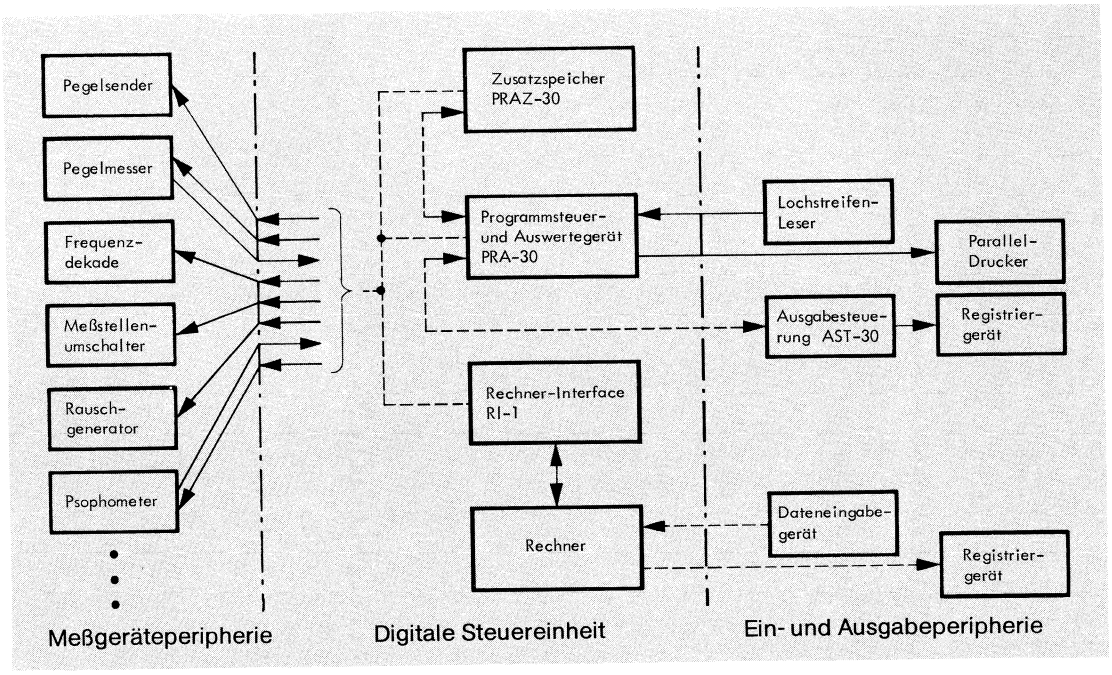
Durch Hinzufügen des Programmsteuer- und Auswertegeräts PRA-30 zum Pegelmeßplatz PSM-7 entsteht der Pegelmeßautomat PA-7, welcher mit Hilfe von Zusatzgeräten wie Meßstellenumschalter MU-7, sowie durch den Anschluß von Registriergeräten an eine Vielzahl von Meßaufgaben angepaßt werden kann.

Der Pegelmeßautomat bringt einen erheblichen Zeitgewinn, was besonders bei Messungen in Fertigung und Prüffeld vorteilhaft ist. So lassen sich z.B. die an einem Gruppendurchschaltfilter notwendigen Abnahmemessungen (einschließlich gedrucktem Protokoll) mit dem Meßautomaten in etwa 2 Minuten durchführen, während mit handbedienten Meßgeräten für die gleiche Aufgabe etwa 2 Stunden erforderlich sind.



Meßautomaten

für die Nachrichtenübertragungstechnik



- **Höchste Meßgenauigkeit, große Meßgeschwindigkeit**
- **Kundenorientierte Protokollierung**
- **Individuelle Anlagenzusammenstellung mit Seriengeräten**
- **Wirtschaftlich für Klein- und Großserienprüfung**
- **Schnelle Amortisierung**

Anwendung und Eigenschaften

Zur Bestimmung der verschiedenen nachrichtentechnischen Meßgrößen lassen sich entsprechende automatische Anlagen zusammenstellen. Die dazu benötigten Meßgeräte wie Pegelsender, selektive Pegelmesser, Frequenzdekaden, Breitbandpegelmesser, Rauschgeneratoren, Rauschempfänger, Digitalvoltmeter, Frequenzzähler, Meßbrücken, Eichleitungen, Meßstellenumschalter und Schaltfelder stehen serienmäßig zur Verfügung. Diese Geräte weisen die bekannten Vorteile von Seriengeräten auf.

Programmsteuerung

Die Einstellungen der in einer automatisch arbeitenden Meßanlage eingesetzten Geräte, die Auslösung der Meßvorgänge sowie die Verarbeitung der gemessenen Ergebnisse übernimmt eine digitale Steuereinheit. Hierbei erfolgt die funktionelle Programmablaufsteuerung von einem Programmgeber aus (Lochstreifen, Magnetband u. ä.). Wandel u. Goltermann bietet für die Programmsteuerung zwei unterschiedliche Möglichkeiten an:

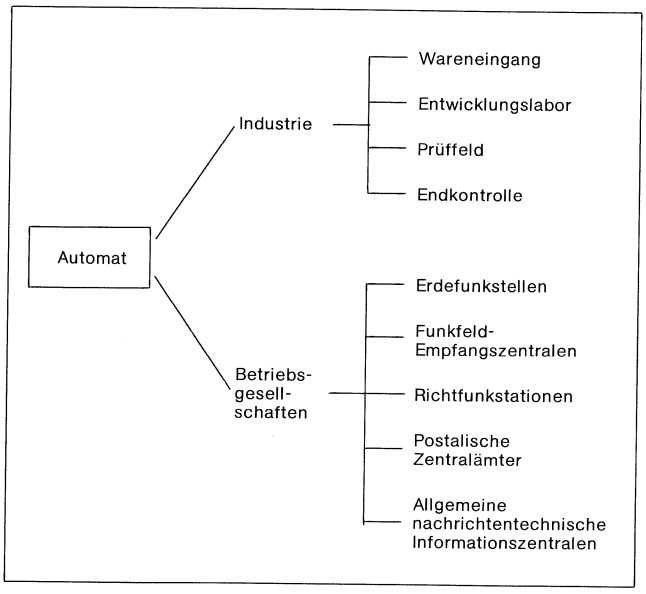
Das Programmsteuer- und Auswertegerät PRA-30 zeichnet sich durch einfache Programmierung und Programmerstellung sowie vielseitige Auswertemöglichkeiten der Meßergebnisse aus.

Ein Tisch- oder Prozeßrechner besitzt eine hohe Programmierfähigkeit und erlaubt eine universelle Meßwertverarbeitung und -registrierung.

Datenverkehr
Die Verständigung zwischen Steuereinheit und Einzelgerät erfolgt über ein Systemkabel und einen für jedes Gerät vorhandenen Ausgabespeicher (Steckkarte) im BCD-Code, stellenseriell und zeichenparallel. Ein vorliegendes Meßergebnis wird über einen Parallel-Serien-Wandler (Steckkarte) und das Systemkabel der Steuereinheit zugeführt. Die Anpassungssteckkarten befinden sich entweder in der Steuereinheit (PRA-30) selbst, in einem Zusatzspeicher (PRAZ-30) oder aber bei Rechneranschluß in einem Rechner-Interface (RI-1).

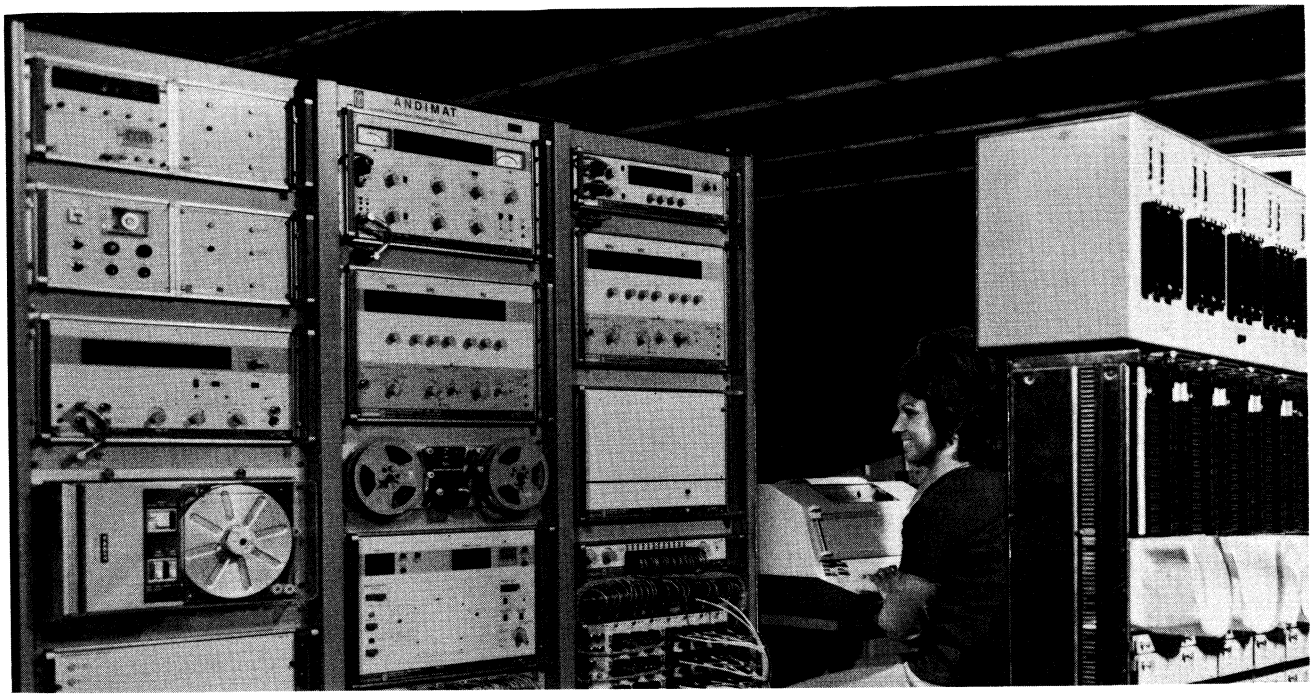
Registrierung
Die Registrierung der Meßergebnisse und der Zusatzinformationen geschieht bei Verwendung des Programmsteuer- und Auswertegeräts PRA-30 über die Ausgabesteuerung AST-30. Diese ist ebenfalls über das Systemkabel mit der Anlage verbunden. Die Ausgabesteuerung ermöglicht den Anschluß von Fernschreibern sowie Karten- und Streifenlochern. Darüber hinaus lassen sich einfache Parallel-Drucker über eine Druckerkarte direkt an das Gerät PRA-30 anschließen. Bei Betrieb mit einem Rechner kann über dessen Interface jedes geeignete Registriergerät angeschlossen werden.

Einsatzgebiete



TF
Meßautomat

Für die komplette Prüfung von Kanalumsetzern



- **Einfache Bedienung**
- **Geringer Personalbedarf**
- **Hohe Meßgeschwindigkeit**
- **Sehr kleine Meßfehler**
- **Selbsttätige Registrierung**
- **Vielseitige Meßwertverarbeitung**
- **Große Zuverlässigkeit**
- **Kurzfristige Amortisation**

Anwendung und Eigenschaften

Automatisches Messen rückt mehr und mehr in den Vordergrund. Das ist verständlich, bietet es doch viele Vorteile.
Betrachtet man z. B. einmal den Aufwand für die Teil- und Endprüfung einer Grundprimärgruppe:
Wieviel Messungen sind an den jeweils 12 Kanalein- und -ausgängen, an den 12 Signalein- und -ausgängen und an den 2 HF-Ein- und -Ausgängen durchzuführen? Wieviel verschiedene Parameter, bei wieviel verschiedenen Frequenzen sind zu erfassen? Welcher Aufwand an Umschaltungen zwischen den 12 Kanälen ist zu bewältigen?
Um bei der Kanalumsetzerprüfung nur 15 sich unterscheidende Parameter zu erfassen, sind ca. 900 Messungen und ca. 1200 Umschaltungen zwischen den Kanälen erforderlich.

Bei Einsatz des erweiterten Pegelmeßautomaten PA-4 wird diese Aufgabe mit Protokollierung der Ergebnisse in ca. 30 Minuten abgearbeitet. Dabei muß vom Bedienungspersonal nur der Startknopf gedrückt werden.
Wandel & Goltermann baut seit vielen Jahren Meßautomaten mit hervorragenden technischen Eigenschaften für die unterschiedlichsten Anwendungsgebiete. Dabei wurde neben der einfachen und bequemen Meßmöglichkeit die Rationalisierung als wichtigstes Ziel gesetzt und konsequent verwirklicht.
Ein Automat setzt sich aus mehreren Einzelgeräten zusammen, wobei Größe und Ausstattung von der jeweiligen Meßaufgabe bestimmt werden.

Systemkabel verbinden die einzelnen Geräte un tereinander. Die Automaten sind so ausgelegt, daß die Anpassung von Zusatz- sowie von verschiedenen Datenein- und -ausgabegeräten einfach mit serienmäßigen Steckkarten möglich ist.

Eine einzelne Messung oder eine komplette Meßreihe läuft nach Anschluß des Meßobjekts und Start des Meßprogramms automatisch ab.

Sie läßt sich jederzeit per Programm oder von Hand unterbrechen, wenn ein Objektabgleich zum Beispiel mit einer Wobbelmessung nötig wird.

Die Einzelgeräte lassen sich per Programmträger – Lochstreifen, Bandkassetten o. a. – zentral steuern und abfragen. Wechselt die Meßaufgabe, ist lediglich ein Programmwechsel erforderlich.

Auch kleine Stückzahlen können so rationell geprüft werden und was wichtig ist, das automatische Messen spart nicht nur Zeit in der Entwicklung, im Prüffeld und in der Fertigung, es erhöht auch die Gesamtgenauigkeit.

Entscheidend für Meßautomaten ist ihre Wirtschaftlichkeit. Sie werden deshalb vorteilhaft dort eingesetzt, wo kurze Meßzeit und große Meßgenauigkeit gefordert und eine weitere Verarbeitung der Meßwerte und deren Protokollierung gewünscht werden.

Die Meßergebnisse werden analog und digital ausgegeben: Analog auf einem Anzeigeinstrument

Digital durch Ziffernanzeige, über Drucker, mit Fernschreiber oder Schreibmaschine, als Lochstreifen oder Lochkarte im on-line-Betrieb mit Rechner oder mit dem einfacheren Programmsteuer- und Auswertegerät PRA-30.

Ein Beispiel aus der Praxis

Ein bekannter Hersteller von Nachrichtenübertragungssystemen setzt den Wandel & Goltermann-Pegelmeßautomaten PA-4 zur Messung von Filtern, Kanal-Umsetzern, Verstärkern, Entzerrern usw. ein.

Vor der Beschaffung des PA-4 wurde mit 66 % Meßzeiteinsparung gerechnet, im ersten Betriebsjahr jedoch schon 80 % erzielt!

Die Rentabilitätsberechnung des Anwenders für das erste Betriebsjahr ist unten aufgeführt. Bemerkenswert ist das Ergebnis: Der Automat amortisierte sich bei 1-Schichtbetrieb mit 8 Stunden in 1,93 Jahren, bei 1½-Schichtbetrieb mit 12 Stunden in 1,34 Jahren.

Rentabilitätsberechnung	5 Handmeßplätze		1 Meßautomat	
Tägliche Betriebszeit	8 Std.	12 Std.	8 Std.	12 Std.
Kapitaleinsatz (K)	1000 RE		1728 RE	
Lohn-/Lohnnebenkosten	982,0 RE	1473,0 RE	196,3 RE	294,5 RE
Energie	5,5 RE	8,2 RE	2,2 RE	3,3 RE
Raumkosten pro m² und Jahr	27,3 RE	27,3 RE	19,9 RE	10,9 RE
Steuer und Versicherung	225,0 RE	225,0 RE	389,0 RE	389,0 RE
Kalk. Zinsen				
Abschreibung				
Service-Kosten (5 % von K)	50,0 RE	50,0 RE	86,4 RE	86,4 RE
Gesamtkosten jährlich	1289,8 RE	1783,5 RE	684,8 RE	784,1 RE

Jährl. Kostenersparnis bei 8-Std.-Betrieb 605,0 RE bei 12-Std.-Betrieb 999,4 RE.
Jährl. Wiedergewinnung bei 8-Std.-Betrieb 891,0 RE, bei 12-Std.-Betrieb 1 290,0 RE.
Rentabilität bei 8-Std.-Betrieb 35 %, bei 12-Std.-Betrieb 67,8 %.
Amortisationsdauer bei 8-Std. = 1,94 Jahre, bei 12-Std. = 1,34 Jahre.

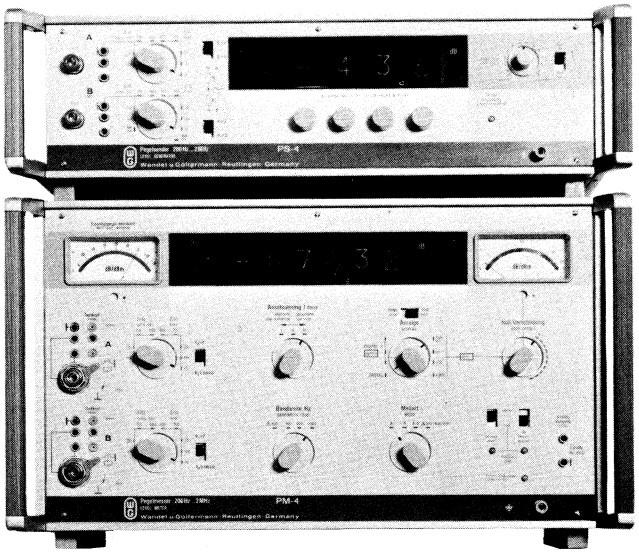
Das Beispiel bezieht sich auf 1-Schichtbetrieb (= 8 Std.) und 1,5-Schichtbetrieb (= 12 Std.)

Das sind die Vorteile:

- Ein Meßautomat kann mehrere konventionelle Meßplätze ersetzen. Das erspart Bedienungspersonal.
- Der Meßautomat ist einfach zu bedienen. Hochqualifizierte Fachkräfte stehen für andere Aufgaben zur Verfügung.
- Der programmierte Meßablauf verhindert Einstell-, Meß- und Ablesefehler. Zeitraubende Wiederholungen und nachträgliche Korrekturen entfallen.
- Durch automatische Registrierung der Meßergebnisse werden Fehler im Protokoll vermieden. Der Zeitaufwand verringert sich beträchtlich, speziell bei aufwendigen Abnahmemessungen.
- Die hohe Meßgeschwindigkeit ermöglicht eine lückenlose Baugruppenprüfung. Der Endabgleich von kompletten Geräten und Systemen wird dadurch wesentlich vereinfacht.
- In der Meßgenauigkeit und Auflösung werden neue Maßstäbe gesetzt. Damit werden auch die hohen Anforderungen moderner Nachrichtenübertragungssysteme in vollem Umfang erfüllt.
- Nicht nur die Registrierung, auch die Auswertung der Meßergebnisse erfolgt selbsttätig. Die automatische Datenreduzierung bietet neue Möglichkeiten der Fertigungsüberwachung und Fertigungssteuerung.

Technische Einzelheiten

Ein Automat für die komplette Messung von Kanalumsetzern besteht aus den folgenden Meßgeräten.

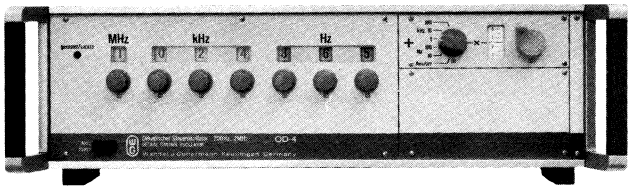


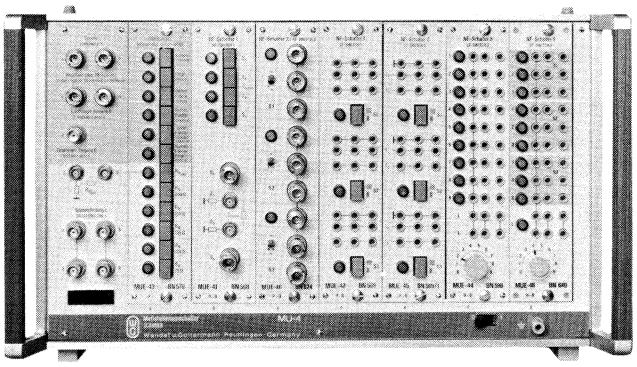
Pegelmeßplatz PSM-4

Die Erfassung der klassischen NF- und HF-Parameter, wie Verstärkung, Dämpfung, Frequenzgang, Trägerreste, Pilot-einkopplung, Klirr-, Reflexions- und Unsymmetriedämpfung, wie das verständliche Nebensprechen und viele andere mehr übernimmt der selektive Pegelmeßplatz PSM-4.
Dabei werden Meßgenauigkeiten für den Pegel bis zu 0,025 dB und für die Frequenz von besser 1 Hz erreicht.

Der Meßplatz besteht aus drei Teilgeräten, dem Sendeteil PS-4, dem selektiven Empfangsteil PM-4 und dem Steueroszillator OD-4. Sende- und Empfangsteil können vom Steueroszillator gemeinsam abgestimmt werden, so daß sich selektive Messungen bequem durchführen lassen.

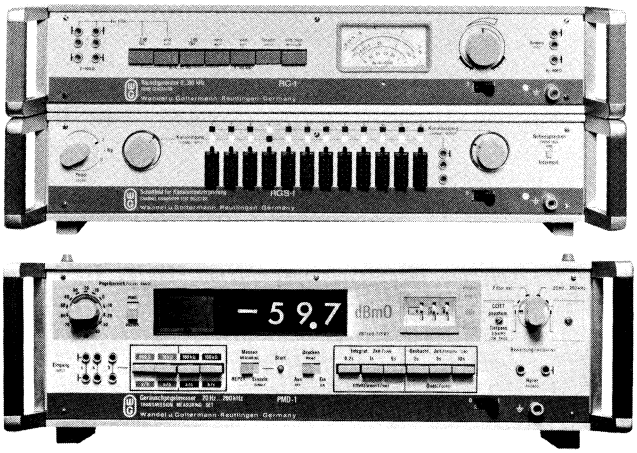
Der Sendepegel kann in Stufen von 0,1 dB im Bereich −69,9 bis +9,9 dB/dBm eingestellt werden. Sowohl der gewählte Sendepegel als auch die Meßfrequenz am Steueroszillator bzw. der Empfangspegel am Pegelmesser werden digital angezeigt. Die Anzeige des Empfangspegels erfolgt selbsttätig und vorzeichenrichtig in einem Bereich von −135 bis +18 dB (−125 bis +28 dBm).





Meßstellenumschalter MU-4

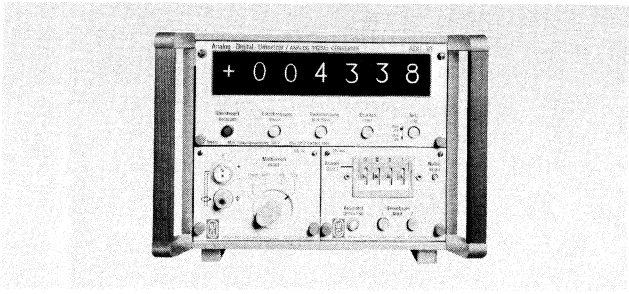
Bei der Kanalumsetzerprüfung übernehmen die sende- und empfangsseitig angeordneten Meßstellenumschalter MU-4 sämtliche Ein-, Aus- und Umschaltearbeiten.
Meßgeräte und Prüflingsadapter werden dazu einmalig mit den Meßstellenumschaltern verkabelt.



Rauschmeßplatz mit 2 Rauschgeneratoren RG-1, Schaltfeld RGS-1 und Digitaler Geräuschpegelmesser PMD-1

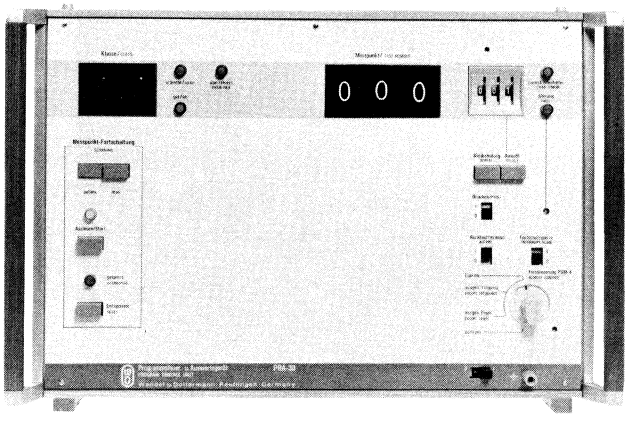
Die Messung des System-Grundgeräusches, der Intermodulation und des unverständlichen Nebensprechens wird durchgeführt mit dem Rauschmeßplatz, der aus 2 Rauschgeneratoren RG-1, dem Schaltfeld RGS-1 und dem Digitalen Geräuschpegelmesser PMD-1 mit psophometrischem Filter besteht.

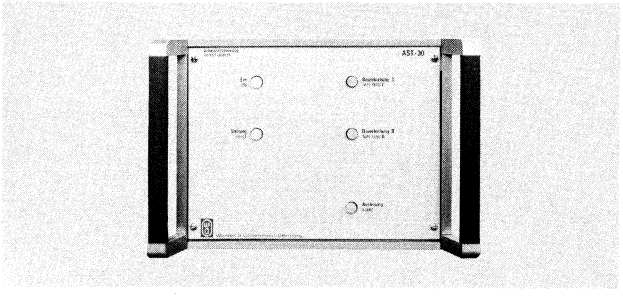
Die beiden nicht korrelierenden Rauschgeneratoren speisen dazu das Schaltfeld mit sprachbewertetem Rauschen. Im Schaltfeld wird die Rauschleistung auf die einzelnen Kanäle mit den entsprechenden Pegeln verteilt und die Geräuschspannungen anschließend mit dem PMD-1 gemessen.



Analog-Digital-Umsetzer ADU-30 mit Zählereinschub

Die Kontrolle der Wähl- und Zählzeichen eines jeden Kanals erfolgt mit einer Kombination aus Impulsgenerator und Impulsbreitenmesser, wobei jeweils ein Soll-/Istwertvergleich den Grad der durch den Prüfling verursachten Zeichenverzerrung ergibt.





Automatischer Meßablauf

Als Steuerperipherie sind zwei an technischem Komfort unterschiedliche Lösungen möglich.

Programmsteuerung und Auswertung mit PRA-30

Das Programmsteuer- und Auswertegerät PRA-30 steuert den gesamten Automaten. Es kann zahlreiche Ergebnisauswertungen vornehmen und ersetzt so in vielen Fällen einen aufwendigen Rechner.

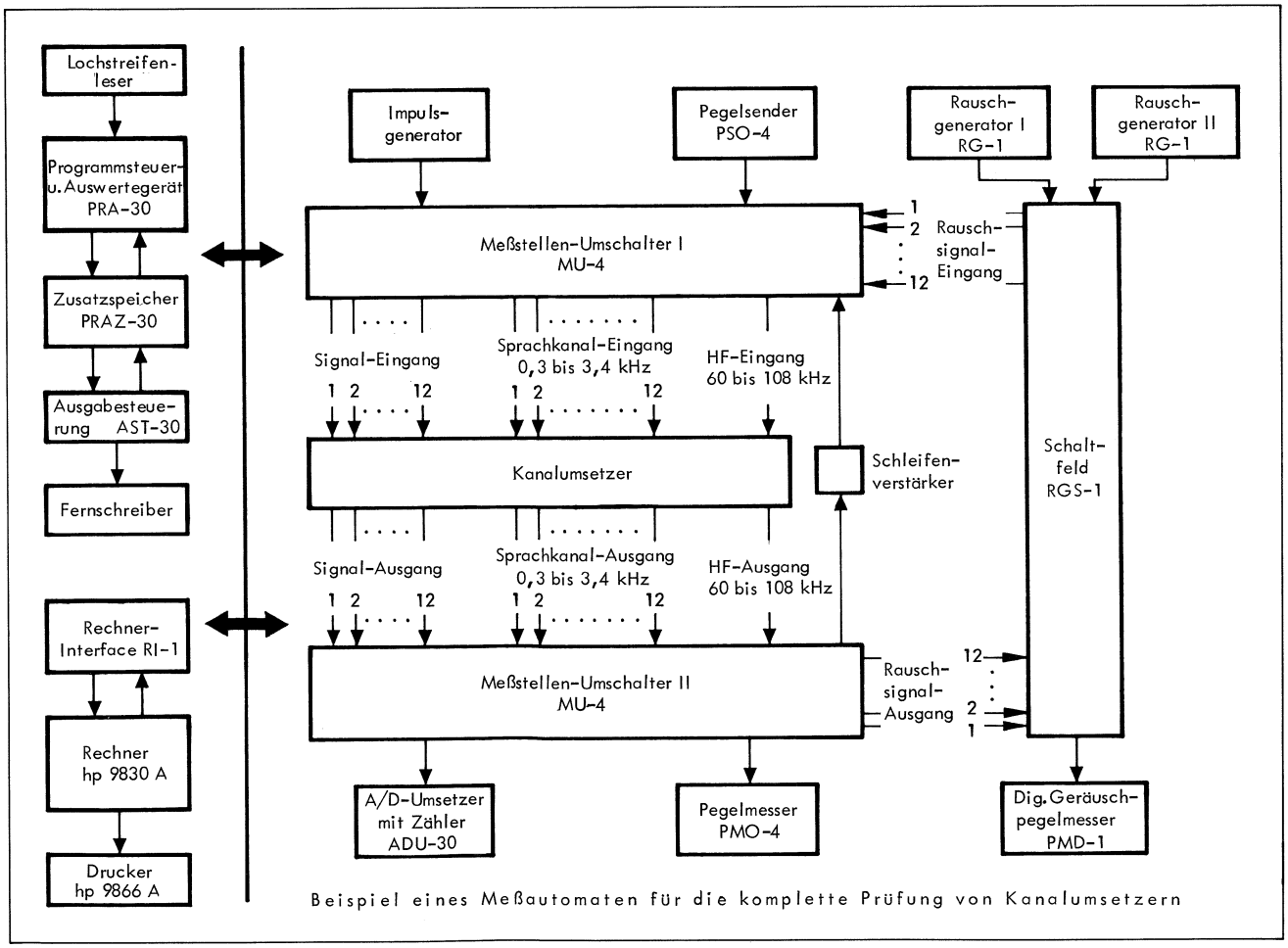
Seine Auswertefunktionen sind:
- Addition, Subtraktion, Mittelwertbildung
- 4 Arten des Grenzwertvergleichs
- 6 Arten der Maximum- oder Minimumbestimmung
- 4 Arten der Ergebnisklassierung

Für die Programmierung des PRA-30 und damit des gesamten Meßplatzes bedarf es keiner Spezialkenntnisse. Die Dateneingabe erfolgt per Lochstreifen, der einfach und schnell auf jedem Fernschreiber zu erstellen ist.
Zur Protokollierung der Meß- und Auswerteergebnisse ist ein Paralleldrucker direkt anschließbar.
Andere Registriergeräte wie Fernschreiber oder Streifenlocher lassen sich über das Registriergeräte-Interface AST-30 mit dem PRA-30 verbinden.

Programmsteuerung und Auswertung mit Rechner

Sollen umfangreiche Auswertungen, die Weiterverarbeitung der Meßergebnisse oder gar ein Datenaustausch zwischen zwei voneinander entfernten Prüforten möglich sein, empfiehlt sich der rechnergeführte Betrieb.
Zur Anpassung der Meßgeräte an den Rechner steht ein Rechner-Interface RI-1 zur Verfügung. Als Rechner kann der 9830 A von Hewlett Packard eingesetzt werden (andere Rechner auf Anfrage).
Die Programmsprache ist BASIC.
Zur Programmunterstützung für den Anwender hat Wandel & Goltermann eine Grund-Sorftware entwickelt. Sie enthält wichtige Unterprogramme, auf die der Anwender innerhalb seiner individuellen Software immer wieder zurückgreifen kann.
Damit wird auch die Programmerstellung beim Rechnerbetrieb einfach.
Innerhalb dieses Systems werden Dateninformationen bitparallel und stellenseriell übertragen. Die beteiligten Meßgeräte sind dabei über eine sogenannte bus line mit dem Datennetz der Kontrolleinheit verbunden.
Zur Anpassung jedes einzelnen Gerätes an die bus-line kommen im Fall der Parametereinstellung Serien-Parallel-Wandler und im Fall der Ergebnisabfrage Parallel-Serien-Wandler zum Einsatz. Die Verbindung zwischen Wandler und Meßgeräten erfolgt über 50polige Systemkabel.





Beispiel eines Meßautomaten für die komplette Prüfung von Kanalumsetzern

Mittlere Automatenzeit

für Messen und Registrieren	
mit PRA-30	3s
mit Rechner	1s

Pegelmeßplatz PSM-4

Frequenzbereich in Stufen zu 1 Hz	200 Hz bis 2 MHz
Sendepegelbereich in Stufen zu 0,1 dB	-69,9 bis +9,9 dB/dBm
Empfangspegelbereich, Auflösung 0,01 dB	-135 bis +18 dB -125 bis +28 dBm
Mittlere Genauigkeit	≦ ± 0,1 dB

Meßstellenumschalter MU-4

Anzahl der Einschubplätze	7
Anzahl der verschiedenen Einschübe	8
Frequenzbereich HF-Einschübe	0 bis 2 MHz
Mittlere Übersprechdämpfung HF-Einschübe	≧ 120 dB
Frequenzbereich NF-Einschübe	0 bis 10 kHz
Mittlere Übersprechdämpfung NF-Einschübe	≧ 90 dB

Digitaler Geräusch-pegelmesser PMD-1

Pegelauflösung	0,1 dBm
Mittlere Meßgenauigkeit	≦±0,25 dBm

Rauschgenerator RG-1

Anzahl der wählbaren Rauschspektren	4
Spektrum 1: weißes Rauschen	0 bis 108 kHz
Spektrum 2: weißes Rauschen	16 Hz bis 22 kHz
Spektrum 3: rosa Rauschen	16 Hz bis 22 kHz
Spektrum 4: sprachsimulierendes Rauschen	nach CCITT
Individueller Frequenzbereich für Spektrum 2 u. 3 über Fremdfilteranschluß möglich	
Sendepegel	-20 bis +3 dB
Ausgang	600 Ω

Schaltfeld RGS-1

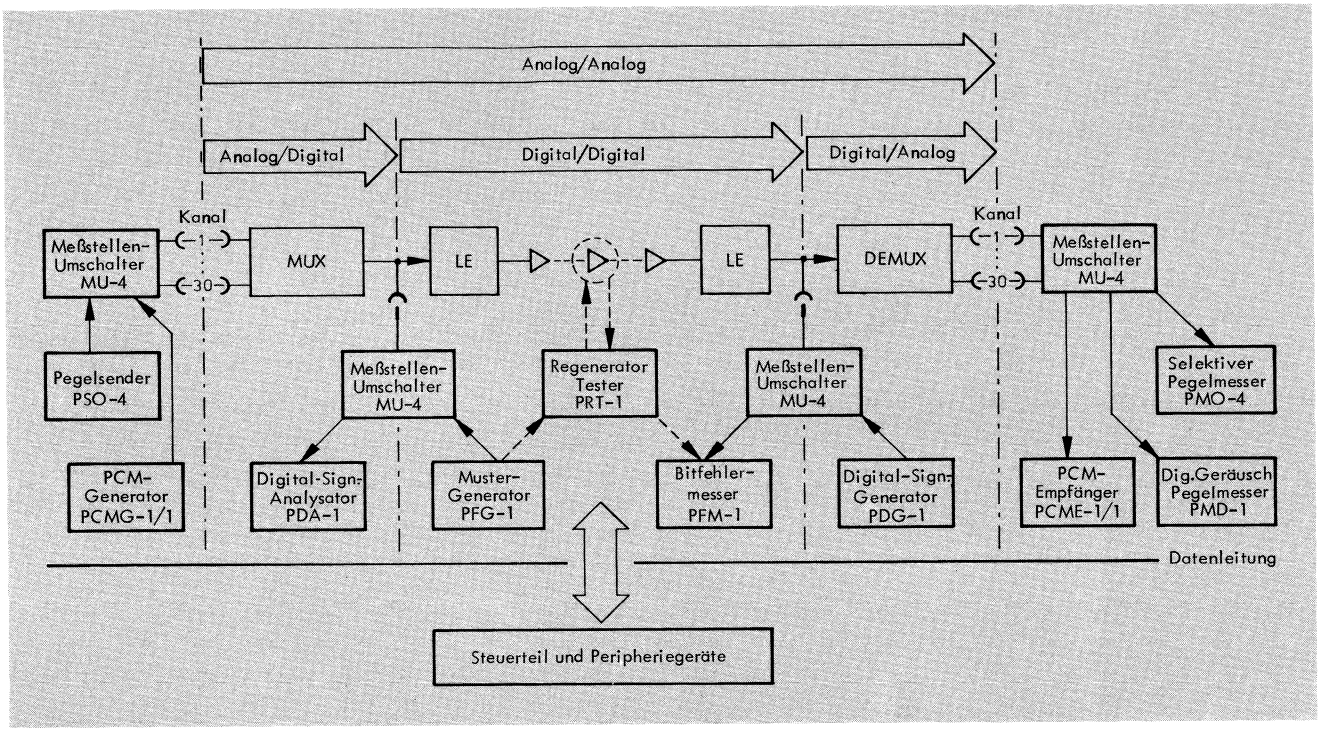
Ein/Ausgänge Sprachkanäle	600 Ω
Sendepegel „Nebensprechen"	0 dBm0 ≙ 1 mW0
Sendepegel „Intermodulation" Kanal n ±1	-15 dBm0 ≙ 32 µW0
Kanal n ±m m = 2 bis 9	-6,3 dBm0 ≙ 230 µW0
Übersprechen	≦- 80 dBm0
Ausgang für Geräuschpegelmesser	≧ 10 kΩ

Analog-Digital-Umsetzer ADU-30

Meßbereich DC	±1, 2 V, 12 V, 120 V
Meßbereich Zähler	0 bis 2 MHz
Zeitbasis zur Messung der Impulsbreite, Laufzeit, u. a.	1 µs bis 10s
Eingang DC	≧1 MΩ
Eingänge Zähler	≧2 kΩ

PCM
Meßautomat

für die Systemteil- und Gesamtprüfung



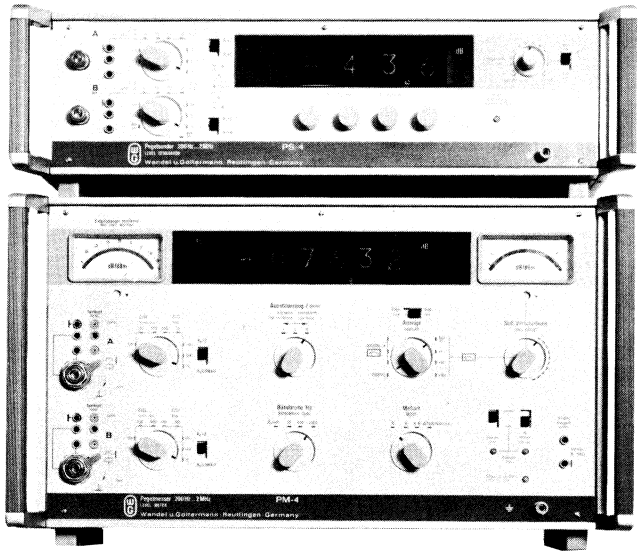
- **Einfache Bedienung**
- **Geringer Personalbedarf**
- **Hohe Meßgeschwindigkeit**
- **Sehr kleiner Meßfehler**
- **Selbsttätige Registrierung**
- **Vielseitige Meßwertverarbeitung**
- **Große Zuverlässigkeit**
- **Kurzfristige Amortisation**

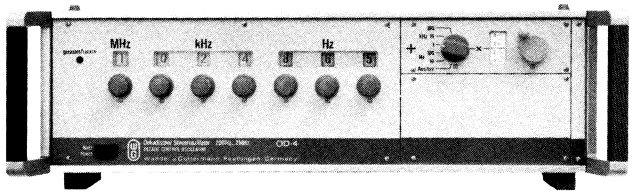
Anwendung und Eigenschaften

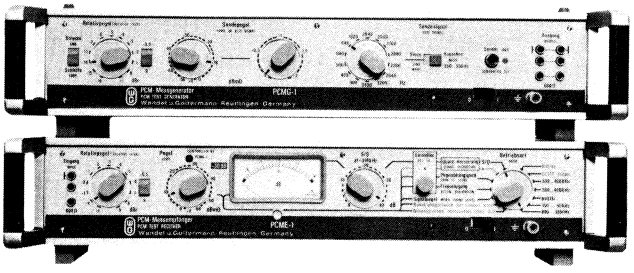
In der Nachrichtentechnik gewinnt zur Mehrfachausnutzung von Leitungen die zeitmultiplexe Übertragungstechnik immer mehr an Bedeutung.
An einem PCM-System lassen sich die Meßaufgaben in drei Abschnitte gliedern: Messung der Analogparameter an den Ein- und Ausgängen, Messungen im Bereich der digitalen Signalübertragung und Messung der Sendeseite vom Sprachkanal-Eingang zum Digitalsignal-Ausgang und der Empfangsseite vom Digitalsignal-Eingang zum Sprachkanal-Ausgang.
Für diese Messungen baut Wandel & Goltermann Meßautomaten mit hervorragenden technischen Eigenschaften. Dabei wurde neben der einfachen und bequemen Meßmöglichkeit die Rationalisierung als wichtigstes Ziel gesetzt und konsequent verwirklicht.
Entscheidend für Meßautomaten ist ihre Wirtschaftlichkeit. Sie werden deshalb vorteilhaft dort eingesetzt, wo kurze Meßzeit und große Meßgenauigkeit gefordert und eine weitere Verarbeitung der Meßwerte und deren Protokollierung gewünscht werden.
Die Meßergebnisse werden ausgegeben:
Analog auf einem Anzeigeinstrument, Digital durch Ziffernanzeige, über Drucker, mit Fernschreiber oder Schreibmaschine, als Lochstreifen oder Lochkarte im on-line-Betrieb mit Rechner oder mit dem einfacheren Programmsteuer- und Auswertegerät PRA-30.

Das sind die Vorteile:

- Ein Meßautomat kann mehrere konventionelle Meßplätze ersetzen. Das erspart Bedienungspersonal.
- Der Meßautomat ist einfach zu bedienen. Hochqualifizierte Fachkräfte stehen für andere Aufgaben zur Verfügung.
- Der programmierte Meßablauf verhindert Einstell-, Meß- und Ablesefehler. Zeitraubende Wiederholungen und nachträgliche Korrekturen entfallen.
- Durch automatische Registrierung der Meßergebnisse werden Fehler im Protokoll vermieden. Der Zeitaufwand verringert sich beträchtlich, speziell bei aufwendigen Abnahmemessungen.
- Die hohe Meßgeschwindigkeit ermöglicht eine lückenlose Baugruppenprüfung. Der Endabgleich von kompletten Geräten und Systemen wird dadurch wesentlich vereinfacht.
- In der Meßgenauigkeit und Auflösung werden neue Maßstäbe gesetzt. Damit werden auch die hohen Anforderungen moderner Nachrichtenübertragungssysteme in vollem Umfang erfüllt.
- Nicht nur die Registrierung, auch die Auswertung der Meßergebnisse erfolgt selbsttätig. Die automatische Datenreduzierung bietet neue Möglichkeiten der Fertigungsüberwachung und Fertigungssteuerung.







Technische Einzelheiten

Mit den folgenden Geräten lassen sich alle Meßaufgaben bewältigen – sowohl die individuellen als auch die nach CCITT G 711/712.

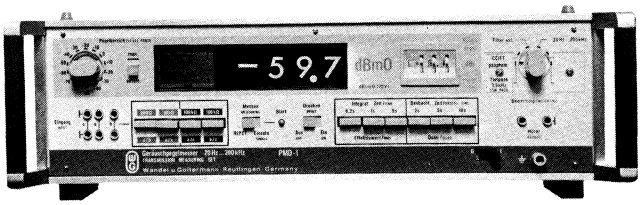
Pegelmeßplatz PSM-4

Der PSM-4 besteht innerhalb des Meßautomaten aus Sendeteil PSO-4 = Sender + Frequenzdekade und Empfangsteil PMO-4 = selektiver Empfänger + Frequenzdekade.
Mit Ausnahme der Quantisierungsverzerrung messen diese Geräte sämtliche Analogparameter des PCM-Systems. Dies sind z. B. Reflexion- und Symmetriedämpfung an den Kanalein- und -ausgängen, Frequenz- und pegelabhängige Restdämpfung, Klirrverzerrung, Störfrequenzen ≧ 4 kHz am Kanaleingang, Außerband-Störfrequenzen am Kanalausgang, verständliches Fern- und Nahnebensprechen, Intermodulation von zwei Sendesignalen, Frequenzgangmessungen und andere Messungen mehr.
Der Meßplatz arbeitet mit sehr großer Genauigkeit. Es sind sowohl Absolut- als auch Differenzpegelmessungen in zwei gleichwertigen Meßzweigen möglich. Die Eigenschaft der Differenzmessung zwischen einem Meß- und Referenzzweig erlaubt auch auf einfache Weise eine Phasendifferenzmessung mit einem Phasenmesser, der an dem für beide Zweige gleichen ZF-Ausgang des Empfängers angeschlossen ist. Über das Verhalten der Phase des Prüflings im interessierenden Frequenzbereich kann die Gruppenlaufzeit ermittelt werden.

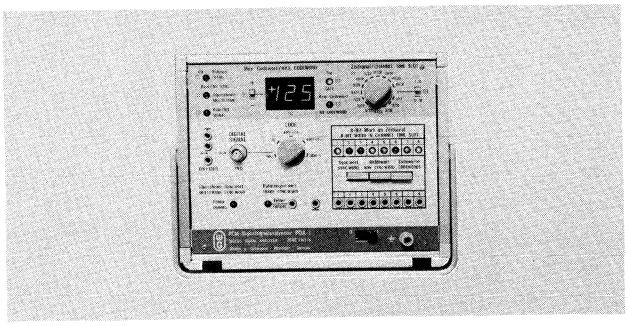
Modifizierter PCM-Meßplatz PCM-1

Er besteht aus dem PCM-Generator PCMG-1/1 und dem PCM-Empfänger PCME-1/1 und mißt die wichtigen PCM-Systemparameter Quantisierungsverzerrung mit Rauschen oder Sinus und Intermodulation.

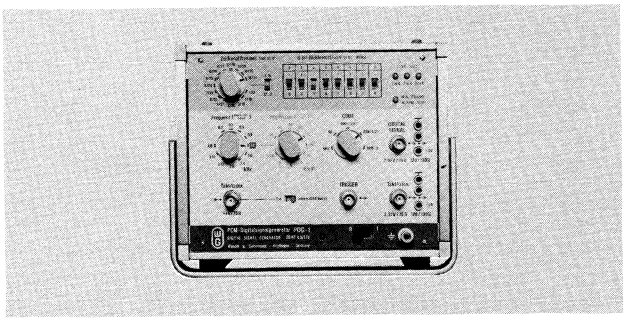
Digitaler Geräuschpegelmesser PMD-1
Der PMD-1 dient zur unbewerteten oder nach CCITT bewerteten Geräusch- und Fremdspannungsmessung im Sprachkanal.



Digitalsignal-Analysator PDA-1
Der PDA-1 mißt am sendeseitigen PCM-Multiplexgerät: Pegel- bzw. Frequenzabhängigkeit der Restdämpfung, Aussteuerungsgrenze, Nullpunktsymmetrie, Nebensprechen. Als Pegelsender arbeiten dabei PSO-4 u. PCMG-1/1. Digitale Spitzenwertmessung; Entnahme von 8-bit-Codewörtern aus einem vorwählbaren Fernsprechkanal.

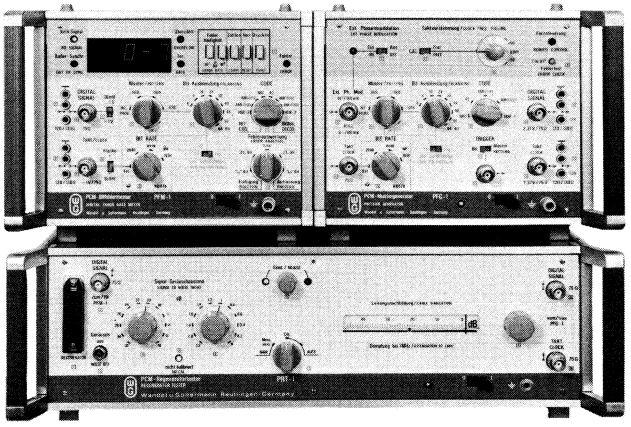


Digitalsignal-Generator PDG-1
Der PDG-1 speist die empfängerseitige Endstelle des PCM-Systems mit digitalen Signalen. Frequenzgang, Restdämpfung und Übersprechdämpfung lassen sich dann mit dem Meßempfänger PMO-4 ermitteln. Codes: RZ, NRZ, AMI und HDB-3; interner Takt 2048 kbit/s; frei programmierbares 8-bit-Meldewort; Alarmprüftasten.

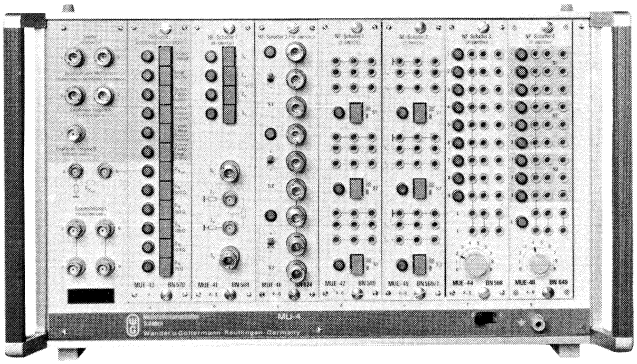


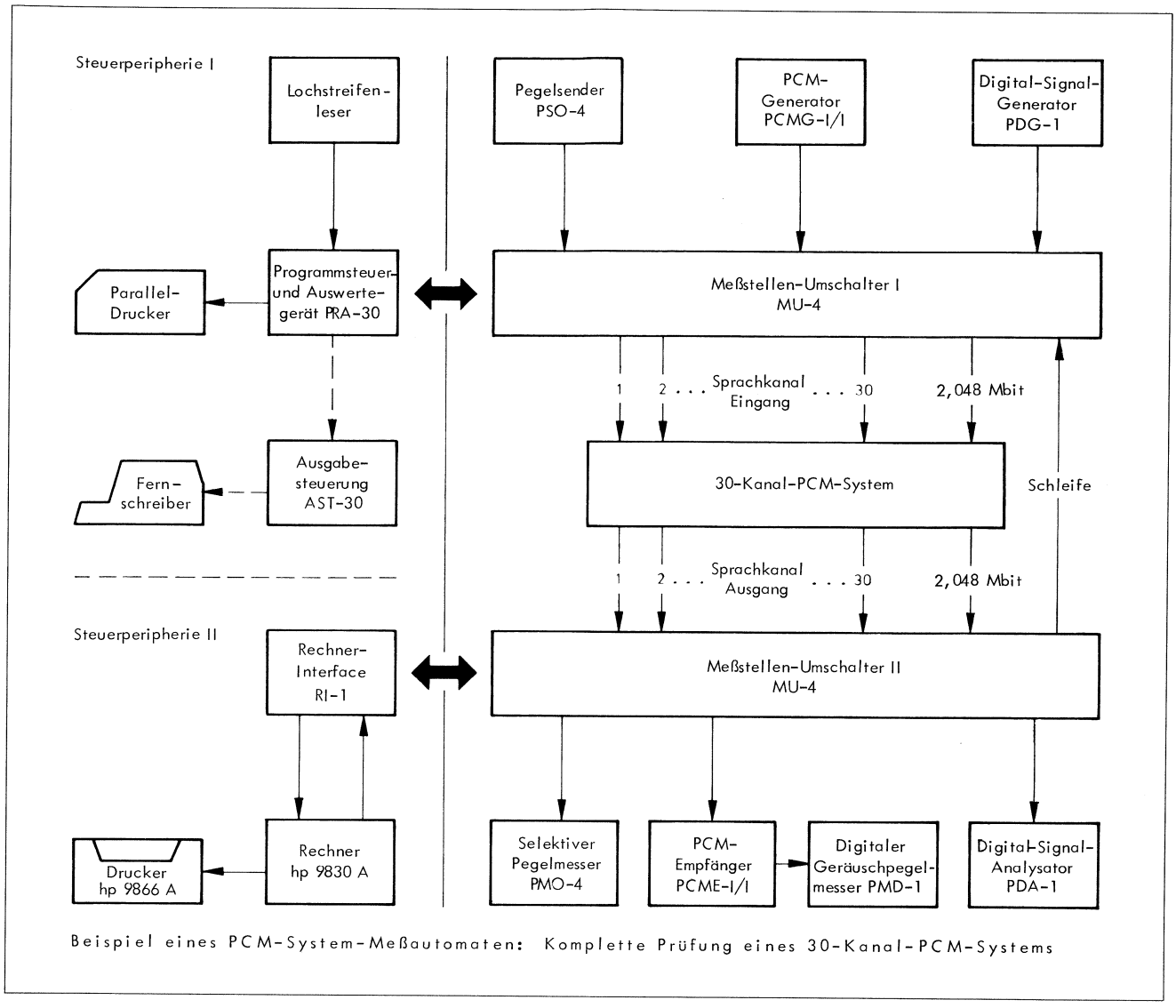
Bitfehler-Meßplatz PF-1
Der Mustergenerator PFG-1 sendet über die PCM-Strecke digitale Muster, die im Bitfehlermesser PFM-1 mit einem Referenzmuster verglichen werden. Der PFM-1 errechnet Fehlerhäufigkeit und Absolutfehler. Die Gesamtfehlerhäufigkeit kann auf Einfügungs- und Auslassungsfehler untersucht werden. Bitraten: 1536 . . . 8448 kbit/s intern, 48 . . . 8500 kbit/s extern; Codes: RZ, NRZ, AMI, HDB-3; frei programmierbares 16 bit-Wort.

Regeneratortester PRT-1
Der PRT-1 simuliert den Einfluß des Nahnebensprechens auf die Bitfehlerquote eines Regenerativverstärkers. Dabei ist der S/N-Abstand in einem großen Bereich wählbar. Als Mustergenerator ist der PFG-1 und als Bitfehlermesser der PFM-1 zusätzlich erforderlich.



Meßstellenumschalter MU-4
Der MU-4 macht sämtliche zwischen Meßobjekt und Meßgeräten erforderlichen Umschaltungen. Dazu wird er einmalig mit dem Prüflingsadapter verkabelt. Das Austauschen der Prüflinge geht dadurch schnell und problemlos.





Beispiel eines PCM-System-Meßautomaten: Komplette Prüfung eines 30-Kanal-PCM-Systems

Automatischer Meßablauf

Programmsteuerung und Auswertung mit PRA-30
Dieser Baustein steuert den gesamten Automaten. Er kann außerdem zahlreiche einfache Ergebnisauswertungen vornehmen und ersetzt so in vielen Fällen einen aufwendigen Rechner. Das sind seine Auswertefunktionen:

- Addition, Subtraktion, Mittelwertbildung
- 6 Arten der Maximum-Minimum-Bestimmung
- 4 Arten des Grenzwertvergleiches
- 4 Arten der Klassierung

Für die Programmierung des PRA-30 und damit des gesamten Meßplatzes bedarf es keiner Spezialkenntnisse. Der Programmlochstreifen kann einfach und schnell auf jedem Fernschreiber hergestellt werden.

Programmsteuerung und Auswertung mit Rechner
Für umfangreiche Auswertung und Weiterverarbeitung der Meßergebnisse ist mit Hilfe des Rechnerinterface RI-1 die Anpassung an den Rechner 9830 A von Hewlett Packard möglich (andere Rechner auf Anfrage). Die Programmsprache ist BASIC.
Innerhalb dieses Systems werden Dateninformationen bitparallel und stellenseriell übertragen. Die beteiligten Meßgeräte sind dabei über eine sogenannte bus line mit dem Datennetz der Kontrolleinheit verbunden.
Zur Anpassung jedes einzelnen Gerätes an die bus line kommen im Fall der Parametereinstellung Serien-Parallel-Wandler und im Fall der Ergebnisabfrage Parallel-Serien-Wandler zum Einsatz. Die Verbindung zwischen Wandler und Meßgeräten erfolgt über 50polige Systemkabel.

Mittlere Automatenzeit

für Messen und Registrieren
mit PRA-30 . . . . . 3s
mit Rechner 1s

Pegelmeßplatz PSM-4

Frequenzbereich in Stufen zu 1 Hz . . . . . 200 Hz bis 2 MHz
Sendepegelbereich in Stufen zu 0,1 dB . . . . . −69,9 dBm bis +9,9 dBm
Empfangspegelbereich, Auflösung 0,01 dB . . . . . −125 dBm bis +28 dBm
Mittlere Gesamtgenauigkeit . . . . . ≦ ± 0,1 dB

Meßstellenumschalter MU-4

Anzahl der Einschubplätze 7
Anzahl der verschiedenen Einschübe 8
Frequenzbereich HF-Einschübe . . . . . 0 bis 2 MHz
Mittlere Übersprechdämpfung HF-Einschübe . . . . . ≧ 120 dB
Frequenzbereich NF-Einschübe . . . . . 0 bis 10 kHz
Mittlere Übersprechdämpfung NF-Einschübe . . . . . ≧ 90 dB

Digitaler Geräusch-pegelmesser PMD-1

Pegelauflösung . . . . . 0,1 dB
Mittlere Meßgenauigkeit . . . . . ≦ ± 0,25 dB

Modifizierter PCM-Meßplatz PCM-1

Sendepegelbereich in Stufen zu 1 dB . . . . . −56 dBm bis +4 dBm
Wählbare Sinusfrequenzen 2
Rauschen . . . . . quasistochastisch

Digitalsignal-Analysator PDA-1

Bitfolge . . . . . 2048 kbit/s ± 200 bit/s
Signalcodes . . . . . NRZ, RZ, AMI, HDB-3
Eingang unsymm./symm. . . . . 75 Ω/120, 130 Ω
Codewortbereich . . . . . ± 0 bis ± 127
Taktfrequenz . . . . . 8 kHz, 64 kHz

Digitalsignal-Generator PDG-1

Bitfolge . . . . . 2048 kbit/s ± 100 bit/s
Signalcodes . . . . . NRZ, RZ, AMI, HDB-3
Ausgang unsymm./symm. . . . . 75 Ω/120, 130 Ω
1 kHz Simulationspegel . . . . . −55, −50, −40, −30, −25, −20, −15, −10, −5, +3,14 dBm0

Bitfehler-Meßplatz PF-1

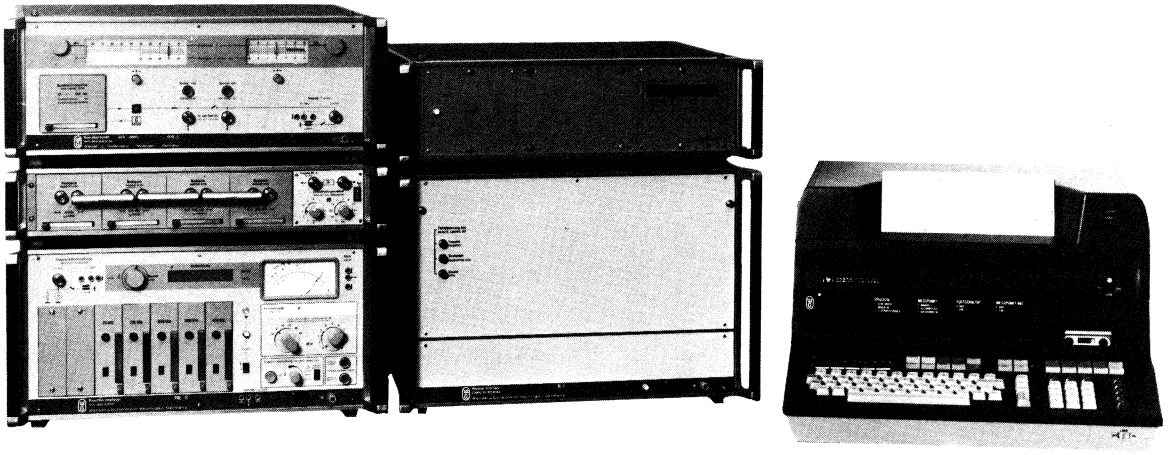
Muster . . . . . Quasi-Zufallsfolgen 2^9-1 bit, $2^{15}-1$ bit
Bitfolgen . . . .1010...,..10001..,..0000..
Bitwort . . . . . frei programmierbar
Bitfolgefrequenzen . . . . . (1536), 2048, 8448 kbit/s
Signalcodes . . . . . NRZ, RZ, AMI, HDB-3
Ein/Ausgänge unsymm./symm. . . . . 75 Ω/120, 130 Ω
Anzeigebereich Fehlerquote . . . . . $10^{-2}...10^{-8}$
Fehlerzählung . . . . . $1...10^5$

Regeneratortester PRT-1

Bitfolgefrequenz	2048 kbit/s
Signalcodes	AMI, HDB-3
Signalform	Rechteck
Dämpfungsbereich bei 1 MHz	0 bis 46 dB, Stufen 1 dB
S/N-Einstellung in 2-dB- Stufen	10 bis 32 dB
in 0,2-dB- Stufen	0 bis 2,2 dB

RA-500
Rauschklirr-Meßautomat

für die Nachrichtenübertragungstechnik



- **Einfache Bedienung**
- **Geringer Personalbedarf**
- **Hohe Meßgeschwindigkeit**
- **Sehr kleine Meßfehler**
- **Selbsttätige Registrierung**
- **Vielseitige Meßwertverarbeitung**
- **Große Zuverlässigkeit**
- **Kurzfristige Amortisation**

Anwendung und Eigenschaften

Die schnell fortschreitende Entwicklung in der Nachrichtentechnik erfordert Meßgeräte, die den wachsenden technischen Anforderungen genügen und ein rationelles Arbeiten ermöglichen. Eine Meßeinrichtung, die auf dem Gebiet der Rauschklirrmeßtechnik diese Anforderungen erfüllt, ist der Rauschklirrmeßautomat RA-500.
Das Konzept des Meßautomaten gestattet ein schnelles und bequemes Anpassen an die verschiedenen Meßaufgaben. Die serienmäßig lieferbaren Filtereinschübe erlauben den Einsatz für Rauschklirrmessungen an allen gebräuchlichen Kabel-, Richtfunk- und Satellitensystemen. Auch für modernste Anlagen sind Einschübe serienmäßig erhältlich. Durch die obere Frequenzgrenze der Grundgeräte von 60 MHz sind sie auch für kommende Systeme einsetzbar.
Die Grundeinheit des RA-500 bildet der zum fernsteuerbaren RK-500 modifizierte Rauschklirrmeßplatz RK-5.
Durch eine zusätzliche Steuer-, Auswerte- und Registriergeräte-Peripherie entsteht der Rauschklirrmeßautomat RA-500.

So werden die Meßergebnisse ausgegeben:
Analog auf einem Anzeigeinstrument
Digital durch Ziffernanzeige, über Drucker, mit Fernschreiber oder Schreibmaschine, als Lochstreifen oder Lochkarte im on-line-Betrieb mit Rechner oder mit dem einfacheren Programmsteuer- und Auswertegerät PRA-30.

Das sind die Vorteile:

- Ein Meßautomat kann mehrere konventionelle Meßplätze ersetzen. Das erspart Bedienungspersonal.
- Der Meßautomat ist einfach zu bedienen. Hochqualifizierte Fachkräfte stehen für andere Aufgaben zur Verfügung.
- Der programmierte Meßablauf verhindert Einstell-, Meß- und Ablesefehler. Zeitraubende Wiederholungen und nachträgliche Korrekturen entfallen.
- Durch automatische Registrierung der Meßergebnisse werden Fehler im Protokoll vermieden. Der Zeitaufwand verringert sich beträchtlich, speziell bei aufwendigen Abnahmemessungen
- Die hohe Meßgeschwindigkeit ermöglicht eine lückenlose Baugruppenprüfung. Der Endabgleich von kompletten Geräten und Systemen wird dadurch wesentlich vereinfacht.
- In der Meßgenauigkeit und Auflösung werden neue Maßstäbe gesetzt. Damit werden auch die hohen Anforderungen moderner Nachrichtenübertragungssysteme in vollem Umfang erfüllt.
- Nicht nur die Registrierung, auch die Auswertung der Meßergebnisse erfolgt selbsttätig. Die automatische Datenreduzierung bietet neue Möglichkeiten der Fertigungsüberwachung und Fertigungssteuerung.

Meßautomaten gibt es viele. Wandel & Goltermann baut sie seit vielen Jahren mit hervorragenden technischen Eigenschaften für die unterschiedlichsten Anwendungsgebiete. Schon immer haben wir für einfache und bequeme Meßmöglichkeiten gesorgt. Bei den Meßautomaten wurde die Rationalisierung als wichtigstes Ziel gesetzt und konsequent verwirklicht. Meßautomaten von Wandel & Goltermann sind nicht nur nach den Daten zu beurteilen – charakteristisch und entscheidend ist ihre Wirtschaftlichkeit.

Grundlegendes zur Rauschklirrmessung

In modernen Nachrichtenverbindungen sind eine größere Anzahl von Fernsprechkanälen zu „Frequenzpaketen" zusammengefaßt. Diese Frequenzpakete werden durch Richtfunk- oder Kabelsysteme übertragen. Dabei lassen sich Übertragungsverzerrungen nicht völlig vermeiden, so daß neben dem Wärmerauschen der Geräte auch aussteuerungsabhängige Intermodulationsgeräusche auftreten. Für das zulässige Gesamtgeräusch sind feste Werte vorgeschrieben. Die Methode der Rauschklirrmessung ist ein geeignetes und bewährtes Verfahren zur Kontrolle und Beurteilung der Qualität einer Übertragungsanlage oder ihrer Baugruppen.
Weißes Rauschen, mit einer dem Basisband des Übertragungssystems entsprechenden Bandbreite, bildet recht genau die Betriebsbelastung des Systems nach. Schaltet man hinter die Rauschquellen ein oder gegebenenfalls wenige schmale Bandsperrfilter, so ergeben sich die gleichen Verhältnisse wie bei einem voll belasteten System mit einem oder wenigen nicht belegten Kanälen. Ein selektiver Empfänger mißt am Ausgang des Systems die nun in den Sperrlücken vorhandene Leistung, die sich aus dem Grundrauschen und dem Intermodulationsgeräusch des Systems zusammensetzt. Die Meßgröße Rausch-Leistungs-Abstand (Noise Power Ratio, NPR) ergibt sich aus der Differenz des gemessenen Empfangspegels ohne bzw. mit sendeseitig eingeschalteten Bandsperren. Hierzu wird der Prüfling zunächst bei überbrückten Bandsperrfiltern ausgesteuert und der Empfangspegel ermittelt. Dann schaltet man auf der Sendeseite vor dem Prüfling die Bandsperren ein und mißt empfangsseitig das in die Sperrlücken fallende Geräusch. Die Differenz der beiden Meßergebnisse ergibt den Rausch-Leistungs-Abstand in dB als Kenngröße für die Übertragungsqualität.
Eine weitere Meßgröße ist der Signal-Geräusch-Abstand (Signal-to-Noise Ratio, S/N), das heißt der Abstand des gemessenen Geräuschpegels vom Kanalpegel. Zur Messung dieser Größe schaltet man auf der Sendeseite ein oder mehrere Bandsperrfilter ein, stimmt den Empfänger auf diese Sperrlücken ab und mißt die Geräuschleistung mit dem absolut geeichten Empfänger.
Wird zum Beispiel an einer Stelle mit dem Kanalpegel – 15 dBr eine Geräuschleistung von – 80 dBmp gemessen, dann beträgt der Signal-Geräuschabstand 65 dB. Da am Rauschklirrempfänger RE-500 alle vorkommenden Kanalpegel voreingestellt werden können, wird der Geräuschabstand bzw. der relative Geräuschpegel direkt in dBm0p und die relative Geräuschleistung in pW0p – also gehörrichtig bewertet – angezeigt.

Automatischer Meßablauf

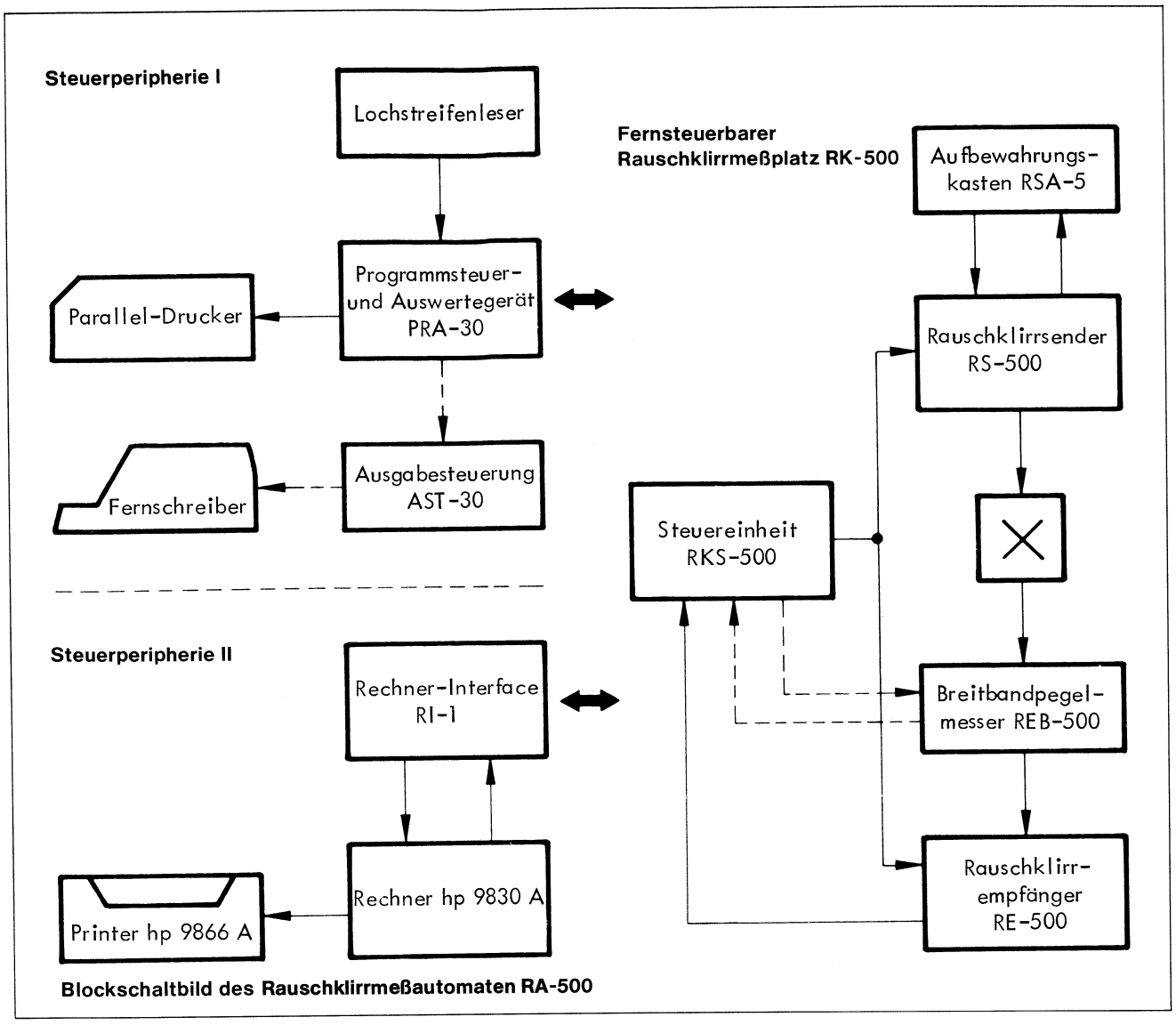
Durch Erweiterung des manuell oder ferngesteuert bedienbaren Rauschklirrmeßplatzes RK-500 mit dem Programmsteuer- und Auswertegerät PRA-30 bzw. mit einem Rechner entsteht der Rauschklirrmeßautomat RA-500.
Außer den Steuer- und Ergebnisauswertefunktionen sind somit

- Umrechnungen z. B. von dBp0p auf dBm0p
- Berechnungen z. B. von S/N, NPR u.v.a.m.

rationell und sicher durchzuführen.

Programmsteuerung und Auswertung mit PRA-30
Dieser Baustein steuert den gesamten Automaten. Er kann außerdem zahlreiche einfache Ergebnisauswertungen vornehmen und ersetzt so in vielen Fällen einen aufwendigen Rechner. Das sind seine Auswertefunktionen:

- Addition, Subtraktion, Mittelwertbildung
- 6 Arten der Maximum-Minimum-Bestimmung
- 4 Arten des Grenzwertvergleiches
- 4 Arten der Klassierung



Blockschaltbild des Rauschklirrmeßautomaten RA-500

Für die Programmierung des PRA-30 und damit des gesamten Meßplatzes bedarf es keiner Spezialkenntnisse. Der Programmlochstreifen kann einfach und schnell auf jedem Fernschreiber hergestellt werden.

Programmsteuerung und Auswertung mit Rechner
Für umfangreiche Auswertung und Weiterverarbeitung der Meßergebnisse ist mit Hilfe des Rechnerinterface RI-1 die Anpassung an den Rechner 9830 A von Hewlett Packard möglich (andere Rechner auf Anfrage). Die Programmsprache ist BASIC.

Innerhalb dieses Systems werden Dateninformationen bitparallel und stellenseriell übertragen. Die beteiligten Meßgeräte sind dabei über eine sogenannte bus line mit dem Datennetz der Kontrolleinheit verbunden.

Zur Anpassung jedes einzelnen Gerätes an die bus line kommen im Fall der Parametereinstellung Serien-Parallel-Wandler und im Fall der Ergebnisabfrage Parallel-Serien-Wandler zum Einsatz. Die Verbindung zwischen Wandler und Meßgeräten erfolgt über 50polige Systemkabel.

Technische Einzelheiten

Der Rauschklirrmeßautomat RA-500 wird zur manuellen oder programmgeführten Messung an symmetrischen oder koaxialen Systemen eingesetzt. Er ist im Baukastenprinzip aufgebaut und läßt sich an die jeweiligen Meßaufgaben optimal anpassen.
Die Bausteine:

- Rauschklirrsender RS-500
- Rauschklirrempfänger, mit o. ohne Pegelautom. RE-500
- Breitbandpegelmesser REB-500
- Aufbewahrungskasten RSA-5

- Aufbewahrungskasten mit Dämpfungsausgleich RSAD-5
- Aufbewahrungskasten RSK-5
- Steuereinheit zum RK-500 RKS-500
  mit Digitalanzeige für Sende- u. Empfangspegel
- Steuerperipherie I
  Programmsteuer- und Auswertegerät PRA-30
  Dateneingabe: Über Lochstreifenleser
  Datenausgabe:
  1. auf Paralleldrucker
  2. auf Fernschreiber, mit Hilfe der Ausgabesteuerung AST-30
  (Andere Registriergeräte auf Anfrage)
- Steuerperipherie II
  Rechner, Hewlett Packard 9830 A
  Rechner-Interface RI-1
  Datenausgabe: Auf Thermodrucker, Hewlett Packard 9866 A
  (Andere Rechner auf Anfrage)

In Funktion und Daten entsprechen die Grundgeräte RK-500 denen des RK-5. Zusätzlich sind jedoch fernsteuerbar:

- Rauschklirrsender RS-500
  Sendepegel in 2-dB-Stufen von + 14 dBm bis −84 dBm
  Sendepegelaustastung
  Bandsperren EIN/AUS
- Rauschklirrempfänger RE-500
  Wahl der Meßfrequenz und Empfängereichung
- Breitbandempfänger REB-500
  Wahl des Meßbereiches

Als Datendistributor und Datensammler kommt zwischen der Steuerperipherie des Automaten und den Grundgeräten RK-500 die Steuereinheit RKS-500 zum Einsatz. Sie enthält u. a.:

- Eine 3stellige Digitalanzeige des Sendepegels einschließlich Vorzeichen
- Eine 5stellige Digitalanzeige des Empfangspegels einschließlich Vorzeichen
- Eine programmierbare Umschaltmöglichkeit zwischen den Ergebnissen des RE-500 und des REB-500 (Option).

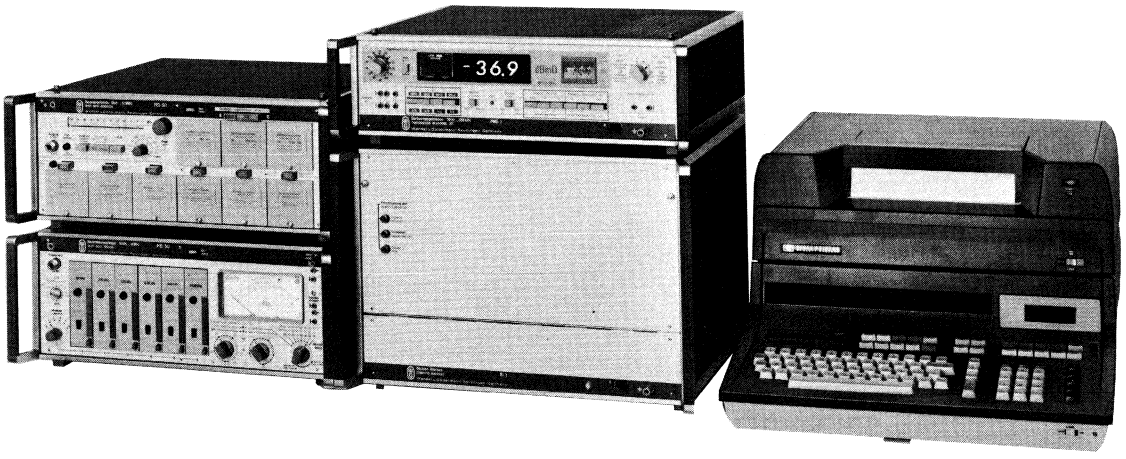
Die an den beiden Empfängern RE-500 und REB-500 analog zur Verfügung stehenden Meßergebnisse werden in der Steuereinheit RKS-500 gleichgerichtet (nur RE-500 Analogspannung), logarithmiert, digitalisiert und zu den vorgewählten Meßbereichen addiert. Vorzeichen- und betragsrichtig erfolgt dann die Digitalanzeige in dBp0p bzw. dBm0p oder in dBm (Option).

Technische Daten

Meßbereich für selektive Messungen	0 dBp0p bis 100 dBp0p (entsprechend −90 dBm0p bis +10 dBm0p)
Empfindlichkeit	10 mV/dB
Ausgangsspannung RE-500	0 bis 1 V
Ausgangsspannung beim Eichen	0 V entsprechen 0 dBp0p
Meßgenauigkeit	± 0,3 dB zusätzlich zu den Daten des RE-5
Meßzeit	max. 4,5 s
Kanalpegeleinstellungen	nur manuell
Meßbereich für Breitbandmessungen	−50 dBm bis + 10 dBm
Meßgenauigkeit	± 0,3 dB zusätzlich zu den Daten des REB-50
Übrige Daten	siehe Datenblatt RK-5

RA-50
Rauschklirr-Meßautomat

für die Nachrichtenübertragungstechnik



- **Einfache Bedienung**
- **Geringer Personalbedarf**
- **Hohe Meßgeschwindigkeit**
- **Sehr kleine Meßfehler**
- **Selbsttätige Registrierung**
- **Vielseitige Meßwertverarbeitung**
- **Große Zuverlässigkeit**
- **Kurzfristige Amortisation**

Anwendung und Eigenschaften

Die schnell fortschreitende Entwicklung in der Nachrichtentechnik erfordert Meßgeräte, die den wachsenden technischen Anforderungen genügen und ein rationelles Arbeiten ermöglichen. Eine Meßeinrichtung, die auf dem Gebiet der Rauschklirrmeßtechnik diese Anforderungen erfüllt, ist der Rauschklirrmeßautomat RA-50.

Das Konzept des Meßautomaten gestattet ein schnelles und bequemes Anpassen an die verschiedenen Meßaufgaben. Die serienmäßig lieferbaren Filtereinschübe erlauben den Einsatz für Rauschklirrmessungen an allen gebräuchlichen, koaxialen Kabel- und Richtfunksystemen mit Kanalzahlen bis 2700.
Die Grundeinheit des RA-50 bildet der fernsteuerbare Rauschklirrmeßplatz RK-50. Durch eine zusätzliche Steuer-, Auswerte- und Registriergeräte-Peripherie und den Geräuschpegelmesser PMD-1 zur Digitalisierung des Meßergebnisses entsteht der Rauschklirrmeßautomat RA-50.

Das sind die Vorteile:

- Ein Meßautomat kann mehrere konventionelle Meßplätze ersetzen. Das erspart Bedienungspersonal.
- Der Meßautomat ist einfach zu bedienen. Hochqualifizierte Fachkräfte stehen für andere Aufgaben zur Verfügung.
- Der programmierte Meßablauf verhindert Einstell-, Meß- und Ablesefehler. Zeitraubende Wiederholungen und nachträgliche Korrekturen entfallen.
- Durch automatische Registrierung der Meßergebnisse werden Fehler im Protokoll vermieden. Der Zeitaufwand verringert sich beträchtlich, speziell bei aufwendigen Abnahmemessungen.
- Die hohe Meßgeschwindigkeit ermöglicht eine lückenlose Baugruppenprüfung. Der Endabgleich von kompletten Geräten und Systemen wird dadurch wesentlich vereinfacht.
- In der Meßgenauigkeit und Auflösung werden neue Maßstäbe gesetzt. Damit werden auch die hohen Anforderungen moderner Nachrichtenübertragungssysteme in vollem Umfang erfüllt.
- Nicht nur die Registrierung, auch die Auswertung der Meßergebnisse erfolgt selbsttätig. Die automatische Datenreduzierung bietet neue Möglichkeiten der Fertigungsüberwachung und Fertigungssteuerung.

Meßautomaten gibt es viele. Wandel & Goltermann baut sie seit vielen Jahren mit hervorragenden technischen Eigenschaften für die unterschiedlichsten Anwendungsgebiete. Schon immer haben wir für einfache und bequeme Meßmöglichkeiten gesorgt. Bei den Meßautomaten wurde die Rationalisierung als wichtigstes Ziel gesetzt und konsequent verwirklicht. Meßautomaten von Wandel & Goltermann sind nicht nur nach den Daten zu beurteilen – charakteristisch und entscheidend ist ihre Wirtschaftlichkeit.

Technische Einzelheiten

Zur Durchführung automatischer Messungen läßt sich der Rauschklirr-Meßautomat RA-50 durch einen Programmgeber in den wesentlichen Funktionen fernsteuern. Beim Rauschklirrsender RS-50 sind mit Ausnahme der Pegelfeineinstellung in 0,1-dB-Schritten und der 10-dB-Pegelbereichsanhebung alle Funktionen fernsteuerbar.
Beim Rauschklirrempfänger RE-50 sind, abgesehen vom Bezugspegelschalter und dem Meßartenselektor, die in ihrer Funktion durch die Steuerperipherie voll ersetzt werden können, ebenfalls alle Funktionen voll fernsteuerbar.
Zur Digitalisierung und Weitergabe des Meßergebnisses an die Steuer-, Auswerte- und Registrierperipherie dient der in allen Funktionen serienmäßig fernsteuerbare Geräuschpegelmesser PMD-1.

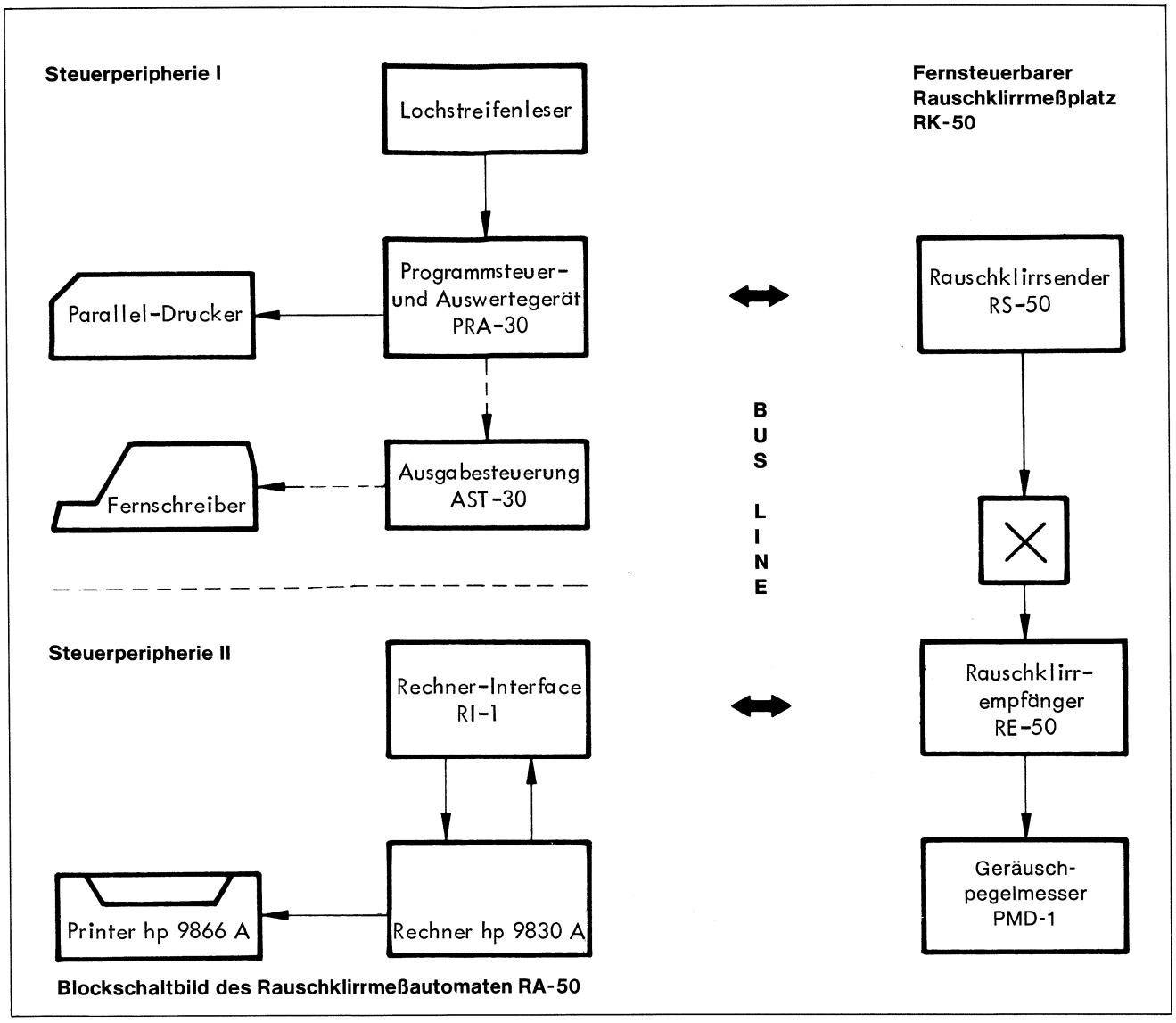
Die Bausteine:

- Rauschklirrsender RS-50
- Rauschklirrempfänger RE-50
- Geräuschpegelmesser PMD-1

- Steuerperipherie I
  Programmsteuer- und Auswertegerät PRA-30
  Dateneingabe: Über Lochstreifenleser
  Datenausgabe:
  1. auf Paralleldrucker
  2. auf Fernschreiber, mit Hilfe der Ausgabesteuerung AST-30
  (Andere Registriergeräte auf Anfrage)
- Steuerperipherie II
  Rechner, Hewlett Packard 9830 A
  Rechner-Interface RI-1
  Datenausgabe: Auf Thermodrucker, Hewlett Packard 9866 A
  (Andere Rechner auf Anfrage)

In Funktion und Daten entsprechen die Grundgeräte RA-50 denen des RK-50. Zusätzlich sind jedoch fernsteuerbar:

- Rauschklirrsender RS-50
- Sendepegel in 1-dB-Stufen von + 9 dBm bis −50 dBm
  Wahl der Meßfrequenz (parallel mit RE-50)
  Wahl der Bandbegrenzungsfilter
  Bandsperren AUS/EIN
  Sendepegelaustastung
- Rauschklirrempfänger RE-50
  Wahl der Meßfrequenz
  Wahl des Meßbereichs −20 dB bis −70 dB
- Geräuschpegelmesser PMD-1
  alle Schalterfunktionen auf der Frontplatte



Blockschaltbild des Rauschklirrmeßautomaten RA-50

Programmsteuerung und Auswertung mit PRA-30
Dieser Baustein steuert den gesamten Automaten. Er kann außerdem zahlreiche einfache Ergebnisauswertungen vornehmen und ersetzt so in vielen Fällen einen aufwendigen Rechner. Das sind seine Auswertefunktionen:

- Addition, Subtraktion, Mittelwertbildung
- 6 Arten der Maximum-Minimum-Bestimmung
- 4 Arten des Grenzwertvergleiches
- 4 Arten der Klassierung

Für die Programmierung des PRA-30 und damit des gesamten Meßplatzes bedarf es keiner Spezialkenntnisse. Der Programmlochstreifen kann einfach und schnell auf jedem Fernschreiber hergestellt werden.

Programmsteuerung und Auswertung mit Rechner
Für umfangreiche Auswertung und Weiterverarbeitung der Meßergebnisse ist mit Hilfe des Rechnerinterface RI-1 die Anpassung an den Rechner 9830 A von Hewlett Packard möglich (andere Rechner auf Anfrage). Die Programmsprache ist BASIC.
Innerhalb dieses Systems werden Dateninformationen bitparallel und stellenseriell übertragen. Die beteiligten Meßgeräte sind dabei über eine sogenannte bus line mit dem Datennetz der Kontrolleinheit verbunden.
Zur Anpassung jedes einzelnen Gerätes an die bus line kommen im Fall der Parametereinstellung Serien-Parallel-Wandler und im Fall der Ergebnisabfrage Parallel-Serien-Wandler zum Einsatz. Die Verbindung zwischen Wandler und Meßgeräten erfolgt über 50polige Systemkabel.

Automatischer Meßablauf

Bei der Messung des Rauschleistungsdichte-Abstandes NPR wird die Differenz zwischen dem Pegel der Rauschleistungsdichte im nicht gesperrten Meßkanal und dem Pegel der Rauschleistungsdichte im gesperrten Meßkanal gemessen.

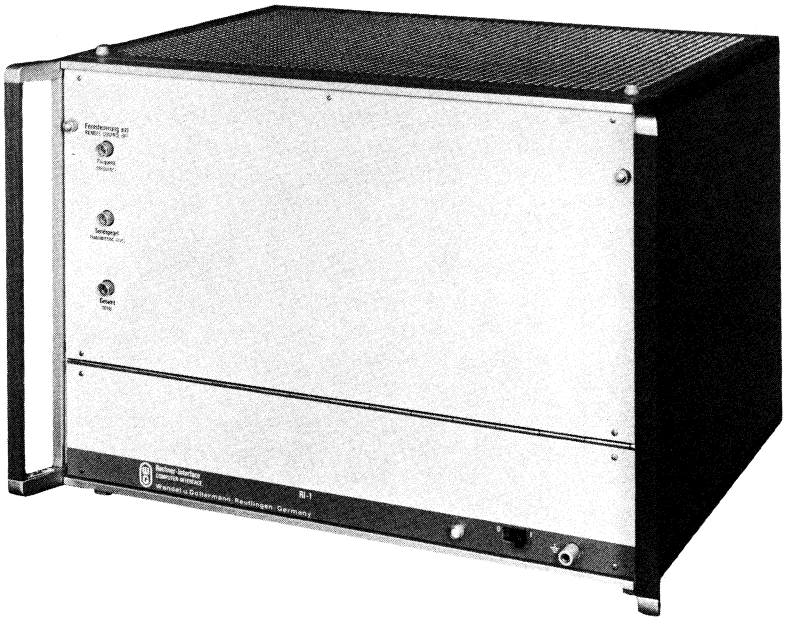
Beide Meßergebnisse werden im Steuer- und Auswerteteil gespeichert, ausgewertet und anschließend dem Registriergerät zum Protokollieren zugeführt.
Die Messung des Signal-Geräusch-Abstands S/N erfolgt in ähnlicher Weise.

Technische Daten

Pegeleinstellbereich in 1-dB-Stufen	+9 bis −50 dBm
Meßbereich für Geräuschpegelmessungen (für beliebige Bereichsschalterstellungen, außer −10 dB und ▼)	−90 bis −10 dBm0p
Leerlaufspannung am NF-Ausgang II	−79 bis +1 dB
Innenwiderstand	1 kΩ
Meßgenauigkeit	± 0,3 dB zusätzlich zu den Daten RE-50
Meßzeit	max. 4,5 s
Übrige Daten	siehe Datenblatt RK-50

RI-1
Rechner-Interface

zur Anpassung programmierbarer Meßgeräte an Rechner



- **Datenverkehr zwischen Rechner und Interface im ASCII-Code**
- **Anpassung an verschiedene Meßgeräte durch Steckkarten**
- **16 Steckkartenplätze**
- **Individuelle und universelle Ein- und Ausgabekarten**
- **Tasten zur An- und Abschaltung der Fernsteuerung vor oder während des Programmlaufs**

Anwendung und Eigenschaften

Das Rechner-Interface RI-1 hat die Aufgabe, den Datenverkehr zwischen Rechner und fernsteuerbaren Meßgeräten zu ermöglichen. Dadurch kann der Rechner die Meßgeräte steuern und deren Meßergebnisse abfragen. Die Rechnerschnittstelle wird also im RI-1 an die Geräteschnittstelle angepaßt.
Für jedes angeschlossene Meßgerät enthält das RI-1 einen Ausgabespeicher zur Umsetzung der vom Rechner gelieferten Daten in die für die Meßgeräte notwendige Form. Außerdem sind für Meßgeräte, die Ergebnisse an den Rechner liefern, Parallel-Serien-Wandler erforderlich, die das Meßergebnis für den Rechner aufbereiten.
Das Rechner-Interface besteht aus dem Grundgerät mit dem Stromversorgungsteil und zwei Anpassungskarten für den Rechner. Es enthält außerdem entsprechend den angeschlossenen Meßgeräten die erforderlichen Ausgabespeicher und Parallel-Serien-Wandler. Diese sind zur Erleichterung der Anpassung an verschiedene Meßgeräte als Steckkarten ausgeführt. Da insgesamt 16 Steckkartenplätze zur Verfügung stehen, lassen sich auch umfangreiche Meßplätze realisieren.

Die Meßgeräte und der Rechner werden über steckbare Kabel an das RI-1 angeschlossen.

Mit den Tasten auf der Vorderseite des Rechner-Interface läßt sich die Fernsteuerung ausschalten. Damit kann der Programmablauf jederzeit unterbrochen werden.

Technische Einzelheiten

Struktur der Datenübertragung

Bei der stellenseriellen Datenübertragung zwischen dem Rechner und dem RI-1 wird innerhalb jeder Stelle ein Zeichen im ASCII-Code bitparallel übertragen. Für Output- und Input-Operationen stehen zwei getrennte Datenkanäle zur Verfügung: DATA-OUT-BUS (DOB) und DATA-IN-BUS (DIB).
Bei Output-Operationen übernimmt das RI-1 das vom Rechner auf den DOB geschaltete Zeichen und legt es im angewählten Ausgabespeicher ab.
Bei Input-Operationen schaltet das Interface das vom angewählten Parallel-Serien-Wandler abgerufene Zeichen auf den DIB, von wo es dann der Rechner übernimmt.

Schnittstellen-Bedingungen

Das Interface RI-1 ist geeignet für Rechner, die folgende Eigenschaften haben.
Für den Datenaustausch mit der Peripherie müssen für Output- und Input-Operationen zwei getrennte Datenkanäle mit mindestens 7 Bits zur Verfügung stehen, über die folgende ASCII-Zeichen übertragen werden können:

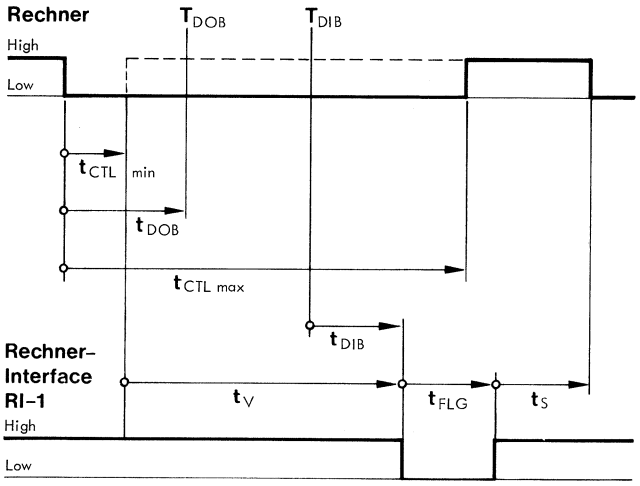
DOB: A . . . M, R, S, T, V, W, +, −, 0 . . . 9

DIB: +, −, 0 . . . 9, sowie ein vom Rechnertyp abhängiges ASCII-Zeichen.

Die Daten- und Timingsignale müssen entweder alle 5-V-Logik oder 12-V-Logik mit der Zuordnung L ≙ low und 0 ≙ high haben.

Timing-Bedingungen

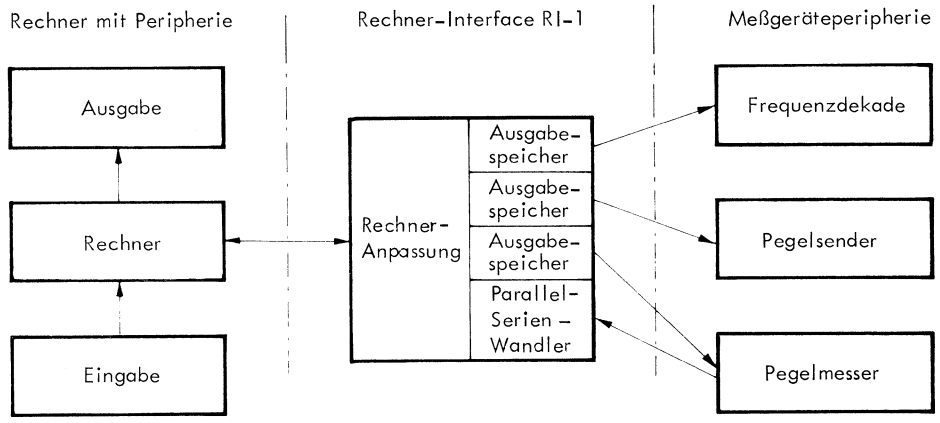
Der Rechner signalisiert den Start einer Output- oder Input-Operation durch CONTROL (CTL).
Bei Output-Operationen müssen zum Zeitpunkt T_{DOB} die gültigen Daten auf dem DATA-OUT-BUS (DOB) liegen.
Bei Input-Operationen schaltet das RI-1 zum Zeitpunkt T_{DIB} die gültigen Daten auf den DATA-IN-BUS (DIB).
Das RI-1 meldet das Ende eines Verarbeitungszyklus durch FLAG (FLG).
Der Start einer nachfolgenden Output- oder Input-Operation ist erst nach dem Low-High-Übergang von FLG zulässig.
Diese Timing-Bedingungen gelten sinngemäß auch für Rechner, die bei Input-Operationen nicht deren Start melden, sondern erst nach erfolgter Übernahme der DIB-Daten ein Signal CTL liefern.
Die Zeiten t_{DOB}, t_{DIB}, t_{FLG} und t_V sind durch einfache Änderungen auf den Rechneranpassungskarten in weiten Bereichen einstellbar. Dadurch ist es möglich, den Einfluß verschieden langer Verbindungskabel zwischen Rechner und RI-1 auszugleichen und verschieden schnelle Rechner anzuschließen.



Timing bei Output- und Input-Operationen (vereinfachte Darstellung)

Erläuterung der Abkürzungen

t_{CTL}	Startzeit einer Output- bzw. Input-Operation
t_{DOB}	Zeit für das Bereitstellen der Daten bei Output-Operationen
T_{DOB}	Zeitpunkt, bei dem die Daten bei einer Output-Operation auf dem DATA-OUT-BUS liegen müssen
t_{DIB}	Zeit für das Bereitstellen der Daten bei Input-Operationen
T_{DIB}	Zeitpunkt, bei dem das RI-1 die Daten bei einer Input-Operation auf den DATA-IN-BUS schaltet
t_{FLG}	Zeit für den Impuls, der das Ende von einem Verarbeitungszyklus meldet
t_S	Zeit bis zum Start einer neuen Output- oder Input-Operation
t_V	Zeit für einen Verarbeitungszyklus im RI-1



Vereinfachtes Blockschaltbild eines Pegelmeßautomaten

Technische Daten des Rechner-Interface RI-1

Alle wesentlichen Geräteeigenschaften sind durch garantierte Toleranz- und Grenzwertangaben und nicht durch typische Werte gekennzeichnet. Sie gelten nicht nur bei Auslieferung, sondern mindestens für die gesamte Garantiezeit.

16 Steckkartenplätze für Ausgabespeicher und Parallel-Serien-Wandler

Anschluß von Rechner und Meßgeräten über steckbare Kabel

Allgemeine Angaben

Netzspannungsbereiche	110, 117, 127, 220, 227, 235 V jeweils −15 % bis +10 %
Netzfrequenz	45 Hz bis 66 Hz
Leistungsaufnahme (voll bestückt)	ca. 75 W
Umgebungstemperaturbereich für Betrieb	0 bis +45 °C
für Lagerung	−30 °C bis +70 °C

Abmessungen	Tischgerät		19"-Einschub (DIN 41 494)	
	Breite mit Griffen	478 mm	Einschubbreite	443 mm
	Höhe über alles	333 mm	Einschubhöhe	309 mm
	Tiefe mit Griffen	407 mm	Einbautiefe	353 mm

Gewicht (voll bestückt) . . . . . ca. 20 kg

Bestellangaben

Grundgerät mit Netzteil	BN 558/1
Rechneranpassung (2 Karten)	BN 550/10
für SPC-16, PDP-8, PDP-16, hp 9820 und hp 9830	BN 550/30
für andere Rechner auf Anfrage	
Ausgabespeicher	
für Steueroszillatoren OP-4 und OD-8	BN 532/1
für Pegelsender PS-4	BN 532/2
für Pegelmesser PM-4	BN 532/3
für Meßstellenumschalter MU-4, MU-7 und Schaltfeld RGS-1	BN 532/11
für Steuergeräte OPS-7 und OPW-7	BN 532/7
für Pegelsender PS-7	BN 532/8
für Pegelmesser PM-7	BN 532/9
für Pegelmesser PMD-1 und SPM-11	BN 532/15
für Rauschklirrsender und -empfänger RS-50 und RE-50	BN 532/10
für RS-5 und RE-5 (nach Umbau)	BN 532/10
für Analog-Digital-Umsetzer ADU-30 und Digitaluhr DIU-30	BN 532/5
für Digital-Analog-Umsetzer DAU-30	BN 532/15
für universellen Einsatz	BN 532/10
Parallel-Serien-Wandler	BN 535/40
Zubehör (gegen Aufpreis)	
Gegenstecker Amphenol 50polig	57-30 500
1 Satz Montagewinkel (zur Umrüstung auf 19"-Einschub)	BN 556/6
Systemkabel, . . . = Länge über alles in cm	BN 469-9832.50/. . .
(Vorzugslängen: 50, 100, 150, 200, 250 cm)	
Weiteres Zubehör auf Anfrage	

DAU-30
Digital-Analog-Umsetzer

zur Umwandlung digitaler Informationen in Gleichspannungen

- **Eingabe im BCD-Code 8-4-2-1, 3 Stellen parallel**
- **Umschaltbare Logikpolarität, TTL-kompatibel**
- **Fremd- oder eigengesteuerte Datenübernahme in den eingebauten Datenspeicher**
- **Vermeidung von Schaltspitzen am Ausgang durch Zwischenspeicher**
- **Ein- und Ausgang galvanisch getrennt**
- **Ausgang bis 100 mA belastbar**
- **Dauerkurzschlußfest durch Strombegrenzung**
- **2 umschaltbare Bereiche: ± 10 V und ± 5 V Ausgangsspannung**
- **Auflösung 10 mV/Digit (bezogen auf 10 V)**



Anwendung

Dreistellige digitale Informationen, die im BCD-Code in positiver oder negativer Logik vorliegen, lassen sich mit dem Digital-Analog-Umsetzer DAU-30 in Gleichspannungen umwandeln. Die Übernahme der digitalen Daten in den Speicher des DAU-30 geschieht entweder durch externe Impulse gesteuert oder in einem intern erzeugten 50-kHz-Rhythmus. Überspannungen am Ausgang können weder bei Pseudotetraden noch bei sich ändernder Eingangsinformation auftreten.
Der bis 100 mA belastbare Ausgang erlaubt es, den Digital-Analog-Umsetzer direkt als änderbare Steuer- und Speisespannungsquelle in automatischen Testanlagen für analoge oder digitale Bausteine zu verwenden. Höhere Ausgangsleistungen stehen zur Verfügung, wenn die ebenfalls von Wandel u. Goltermann hergestellten 100-W-Netzgeräte GS-5 . . . 18 dem DAU-30 nachgeschaltet werden. Weitere Anwendungen ergeben sich in der Darstellung der gewonnenen Analogsignale auf Schreibern oder Oszillografen oder – von einem programmierbaren Wortgenerator gesteuert – in der Synthese beliebiger niederfrequenter Kurvenformen sowie in der Erzeugung analoger Stellgrößen bei rechner- oder lochstreifengesteuerten Regelanlagen.

Vorläufige technische Daten des Digital-Analog-Umsetzers — DAU-30

Eingang

Daten
3 Stellen mit Vorzeichen parallel auf 13 Leitungen, BCD-Code 8-4-2-1, TTL-Pegel
umschaltbar für positive (high = 1) und negative (low = 1) Logikpolarität
Signalpegel: low . . . . . 0 bis +0,4 V
high . . . . . +2,4 V bis +5,25 V
Datenabfrage
extern durch high-low-Sprung
intern durch 50-kHz-Abfragefrequenz

Ausgang

Ausgangsspannung	Bereich I	Bereich II
(intern umschaltbar)	0 bis ± 9,99 V	0 bis ± 4,995 V
Auflösung	10 mV/Digit	5 mV/Digit
Fehler bei +25° C	± 0,2% vom Einstellwert ± 0,05% vom Endwert	± 0,5%

Temperaturkoeffizient (von 0 bis +45° C) . . . . . ± 1 · 10^{-4}/° C vom Einstellwert
± 1 · 10^{-5}/° C vom Endwert
Linearität . . . . . ± 0,1%
Einschwingzeit auf 99% des Endwerts . . . . . ≦ 30 µs
max. zulässige Spannung am Ausgang gegenüber dem Eingang . . . . . 120 V
Ausgangsstrom . . . . . 0 bis max. 100 mA
Ausgangswiderstand . . . . . < 10 mΩ

Allgemeine Angaben

Netzspannungsbereiche (umschaltbar) . . . . . 110, 117, 127, 220, 227, 235 V
jeweils −15% bis +10%
Netzfrequenzbereich . . . . . 45 Hz bis 66 Hz
Leistungsaufnahme . . . . . ca. 20 VA
Umgebungstemperaturbereich für Betrieb . . . . . 0 bis 45° C
für Lagerung . . . . . −30° C bis +70° C

Abmessungen	Tischgerät		½ 19"-Einschub (DIN 41 494)	
	Breite mit Griffen	256 mm	Einschubbreite	222 mm
	Höhe über alles	199 mm	Einschubhöhe	176 mm
	Tiefe mit Griffen	407 mm	Einbautiefe	353 mm

Gewicht . . . . . 5,5 kg

Bestellangaben

Digital-Analog-Umsetzer DAU-30	BN 559

Elektroakustik

Übersicht



Elektroakustische Anlagen für

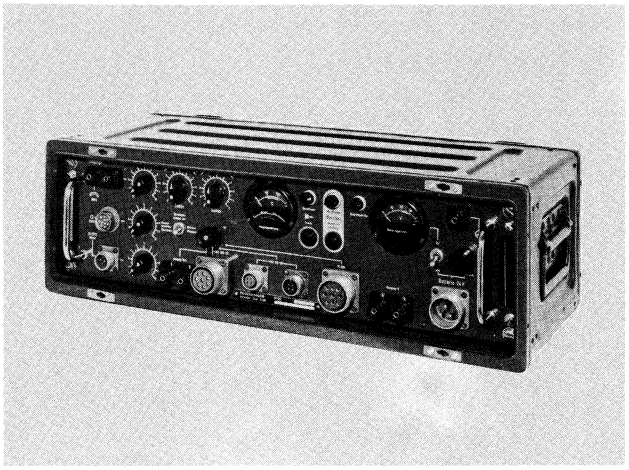
- **Verkehrsbetriebe**
- **Feuerwehr, Polizei, Militär und Rettungswesen**
- **Industrie und Handel**

Anwendungen

Neben dem Meßgeräte-Programm stellt die Firma Wandel & Goltermann elektroakustische Anlagen her.*
Fahrzeug-Sprechanlagen, elektronische Warnanlagen und Feuerwehr-Wechselsprechanlagen sind ebenso wie elektronischen Gonganlagen und ein elektronisches Stimmgerät im Programm.
Alle Polizei-Hubschrauber und über 80% der Verkehrsbetriebe in der BRD sind mit Wandel & Goltermann Sprechanlagen ausgerüstet.
Zahlreiche Polizeifahrzeuge, Feuerwehren, Notarztwagen und Krankenwagen werden bei Einsätzen durch unsere elektronischen Warnanlagen unterstützt.
Auf Bahnhöfen, Flugplätzen, in Schulen, Behörden, Industrie und im Theater, Kino usw. sorgen die elektronischen Gonganlagen von Wandel & Goltermann für Aufmerksamkeit.
Nicht nur bei Feuerwehren, Verkehrsbetrieben usw. ist der Name Wandel & Goltermann ein Begriff. Auch weltbekannte Orchester, Musikinstrumente-Hersteller, Klavierstimmer und Komponisten arbeiten mit dem elektronischen Stimmgerät STG-5.
Die folgende Übersicht gibt Einblick in das Lieferprogramm, das im Gesamtkatalog „Elektroakustik" ausführlich zusammengestellt ist.

* Diese Geräte werden von speziellen Vertretungen betreut. Anfragen bitte an diese oder direkt ans Werk richten.

Kommandoverstärker für Busse, Bahnen und Großlautsprechanlagen



- **Netzunabhängigkeit**
- **Hohe Zuverlässigkeit**
- **Bequemer Einbau**
- **Großer Anwendungsbereich**

Niederfrequenz-Verstärker werden für Sprechanlagen benötigt. Hierbei kommt es auf Zuverlässigkeit und einfache Bedienung an. Ebenso spielt die natürliche Sprach- und Musikwiedergabe eine große Rolle. Für die Erweiterung der Anlage durch zusätzlichen Anschluß von Tonträgern ist es erforderlich, daß am NF-Verstärker die entsprechenden Eingänge vorhanden sind. All diese Forderungen werden durch die NF-Verstärker von Wandel & Goltermann erfüllt. Die meisten Verstärker eignen sich für den mobilen Einsatz und sind den Anforderungen entsprechend konzipiert. So haben einige Anlagen die Zulassung für den Einbau in Hubschraubern. Durch die Erweiterung mit Endstufen lassen sich Lautsprecheranlagen mit Ausgangsleistungen von 1000 W zusammenstellen. So reicht das Anwendungsgebiet von U-Bahnen, Triebwagenzügen, Straßenbahnen, Omnibussen, Fahrzeugen der Polizei und Feuerwehr, Drehleitern und Wasserwerfern bis hin zu Hubschraubern und Spezialschiffen der Polizei und Feuerwehr.
Durch die Verwendung geeigneter Bauelemente und Techniken konnten die Abmessungen und das Gewicht speziell bei den mobilen Verstärkern gering gehalten werden. Durch entsprechende Endprüfungen mit Temperatur- und Schütteltests ist sichergestellt, daß die Anlagen im Dauerbetrieb zuverlässig arbeiten.
Das für Lautsprecheranlagen benötigte Zubehör steht ebenfalls in großer Auswahl zur Verfügung.

Technische Daten der NF-Verstärker

Gerätename	Anwendung	U_B	R_i	N	Abmessungen b x h x t in mm	Gewicht	Best.-Nr.
TV Trabant 2	Besonders für VÖV-Omnibusse	24 V	200 Ω	10W	175 x 72 x 48	0,5 kg	812
TV City III	Gelenkzüge, Straßenbahnen, U-Bahnen (mit Montageplatte MP-7)	110 V	200 Ω	20W	178 x 190 x 144	3,8 kg	5448
TV City IV	Für Omnibusse, Straßenbahnen u. Lautsprecheranlagen aller Art (mit Montageplatte MP-7)	12 V	200 Ω	15 W	182 x 116 x 106	1,9 kg	641/1
		24 V		20 W	182 x 116 x 106	1,9 kg	641/0
	mit Bandeingang	24 V	200 Ω	20 W	182 x 116 x 106	1,9 kg	641/2
TV-100	Lautsprecheranlagen aller Art	12 V 24 V	200 Ω	90 W 100 W	325 x 105 x 250	4,3 kg	845
TV-200 Z	Großlautsprecheranlagen, Hubschrauber u. a.	24 V	200 Ω	200 W	495 x 197 x 305	18,5 kg	401
TV-200 S	Großlautsprecheranlagen Militärausführung	24 V	200 Ω	200 W	604 x 195 x 284	22 kg	388
TV-450	Großlautsprecheranlagen, Hubschrauber	24 bis 29 V	200 Ω	450 W	324 x 105 x 225	6,2 kg	846
TE-1000	Endstufe in Verbindung mit TV 200 S Militärausführung	24 V	–	1000 W	604 x 354 x 284	45 kg	393

Zubehör: Zubehör wie Mikrofone, Lautsprecher, Schwanenhälse usw. stehen in reichlicher Auswahl zur Verfügung.

Spezialgeräte der Elektroakustik



- **Elektronische Sirene**
- **Wechselsprechanlagen für Drehleiter**
- **Gonganlagen für Signalzwecke**

Elektronische Warn- und Kommandoanlage WA-2. Speziell für bevorrechtigte Wegbenutzer eignet sich die Elektronische Warnanlage WA-2, die der Vorschrift DIN 14610 entspricht und vom Kraftfahrt-Bundesamt der Allgemeinen Bauartgenehmigung ~ M 25001 zugelassen ist. Als Kommandoanlage mit hoher Ausgangsleistung überträgt sie Durchsagen vom Mikrofon oder ankommende Sprechfunkmeldungen.

Die elektronische Sirene ES-1 ist ein Tongenerator, der in Verbindung mit netz- oder batteriebetriebenen Verstärkeranlagen die heute gebräuchlichen Warn- und Entwarnsignale erzeugt. Es sind die Signale Luftalarm, ABC-Alarm, Feueralarm, Entwarnung sowie Warneinrichtung für bevorrechtigte Wegebenutzer (Polizei, Feuerwehr).
Die ersten 4 Signale entsprechen den Vorschriften des AVV Alarmdienstes, das letzte Signal der DIN 14610.

Wechselsprechanlage für Drehleitern FW-1. Mit dieser Anlage steht eine leistungsfähige, ständig betriebsbereite Sprechverbindung zwischen den auf der Drehleiter und den im Gebäude befindlichen Personen sowie dem Einsatzleiter zur Verfügung. Hierbei arbeitet ein an der Drehleiter montierter Lautsprecher auch als Mikrofon. Die Einsprache ist hierbei aus mehreren Metern Entfernung möglich.

Stationsansagegerät ASG-5. Durchsagen von Haltestellen sowie Hinweise an Fahrgäste sind in öffentlichen Verkehrsmitteln notwendig. Ständige Wiederholungen belasten aber das Fahrpersonal. Das Stationsansagegerät ASG-5 übernimmt solche Routinedurchsagen.

Elektronische Gonganlagen. In Verbindung mit NF-Verstärkern und Lautsprechern sind elektronische Gonganlagen vielseitig einsetzbar. Ob im Kino, Theater, Hotel, Schule, Industriebetrieb, Eisenbahn oder Flugplatz ruft der Gong Aufmerksamkeit für Durchsagen, Ankündigungen usw. hervor.

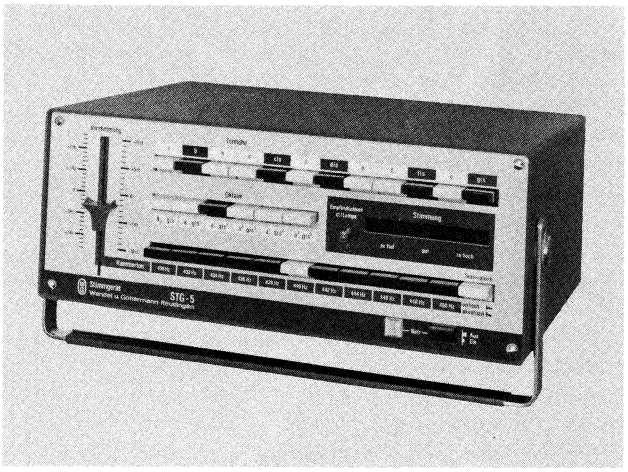
Elektrischer Gong F 55. Vierklang-Gong für Fernbedienung. Anschlag der Tonstäbe einzeln oder in Akkord durch Elektromagnete. Zur automatischen Steuerung ist ein Steuergerät erhältlich.

Elektronischer Gong E-4. Der elektronische Gong E-4 bietet durch seine geringen Abmessungen viele Vorteile. Die Verwendung von L/C-Generatoren für die Tonerzeugung bieten die Gewähr für hohe Tonkonstanz. Der Vierklang-Gong ist manuell über Drucktasten oder mittels Steuersätzen anschaltbar. Hier lassen sich die Tonfolgen und -kombinationen beliebig wählen.

Technische Daten der Spezialgeräte der Elektroakustik

Gerätename	U_B	Eigenschaft	Abmess. (mm)	Gew.	Best.-Nr.
Elektronische Sirene ES-1	7,5 bis 30 V	Signal nach DIN 14610 u. AVV	190 x 82 x 162	1,5 kg	417
Elektronische Sirene ES-2	7,5 bis 30 V	Signal nach DIN 14610	130 x 86 x 34	0,5 kg	438
Stationsansagegerät ASG-5	24 V	Ansage über Band	164 x 60 x 160	2,8 kg	ASG-5
Elektromechanischer Gong F 55	24 V	Vierklang-Gong	208 x 154 x 70	3,6 kg	5095
Elektronischer Gong E-4	24 V (220 V)	Vierklang-Gong	255 x 115 x 69	0,9 kg	E-4
Elektronisches Steuergerät ESG-Rel.	24 V	für F 55	263 x 125 x 60		ESG-Rel.
Elektronisches Steuergerät ESG	24 V	für E 4	263 x 125 x 60	0,7 kg	ESG
Elektronische Warn- und Kommandoanlage WA-2	12 V/24 V	Allg. Bauartgenehmigung ~ M 25001	150 x 80 x 300	5,3 kg	813

Elektronisches Stimmgerät STG-5



- **akustischer und optischer Tonvergleich**
- **Hohe Frequenzgenauigkeit**
- **Kontinuierlich einstellbarer Stimmton**

Das Stimmgerät STG-5 eignet sich zum Stimmen aller Musikinstrumente, da es sowohl einen akustischen als auch einen optischen Tonvergleich erlaubt. Beide Stimm-Möglichkeiten werden in der Praxis angewandt. Der für den akustischen Vergleich abgegebene Ton hat Oboen-Charakter und ist damit reich an Oberwellen. Beim optischen Tonvergleich wird die Abweichung des zu stimmenden Tones vom Stimmgerät-Ton in Richtung und Größe an einer Sichtanzeige dargestellt. Diese Eigenschaften des Stimmgeräts unterstützen auch den geübten Stimmer bei seiner Arbeit, und weniger geübte Personen werden in die Lage versetzt, Musikinstrumente in kürzerer Zeit zu stimmen. Die Bedienung des Stimmgeräts ist sehr einfach. Kammerton, Oktave und Tonhöhe werden getrennt mit Tasten dargestellt. Der Kammerton a^1 läßt sich in einem Bereich von 427,5 Hz bis 452,5 Hz stufenweise und stetig variieren, indem neben der Einstellung in Stufen von 2 Hz oder 8 cent eine kontinuierliche Verstimmung um ± 2,5 Hz oder ± 10 cent möglich ist. Der Oktav-Umfang für das Stimmen reicht von A_2 bis gis^5. Die zwölf Halbtöne (a . . . gis) innerhalb einer jeden Oktave sind gleichschwebend gestimmt.

Das Gerät STG-5 ist handlich und leicht zu transportieren und kann an jedem Wechselspannungsnetz betrieben werden. In Situationen, wo Gerät und Anzeige an räumlich verschiedenen Stellen benötigt werden – insbesondere beim Stimmen von Orgeln – bringt die Zusatzanzeige STGZ-5 einen weiteren Vorteil. Sie wird mit dem Stimmgerät durch ein beliebig langes Kabel verbunden und läßt sich, da sie sehr klein ist, überall im Blickfeld des Stimmers aufstellen. Die Lautstärke des eingebauten Lautsprechers ebenso wie die Empfindlichkeit des Mikrofoneingangs und der Anzeige sind getrennt einstellbar. Durch geeignete Schallaufnehmer lassen sich zudem Umgebungsgeräusche so weit unterdrücken, daß Musikinstrumente bereits in der Fertigung vorgestimmt werden können.

Technische Daten des elektronischen Stimmgeräts — STG-5

Kammerton a^1	(440 Hz), einstellbar	von 427,5 Hz bis 452,5 Hz (± 50 ct)
	in Schritten zu je 2 Hz	von 430 Hz bis 450 Hz
	stetig für jeden Schritt	± 2,5 Hz (± 10 ct)
Stimmbereich	direkt (1. Teilton)	A bis gis^5, 110 Hz bis 6644,8 Hz
	auf 2. Teilton	A_1 bis Gis; 55 Hz bis 103,8 Hz
	auf 4. Teilton	A_2 bis Gis_1; 27,5 Hz bis 51,9 Hz
Anzeige der Stimmung	durch Lampenfelder	zu tief / gut / zu hoch
	Empfindlichkeit umschaltbar	0 ct; 1 ct; 2 ct; 4 ct
	Meßzeiten hierzu	1 s; 0,5 s; 0,25 s; 0,125 s
Eingänge	Mikrofonanschluß	200 Ω
	Mikrofonempfindlichkeit	≦ 10 µV
Ausgang	für Lautsprecher, R_i = 4 Ω	≧ 1 W
	Nennspannungen, umschaltbar	110, 117, 127, 220, 227, 235 V jeweils −15% bis +10%
	Netzfrequenz	45 Hz bis 66 Hz
	Leistungsaufnahme	ca. 30 W
	Abmessungen (b x h x t) in mm	320 x 130 x 280
	Gewicht	ca. 5,5 kg

Bestellangaben

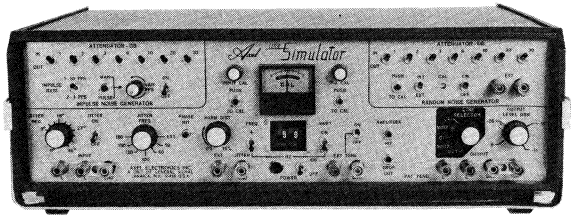
Stimmgerät STG-5	BN 596

Ergänzungsprogramm



Das Fertigungsprogramm der Firma Wandel & Goltermann ist sehr vielseitig. Für spezielle Meßaufgaben, besonders im Bereich der Datenübertragung sind unter Umständen Geräte erforderlich, die nicht von Wandel & Goltermann entwickelt und produziert werden. Um hier unsere Kunden ebenfalls beraten und beliefern zu können, haben wir für die Bundesrepublik Deutschland den Vertrieb und den Service von Geräten übernommen, die unser Meßgeräteprogramm ergänzen. Ausführliche Unterlagen stehen Ihnen auf Anforderung zur Verfügung.

Axel ELECTRONICS, INC. NY. USA

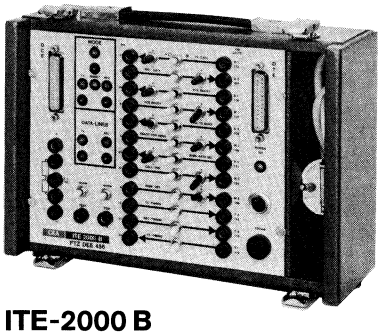


Leitungssimulator

zur Nachbildung der wichtigsten
Parameter an Daten- und Telefonleitungen

- Phasen-Jitter, verschiedene Jitter-Frequenzen, Phasen-Sprünge
- Impulsgeräusch, Zufallsgeräusch
- Harmonische und nichtharmonische Verzerrungen
- Frequenzversatz
- Amplituden-Sprünge
- Leitungsnachbildung nach CCITT M. 102 Grenzen

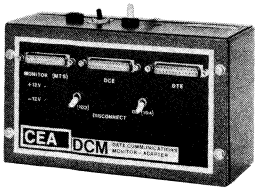
CEA Gesellschaft für Elektronik, Moers, Rhein



ITE-2000 B
Schnittstellen-Testgerät

Überwachen des Funktionsablaufes an der Schnittstelle zwischen einem Datenendgerät und einer Datenübertragungseinrichtung – Logische Verknüpfungen zusammengehöriger Steuer- und Meldesignale – Manuelle Simulation von Signalzuständen – Manuelles Aufbauen und Trennen von Datenverbindungen

Das Schnittstellen-Testgerät ITE 2000 B wird allen Ansprüchen einer Analyse der Signalabläufe an der Schnittstelle in bezug auf eine leichte, einfache Bedienbarkeit und Interpretierbarkeit gerecht sowohl für OFF-Line Tests als auch für eine rückwirkungsfreie Einsetzbank während des laufenden Betriebes.



DCM
Schnittstellenmonitor V.24/V.28

Für eine parallele, hochohmige Meßschnittstelle einer Datenverbindung nach V. 24/V. 28

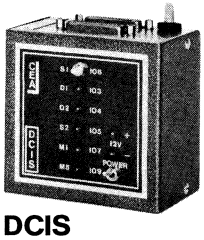
Hochohmiger Abgriff von Sende- und Empfangsdaten – Trennmöglichkeiten für D1 oder D2 – Datenabgriff für D1 und D2 – Hochohmiger Abgriff der Taktleitungen – Automatische T2/T4 Auswahl in Abhängigkeit von S2



DCD
Direktanschlußadapter V.24/V.28

Zur direkten Verbindung von zwei Schnittstellen nach V. 24/V. 28 mit zahlreichen Anpassungsmöglichkeiten

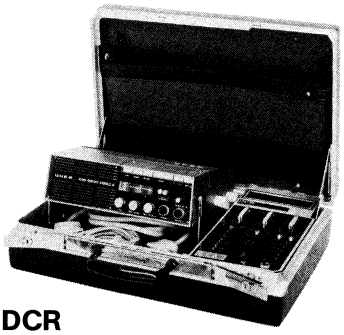
Kreuzung der Sende- und Empfangsdatenleitungen – Wählbare S2-M2 Verzögerungszeiten – Eingebauter Taktgeber für synchrone Datenverbindungen (wahlweise)



DCIS
Einzelüberwachung V.24/V.28

Anzeige der wichtigsten Signale einer Datenverbindung nach V. 24/V. 28 – Ermöglicht zusätzlich die manuelle Anschaltung von Datenendeinrichtung (Terminals) an Datenübertragungseinrichtungen (Modems) durch Trennen des Signals S1 (108) und Anzeige des Signals M 1 (107)

Dazu wird die Einzelüberwachung in die Datenverbindung zwischen Modem und Terminal eingeschleift.

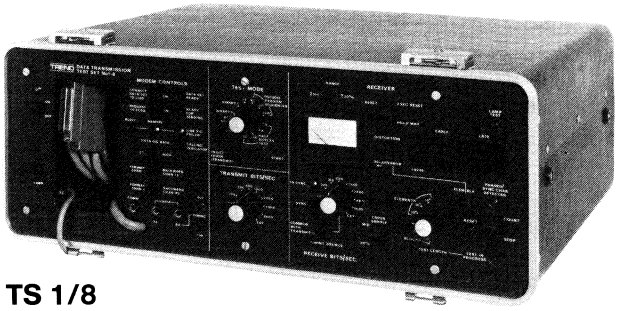


DCR
Datenaufzeichnungsgerät V. 24/V. 28

Zeichnet synchrone und asynchrone Dialoge auf – Arbeitet mit V. 24/V. 28 Schnittstelle und 50 bis 9600 bit/s – Ermöglicht Geschwindigkeitsumsetzung – Off-Line Datenerfassung, mobile Meßwerterfassung – Ersatz für Lochstreifenleser und Stanzer

Das Datenaufzeichnungsgerät DCR ist durch seine V. 24/V. 28 Schnittstelle in der Lage, Dialoge bis 9600 bit/s über eine Zeit von 30 Minuten aufzuzeichnen, um sie später zur Auswertung einer V. 24/V. 28 Schnittstelle anzubieten.

TREND COMMUNICATIONS Ltd. London, England



TS 1/8
Datentester

Der TS 1/8 wird anstelle eines Datenendgeräts eingesetzt, um die Übertragungsstrecke auf Signalverzerrungen und Fehlerraten zu analysieren. Zusätzlich zu der Datensignal-Analyse ist eine Überprüfung der Modemsignale nach V. 24/28 zur sicheren Betriebsbereitschaft möglich.
– Überprüfung von synchronen und asynchronen Übertragungssystemen für Übertragungsgeschwindigkeiten von 30 bit/s bis 100000 bit/s – Spitzenverzerrungsmessung – Element- und Blockfehlerratenmessung – Schnittstellen-Kontrolle mit Zeitmessung der Modembereitschaft – Automatischer Halb-Duplex-Test – Für stationären und transportablen Einsatz – Entspricht den geltenden CCITT-Empfehlungen – Messung einseitiger Verzerrungen

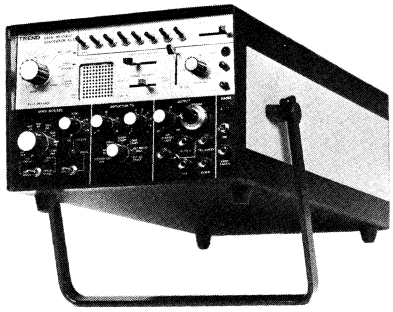
---



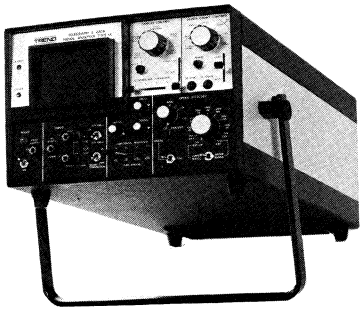
TGMS
Telegrafie-Tester

Der Telegrafie-Tester ist sowohl für den Einsatz an Telegrafie-Netzwerken als auch zur Überprüfung von Endgeräten geeignet.
- Die Schrittgeschwindigkeit ist kontinuierlich einstellbar von 30 bit/s bis 300 bit/s
- Alle Prüftexte die nach CCITT empfohlen werden, wie „Q 9 S" (R 51) „QUICK BROWN FOX" nach Telegrafenalphabet Nr. 2 und 5. (R 52) – Direktanschluß für Fernschreiber, max. ± 120 V – Verzerrungsmessung durch LED-Anzeige – In den Abmessungen handlich und klein – Gewicht 3,5 kg

---



TDMG-1 A



TDSA-1A

TDMG-1A/TDSA-1A
Telegrafie- und Datenübertragungsmeßplatz

Der Telegrafie- und Datenübertragungsmeßplatz bestehend aus Sender und Empfänger kann universell an Telegrafie- und an Datennetzwerken eingesetzt werden.
– Kontinuierliche Einstellung der Übertragungsgeschwindigkeit von 30 bit/s bis 11500 bit/s – Alle Prüftexte gemäß dem Internationalen Telegrafenalphabet Nr. 2 und 5 für Start-Stop-Betrieb und synchronem Prüfblock nach CCITT-Empfehlungen V. 52 und R 51 – Voreinstellung der Schrittverzerrungen von 1% bis 49% möglich – Aus- und Eingänge entsprechen V. 24/28 – Oszilloskopische Darstellung der Empfangsdaten, Spitzenverzerrungen, Bit- und Blockfehlerrate, Zeichenfehler usw. – Geeignet zur Wartung von Telegrafie- und Datenendgeräten.

Telecommunications Technology, Inc. Sunnyvale, California, USA

Meßgeräte für die Niederfrequenztechnik
Vielseitig einsetzbare Meßgeräte für den Frequenzbereich 20 Hz bis 50 kHz gehören zu den Produktschwerpunkten der Firma Telecommunications Technology Inc. (TTI). Es handelt sich dabei um preisgünstige, handliche Geräte mit dem Qualitätsstandard der Nachrichtenmeßtechnik.
Die Einsatzgebiete dieser Meßgeräte liegen sowohl in der NF-Übertragungstechnik und bei Datennetzwerken als auch bei allgemeinen Meßaufgaben in der Entwicklung und Fertigung. Zu den Größen, die gemessen bzw. gezählt werden können, gehören:
– breitbandige Spannungs- und Leistungspegel – psophometrisch bewertete Geräuschpegel – Frequenzen von 30 Hz bis 60 kHz – Phasenjitter – Amplitudenmessungen – Phasensprünge – Unterbrechungen (Drop outs)
Alle Meßgrößen werden digital angezeigt.

Meß-Systeme für Niederfrequenz-Übertragungsnetzwerke
Für die Routine-Überwachung der verschiedenen Leitungsparameter hat TTI Meß-Systeme entwickelt, die im Übertragungswerk integriert sind. Die Bedienung erfolgt entweder über ein Steuerpult oder mit Hilfe von Mikroprozessoren.
Zu den Vorteilen dieser Meß-Systeme gehört, daß Betriebsmessungen mit minimalem Zeitaufwand durchführbar sind, und dam im Störungsfall eine schnelle Fehlereingrenzung gewährleistet ist.

NF-Meßgeräte



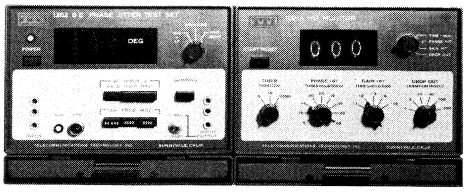
Modell 1103



Modell 1105



Modell 1110



Modell 1202B/1201A

Modell	Frequenzmessungen	Pegelmessungen	Geräuschmessungen	Phasenjitter + „Hit"-Messungen	Eingebauter Sender	Automatische Bereichsumschaltung	Fernsteuerbar	Sonstiges
1103	●	●			●	●	●	45 Hz bis 60 kHz Batteriebetrieb
1105		●	●			●	●	50 Hz bis 60 kHz 3 Bewertungsfilter Batteriebetrieb
1110	●	●	●		●	●	●	Gleichzeitige Anzeige von Sende- bzw. Empfangspegel und Sende- bzw. Empfangsfrequenz
1111	●	●	●		●	●	●	Für Simultantest von 2 Leitungen. Eingebaute Gleichstromhalteschaltung
1202B/1201A				●				Messung von „Phasenjitter" „Phase Hits" „Gain Hits" „Droup Outs"

Meß-Systeme

Modell 1140

Zentralinstalliertes Meß-System für alle wesentlichen Parameter von NF-Übertragungsnetzwerken

Modell S.A.S.

Microprozessor gesteuertes, zentrales Überwachungssystem für Telefon und Datenübertragungsnetzwerke

Anschriften



Stammhaus

Mühleweg 5
D-7412 Eningen u. A. bei Reutlingen

Postanschrift
Wandel & Goltermann
Postfach 45
D-7412 Eningen u. A.

Tel. (0 71 21) 84 41
Telex 0729-833
C: Frequenz Reutlingen

Technische Büros

Düsseldorf	Wandel & Goltermann Technisches Büro Düsseldorf Goldberger Straße 112 D-4020 Mettmann	Tel. (0 21 04) 2 55 69 Telex 08 581 117
Hamburg	Wandel & Goltermann Technisches Büro Hamburg Brunsberg 21 D-2000 Hamburg 54	Tel. (040) 5 60 30 17/8 Telex 02 14 442
München	Wandel & Goltermann Technisches Büro München Valpichlerstraße 31 D-8000 München 21	Tel. (089) 58 13 43 Telex 05 212 916
Süd	Wandel & Goltermann Technisches Büro Süd Mühleweg 5 D-7412 Eningen u.A.	Tel. (0 71 21) 84 41 Telex 0729-833
West-Berlin	Wandel & Goltermann Technisches Büro Berlin Leberstraße 63 D-1000 Berlin 62	Tel. (030) 7 81 20 21 Telex 0185544

Ägypten	IBET International 11, Tahrir Square Cairo	Tel. 971592, 854646
Äthiopien	General Industrial & Commercial Co. P.O.Box 2240 Addis Abeba	Tel. 41400, 41280 Telex 21192 GIC ADDIS
Algerien	AMK Societé Algérienne d. Electronique 34, Rue Francois Gastu El - Madania - Alger/Algérie	Tel. 661613
Argentinien	S.A.C.E. S.A. 25 de Mayo 362 3er Piso Buenos Aires	Tel. 32-8750/8847 Telex 12 15 29 C: SACOMEX-BAIRES
	Manfredo Steube, Ing.Delegado Seccion Sur Casilla Correio 391 C.C. Buenos Aires	Tel. 31-1610 Telex Public Booth No. 9 Baires para Ing. Steube 31-1610
Australien	Jacoby, Mitchell Co. (Sydney) The Crescent, Kingsgrove, N.S.W., P.O.Box 70 Kingsgrove, N.S.W. 2208	Tel. 500 111
	Jacoby Mitchell Ltd. (Melbourne) 74 Raglan Street Preston VIC. 3072	Tel. 44 5021 Telex 32 416
	Jacoby, Mitchell Ltd. c/o Jayem Electronics (W.A.) 10 Southport St. Leederville 6007	
Belgien	Heynen N. V. Genkersteenweg 284 B-3500 HASSELT	Tel. 011-25467 Telex 39047 heyhas b
Bolivien	Sociedad Anónima de Representaciones y Comercio »SARCO« Av. Mariscal Sta. Cruz 1365, 8. Piso Casilla Correro 276 LA PAZ	Tel. 42 32 4 C: SARCO
Brasilien	Wandel & Goltermann Latino Americana Ltda. Caixa Postal 64006-ZC-07 Rio de Janeiro	Tel. 275 77 99 Telex 2121234 wgla br C. Wagolario
Bulgarien	Wandel & Goltermann Technisches Büro Südost Michael-Tauscher-Gasse 35 A-2500 Baden b. Wien	Tel. 0043-22 52/48185
Chile	Controles Y Señales Ltda. Sta- Lucia 232 Of. 62 "B" Casilla 14627 Correo 21 Santiago de Chile	Tel. 391241,36882 Telex tbooth c sgo 260 via RCA Santiago de Chile C: CONSEL SANTIAGO
Costa Rica	Conasa Comercial S.A. Apdo. Postal 2306 San José	Tel. 22 41 31/22 86 50 Telex 5244
Dänemark	Hans Buch&Co. A/S Svanevej 6 P.O.Box 975 DK-2400 København NV	Tel. 01-83 12 12 Telex 151 97 hibex dk C: HIBEX KH
Ecuador	Suministros Tecnicos Ltda. Rumichaca No. 825–827 Apartado Postal 259–4492 Guayaquil	Tel. 30 14 19 od. 30 24 84 Telex 3361 Public Booth („para Sumitex") C: SUMITEC GUAYAQUIL
Elfenbeinküste	Société Africaine d'Electronique et Télécommunications Saftel Bôite Postale 21 159 Abidjan, R. C. I.	Tel. 35-50-77/35-60-77 Telex 531 C: SAFTEL abidjan
England	Wandel & Goltermann (UK) Ltd. 40–48 High Street Acton London W. 3 6 LG	Tel. 01-992-6791/2 Telex 934489 C: WAGUK London W 3
Finnland	JERTEC OY PL 24 00391 Helsinki 39	Tel. 542077 Telex 123265 jerc st
Frankreich	Wandel & Goltermann (France) Avenue de Versailles Sogaris R 156 94534 Rungis Cidex (France)	Tel. 6873270 Telex 26 006 Rungis a Sogaris

Griechenland	Kostas Karayannis 8 Omirou Street Athens-133	Tel. 3235577/3230305 Telex 215962 RKAR GR C: RAKAR ATHENS
Guatemala	Cia. Agro Comercial S.A. 8 a. Av. 10-43, Zona 1 Guatemala	Tel. 83333/9 Telex 5244 C: COMAGRO-GUATEMALA
	Wandel & Goltermann TBLAN Officina Tecnica Secc. Norte 6. Calle, No. 6-38, Zona 9, Oficina 506 Apartado Postal 2761 Guatemala	Tel. 318065 Telex: 5432 WAGOLA GU C: WAGOLANORTE-GUATEMALA
Hong Kong	Schmidt + Co. (Hong Kong) Ltd. 39th Floor, Connaught Centre G.P.O.Box 297 Hong Kong	Tel. 5-240168, 5-2327335 u. 5-223604 Telex 4766 schmco
Indien	Forbes Forbes Cmpbell u. Co. Ltd. Forbes Building Charanjit Rai Marg P.O.Box 79 Bombay 400 001	Tel. 26 80 81 (10 lines) Telex 2369 (Steamer By) C: STEAMER
	Forbes Forbes Campbell + Co. Ltd. 9/3 Asaf Ali Road New Delhi-1	Tel. 27 28 27 Telex 2591
	Forbes Forbes Campbell u. Co. Ltd. Classic Bldg., 3rd Floor 24, Richmond Road Bangalore-560025	Tel. 70718, 27566 Telex 043-272 RIVER BG C: FORBES
Indonesien	Bah Bolon Trading Co. Djalan Merdeka 35 Bandung	Tel. 49 15-5 15 60 Telex 08.809 C: ILMU
	Bah Bolon Trading Coy. N.V. Jalan Tanah Abang IV No. 17 Jakarta	Tel. 43 317-54 973 Telex 011-46164 C: ILMU
Irak	Al-Manar Engineering Ali-Building Jumhuriastreet P.O.Box 86 Baghdad	Tel. 60992-28077
Iran	Micromation Ltd. P.O.Box 2409 Teheran	Tel. 85 94 46 Telex 215 176 IRTA IR
Irland	TECHNICO (Communications) Ltd. Astral House, Adelaide Road Dublin 2	Tel. 68 82 22 Telex 51 29 TNCO EI
Italien	AESSE S.R.L. Corso Lodi 47 I-20139 Milano	Tel. 546 4741-2-3 Telex 33293 AESSE MI C: AESSE MILANO
	Via Laurentina 3/S 00142 Rom	Tel. 5405614
Japan	Shoshin Shoji Kaisha, Ltd. Nissho Bldgs. Muromachi, Nihonbashi P.O.Box Nihonbashi 173 Tokyo	Tel. 270-5921 Telex 0222-3423 (Shosin J) C: TOSHOSHIN TOKYO
	Shoshin Shoji Kaisha, Ltd. 42, 5-Chome, Kawaramachi C.P.O.Box 541 Osaka	Tel. 231-5051 Telex 0522-8780 (Shosin J)
	Shosin Shoji Kaisha, Ltd. Taiyo Bldg. 32, Nunoike-Cho Nagoya	Tel. 935-7486 Telex 0444-4462 (Shosin J)
Jordanien	W. R. Abdul-Hadi u. Co. P.O.Box 855 Amman	Tel. 22561 Telex 1266 Mekano Jo C: MEKANO

Jugoslawien	JUGOKOMERC Inostrana Zastupstva za S.F.R.J. V. Putnika 16 C Sarajevo 71000	Tel. 25-450, 34-919, 34-975 Telex 41-325
	JUGOKOMERC Inostrana Zastupstrva za S.F.R.J. Cubrina 10 Beograd	Tel. 625-953/923/521, 628-811 Telex 011-464
	JUGOKOMERC Inostran Zastupstva za S.F.R.J. Tripimirova 13–15 Zagreb	Tel. 415-869/606 Telex 21-197
Kamerun	DEKAGE Sarl 13, Av. de la Liberte B.P. 928 Douala	Tel. 425776/423368 Telex 5338 kn
	DEKAGE Sarl B.P. 4149 Yaounde	Tel. 2229-50
Kanada	R-O-R Associates Ltd. 21 Rolark Drive Scarborough, Ontario, MIR 2S7	Tel. 416-291-7121 Telex 610-492-2712 C: RORENG
	R-O-R Associates Ltd. 3300 Cavendish Blvd. Suite 150 Montreal, Quebec H4B 2M8	Tel. 514-482-8430 Telex 610-421-3457
	R-O-R Associates Ltd. 1007 Merivale Rd. Ottawa, Ontario KIZ 6A6	Tel. 613-725-1185 Telex: 610-562-8716
	R-O-R Associates Ltd. 2415 Columbia Street Vancouver, B.C. V5Y 3E8	Tel. 604-876-4311 Telex 610-922-6031
Kolumbien	Orazio Spada Y CIA S.A. Apartado Aereo 8712 Carrera ZNo. 3222 Edifico Phemix – Piso 28 Bogota	Tel. 342 786-341 441 Telex 044-417 spada c
Korea	Tong Jin Trading Co. Ltd. Room 1208, Center Building P.O.Box 1254 Seoul/KOREA	C. „SOKWON" Seoul Telex K 27290 SAMHAE „For Tong Jin Co"
Kuwait	Abdulaziz Abdulmohsin Alrashed P.O.Box SAFAT 241 Kuwait	Tel. 422022/6 (exchange) 433762 (management) Telex 2063 alrashed kwt C: Abdulaziz Kuwait
Libanon	Usamah Hibri Rue Georges Assi-Sanayeh 7th floor, Green Garden Building P.O.Box 7724 Beirut	Tel. 35 35 68 C: USAMBRI BEIRUT
Luxemburg	Heynen N.V. Genkersteenweg 284 B-3500 Hasselt, Belgien	Tel. 011–25467 Telex 3 90 47 heyhas b
Malaysia	Syarikat Asean Saintifik Sdn. Bhd. 36 A, Jalan 20/16 A Paramount Garden Selangor	Tel. (03) 77 50 15 C: ASEANTIFIK PETALINGJAYA
Malta	TELECOM 1, St. Pius V Street Sliema / Malta	Tel. 34360 C: COMTELE MALTA
Marokko	SCRM Societe Commerciale Radioelectrique Marocaine 21 a 29, Boulevard Giradot Boite Postale 86 Casablanca	Tel. 702-61 C: PIRADIO Telex 21 815
Mexiko	ELECTROINGENIERIA DE PRECISION, S.A. „EPSA" Pilares 108 – 6° Piso Apdo. Postal 44-088 Mexico 12, D.F.	Tel. 575-3461 od. 575-1367 Telex 017-73197 epsa me

Neuseeland	W. G. Leatham Ltd. 58 Kent Terrace P.O.Box 1284 Wellington	Tel. 59-408 C: LEARAD WELLINGTON Telex 31255 Learad
Niederlande	Heynen N.V. Postbox 10 Steendalerstraat 56 Gennep	Tel. 0 8851/19 56 Telex 4 80 39 C: HEYNEN
Nigeria	Mofat Engineering P.O.Box 6369 Lagos	Tel. 35744 C: MOFATENG
Norwegen	British Import A/S Munkedamsveien 59 B P.O.Box 2582 Solli Oslo-2	Tel. 41 59 35 Telex 16743 brico n C: BRITCO OSLO
Österreich	Dipl.-Ing. Peter Marchetti Generalvertretung und Service Sandwirtgasse 14, Postfach 455 A-1060 Wien	Tel. (0222) 578230-0, 574267-0, 572554-0 Telex 01-2799 C: DIGIMETER WIEN
Pakistan	Pakland Corporation Central Commercial Area Iqbal Road P. E. C. H. Society Karachi 29	Tel. 47 73 15–41 80 74 C: PAKLAND KARACHI
Paraguay	José Martin Aguirre Oliva 393-5° Piso Casilla Correro 715 Asunción	Tel. 48320/49682 Telex ASN 223 Microphone Py C: Microphone
Peru	Estemac Peruana S.A. Av. Petit Thouars 4620 Casilla 224 Lima-Miraflores	Tel. 45 65 97/45 53 30 Telex PX 5385 – Estemac C: ESTEMAC
Portugal	Equipamentos de Laboratório Ltda. Rua Pedro Nunes 47 Apartado 1100 Lisboa	Tel. 73 34 36-7 Telex 12702 Equilab C: TLX 1702 EQUiLAB
Rumänien	Wandel & Goltermann Technisches Büro Südost Michael-Tauscher-Gasse 35 A-2500 Baden b. Wien, Österreich	Tel. 0043-2252/48185
El Salvador	EQUIRAD P. Once 73. San Benito Apartade 329 San Salvador	Tel. 23 96 34 C: EQUIRAD
Schweden	Wandel & Goltermann AB Nybohovsgräd 12, 1 tr S-11744 Stockholm	Tel. 18 83 45 Telex 17783 wgab s
Schweiz	AG für Meßapparate Schläflistraße 17 CH-3000 Bern	Tel. 031-321506/7, 42 49 78 Telex 3 28 96 agm ch C: MESSAPPARATE
Senegal	H. A. Birmann Boite Postale 39 Dakar Immeuble: AIR FRANCE Nr. 103	
Singapore	Singapore Electronics Engineering (Private) Ltd. Sembawang P.O.Box 16 Singapore 27	STB Tel. 592211 NB Tel. 591141 Ext. 5201 C. SEELSIN Telex RS 21901
Spanien	TELCO Sociedad Ltda. Gravina, 27 Madrid	Tel. 2-31-56-02 Telex 27348 Amayr e C: TELCOMA
Südafrika	Dryden Communications (Pty) Ltd. P.O.Box 2440 Johannesburg	Tel. 838-545109/0 Telex 8–0094 S.A. C: DEECOMMS
Syrien	Tinawi Comerce and Trading P.O.Box 2922 Damaskus	Tel. 118101-220743 C: ATTINACO Telex 11038
Thailand	Royal Trade Company Ltd. 35/9 Chalerm Loke Trade Center Raijdamri Road, Bangkok 5	Tel. 2526062, 2526096 C: Rotac, Bangkok Telex Airbtel TH 2756

Türkei	Erkmann Elektronik Aletler Necatibey Cad. 92/3 Karaköy/Istanbul	Tel. 44 1546/447651 C: INGMESÜER Telex: 23353
Tunesien	P.I.M.O.S. Sarl 5, Rue Imam Sahnoun Tunis/Belvedere	Tel.: 288:614 Telex: 12025 C: PIMOS Tunis
Ungarn	Wandel & Goltermann Technisches Büro Südost Michael-Tauscher-Gasse 35 A-2500 Baden b. Wien, Österreich	Tel. 0043-22 52/48185
Uruguay	Servicios Teletipo Bacacay 1325 Montevideo	Tel. 98 56 15, 91 02 5, 98 76 48 Telex 398-150 Teletipo UY 809 Teletipo CY
U.S.A.	W. & G. Instruments Inc. 119 Naylon Avenue Livingston, N.J. 07039	Tel. 201-994-0854 Telex 710-994-4859
	W. u. G. Instruments Inc. 17832 Chatsworth Street Granada Hills, CA 91344	Tel. 213-360-2278 C. COMUNICOM Granada Hills, Calif.
	W. & G. Instruments Inc. 170 Heather Lane Hoffman Estates, IL 60195	Tel. 312-882-1538
	W. & G. Instruments Inc. 4582 Innsbrook court Stone Mountain, GA 30083	Tel. 404-294-6974
	W. & G. Instruments Inc. 2620 Regal Road Plano, TX 75074	Tel. 214-423-0344
	W. & G. Instruments Inc. 77 Mark Drive, Suite 20 San Rafael, CA 94903	Tel. 415-479-4093
	W. & G. Instruments Inc. P.O.Box 1509 Sata Fe, NM 87501	Tel. 505-982-9880
	W & G. Instruments Inc. P.O.Box 1105 Frederik, MD 21701	Tel. 301-662-6253
Venezuela	Equilab C.A. Torre KLM Avenida Romulo Gallegos – 6° Piso Apartado 60.497 Caracas, 106	Tel. (02) 283.11.66 C:EQUILAB Caracas Telex 21860 Equix (Please call Equilab)

Stichwortverzeichnis

	Seite
A	
Absoluter Pegel	29
Aktiver Tastkopf	452
Alphabetisches Verzeichnis	11
Allgemeine Meßtechnik	397
Alphanumerische Anzeige	45
Amplitudenstatistik	319
Analog-Digital-Umsetzer	486
ANDIMAT	475
ANDIMAT-Anlagen	481
Angezeigter Pegel	85
Anpassungsglied	461
Anpassungsübertrager	455
Anschlußfeld	199
Anschriften	517
Anzeigedehner	462
Aufbewahrungskasten	335
Aufsteckübertrager	201
Ausgabesteuerung	478
Außerbandmessung	306
Auswertegeräte	478
Auswertung	478
Automaten	481
Automatische Abstimmung	105
Automatische Dämpfungsmessung	477
Automatische Meßbereichseinstellung	93
Automatische Pegeleichung	80
Automatischer Meßablauf	479
B	
Bandbegrenzungsfilter	325
Bandpaß	69
Bandsperren	325
Basisband-Symmetrierzusatz	357
Batteriepufferung	161
Batteriezusatz	449
Begrenzungsverzerrung	363
Bereichsautomatik	335
Bestellnummernverzeichnis	17
Betauung	26
Betriebsdämpfungsmessung	85
bit	365
Bitfehlerrate	379
Bitfehlermeßplatz	379
„bits"	3
Breitbandempfänger	33
Breitband-Modem	351
Breitband-Pegelmeßverstärkereinsatz	229
Breitbandpegelmesser	33
Breitbandspannungs- und Pegelmesser	33
Brückenmessung	460

	Seite
C	
Chopper	122
City-Verstärker	510
Computer-Based-System	475
D	
Dämpfungsglieder	403
Dämpfungsteil (FE-1)	403
Dämpfungs- und Laufzeitentzerrer	293
Dämpfungsverzerrungsmessung	248
d_2-Messung	57
Datenaufzeichnungsgerät	514
Datenerfassung und -auswertung	475
Datenleitungsmeßgerät	279
Datenmodemprüfung	254
Datensignal	248
Datentester	515
Datenübertragung	247
Datenübertragungsmeßplatz	515
dB . . .	30
Deckel	471
Deemphase-Netzwerk	345
Dekadischer Steueroszillator	79
Demodulation	78
Dezibel	30
Dienstkanal	351
Differenzamplitude	357
Differenzielle Phase	312
Differenzielle Verstärkung	313
Digital-Analog-Umsetzer	507
Digitalanzeige	93
Digitaler Geräuschpegelmesser	93
Digitaler-Pegelmesser	33
Digitaler Taster	399
Digitales Milliwatt	375
Digitalsignalanlysator	371
Digitalsignalgenerator	375
Direktanschlußadapter	514
Drehstromzusatz	433
Dreiphasen-Wechselspannungs-Stabilisator	433
Drehzahlmessung	409
E	
Echoboxen	415
Effektive Rauschbandbreite	87
Effektivwertregelung	417
Eichadapter	221
Eichautomatik	165
Eichleitung	403
Eichpegelmesser	221
Einführung	3

	Seite
Einzelschaltglied	219
Einzelüberwachung V. 24/V. 28	514
Entzerren	252
Einstellbarer Spannungsteiler	407
Elektroakustische Geräte	509
Elektronische Sirene	511
Elektronische Warn- und Kommandoanlage	511
Elektronischer Umschalter	275
Elektronischer Gong	511
Elektronisches Stimmgerät	512
Entkopplungsübertrager	325, 455
Entzerrer	293
Entzerrkatalog	293
Ergänzungsprogramm	513
Expanderkennlinie	364
F	
Fallprüfung	24
Farbhilfsträgerfrequenz	357
Fahrzeugsprechanlage	510
Fehlerdämpfungsmeßzusatz	451
Fehlerhäufigkeit	365
Fehlerratentester	383
Fehlerratenmeßplatz (Bitfehler)	379
Fehlertester	383
Fernsteuerbare Eichleitung	403
Fernsteuerung	94
Fernsteuerkarte	96
Fernübertragung	321
Fernwirkanlagen	97
Festfrequenzeinschub	117
Festfrequenzzusatz	171
Feuchteprüfung	26
Filter	69
Filterkarten	96
Filtersatz	69
Firmengeschichte	5
Firmenvertretungen	517
Flüssigkristall-Anzeige	33
Fotovorsatz	229
Freischwingende Oszillatoren	77
Frequenzdekade	213
Frequenzdiskriminatoreinsatz	229
Frequenzgerastete Oszillatoren	77
Frequenzmarkeneinsatz	229
Frequenzmessung	409
Frequenzversatzmessung	250
Frequenzversatzmeßgerät	283
Frequenzzähler	409
Fühlerleitung	427
G	
Garantie	3
Gehäuse	471
Gehörrichtige Bewertung	93
Gerätebezeichnungen	7
Gerätekurzbezeichnungen	11
Geräteverbinder	471
Geräuschleistung	304
Geräuschüberwachungs-Einrichtung	321
Geräuschmessungen	87

	Seite
Gesendeter Pegel	85
Geräuschmeßplatz	321
Gleichspannungs- und Gleichstromstabilisatoren	439
Gleichstrom-Halteschaltung	372
Gong	511
Grunddämpfungsnachbildung	133
Grundmodulationsgeräuschmessung	304
Gruppenlaufzeit	247
Gruppenlaufzeitmessung	249
Gruppenlaufzeit- und Dämpfungsmeßplätze	255
Gruppenlaufzeitverzerrung	311
H	
Häufigkeitswächter	322
Halboktavbandpaß	69
HF-Schalter	133
Halbautomat	475
Halbautomatische Pegeleichung	80
Hochohmige Messungen	81
Hoch- und Tiefpaßfilter	69
Hohlraumresonator	415
Horizontalverstärkereinsatz	229
Hubmesser	351
I	
Impulsbreitenmessung	409
Inhaltsverzeichnis	6
Innerbandmessung	336
Interface	503
Intermodulationsgeräusch	304
Intermodulationsverfahren	310
J	
Jittermessungen	366
K	
Kabel, Stecker	463
Kaltleiter	421
Kanalpegel	303
Kanalruhegeräusch	368
Kanalumsetzerprüfung	241
Kennzeichensignal-Analysator	391
Kennzeichenübertragung	360
Kettenteiler	407
Kippfallprüfung	22
Klassenhäufigkeit	316
Klassiergerät	319
Kleinoaxial-Systeme	101
Klimatische Beanspruchung	21
Klimatische Einflußgrößen	25
Klirranalysator	57
Klirrarme Pegelmessungen	88
Kommandoverstärker	510
Kompressorkennlinie	364
Kundendienst	5
Kundeninformation	3
Kupplungen	221
L	
Labormeßgeräte	399
Laufzeitvorentzerrer	201

	Seite
Leistungspegel	29
Leitungsanschaltgerät	516
Leitungsnachbildung	289
Leitungsentzerrung	201
Leitungssimulator	513
Linientrippel	311
Log.-ZF-Vertikalverstärkereinsatz	224
Lückenmeßpilot	79
M	
Mantelstromdrossel	462
Mech. Typenprüfung	23
Meßgenerator	367
Meßgrößen	475
Meßkopf	221
Meßkopfadapter	221
Meßoszilloskop	229
Meßstellen-Umschalter	133
Meß- und Pegelsender	101
Meß-System	516
Meßtechnische Hinweise	29
Meßzubehör	451
Meßzusatz für Pegelmesser	459
Meßwerterfassung und Auswertung	475
Minutenmittelwert	322
Mitlauffilter	51
Mobile Sprechanlagen	510
Motorgenerator	437
Mustergenerator	379
N	
Nachrichtentechnische Meßautomaten	475
Nahnebensprechen	86
Nebensprechen	366
Neper-Eichung	29
Netzgeräte	417
Netzklirrfaktor	57
Netzteil	454
NF-Pegelmeßgerät	35
NF-Verstärker	510
NF-Schalter	133
NF-Übertragungsmeßplatz	516
NF-Übertragungsmeßgerät	516
NF-Wobbelmeßplatz	45
Normen	3
NPR-Messung	306
Nyquist-Verfahren	249
O	
Oberschwingungsmessungen	57
Oberschwingungssperre	435
Oktavbandbaß	39
Oszillator	77
Oszilloskop	229
P	
Panoramaempfang	84
Parallel-Serien-Wandler	321
PCM-Codes	379
PCM-Fehlertester	383
PCM-Meßautomat	489
PCM-Meßtechnik	363
PCM-Meßplatz	367
PCM-Rahmen	375
PCM-Übertragung	363
Pegedifferenzmessungen	82
Pegellupe	177
Pegelmeßautomat	481
Pegelmesser	33
Pegelmeßtechnik	29
Pegelsender	101
Pegel- und Wobbelmeßplätze	45
Pegelüberwachungsempfänger	287
Periodendauermessung	409
Peripheriegeräte	475
Phasenlaufzeitverlauf	247
Phasenjitter-Meßgerät	516
Phasenjitter-Messung	250
Pilotpegelmesser	165
Pilotsperre	325
Pre-emphase-Netzwerk	325
Programmierbare Pegelmeßplätze	476
Programmierbarer Steueroszillator	125
Programmierbare Rauschklirrmeßplätze	495
Programmierkarte	117
Programmierung	478
Programmsprache	478
Programmsteuer- und Auswertegeräte	475
Prozeßrechner	479
Prüfjoch	413
Prüftonüberwachung	287
Psophometrische Bewertung	316
Pufferbetrieb	105
Pulscodemodulation	363
Punkt-für-Punkt-Messungen	82
Pupin-Leitungsabschnitte	289
Q	
Qualitätsüberwachung	413
Quantisierungsgeräusch	364
Quantisierungsverzerrung	364
Quarzoszillator	409
Quarzraster	159
Quarzzeitbasis	409
Quasi-Zufallsfolgen	309
Quasi-oszilloskopische Anzeige	399
Quasi-Spitzenbewertung	93
R	
Rauscharme Pegelmessungen	88
Rauschgenerator	65
Rauschklirrempfänger	315
Rauschklirren	315
Rauschklirrmeßautomat	495
Rauschklirrmeßplätze	325
Rauschklirrsender	325
Rauschklirrmeßtechnik	303
Rauschleistungsabstand	305
Rechner	429
Rechner-Interface	503
Referenzkanal	219
Referenzlinieneinsatz	229

	Seite
Reflexionsdämpfung	86
Reflexions-Meßzusatz	458
Regelverstärker	221
Regeneratoren	366
Regeneratormeßplatz	387
Regeneratortester	387
Relaisumschalter	461
Relativer Pegel	29
Restdämpfung	83
Richtfunkmeßplatz	345
Richtfunkübertragung	307
Rosa Rauschen	65
Rotierender Umformer	437
Rückübertragung	255
S	
Sachgruppenverzeichnis	7
Schaltfeld	241
Scheinwiderstandsmessung	251
Scheinwiderstands-Meßzusatz	460
Schleifenmessung	82
Schnelleichtaste	117
Schnittstellenmonitor	514
Schnittstellentestgerät	514
Schockbeanspruchung	22
Schwingbeanspruchung	22
Sendeeinschub	117
Sende- und Empfangspegel	79
Serien-Parallel-Wandler	321
Sicherheitsvorschriften	3
Sichtgerät	229
Sichtgeräte-Einschübe	229
Signalcodes	329
Signaldetektor	177
Signal-Geräusch-Abstand	305
Signal-Quantisierungsverzerrung	364
Sirene	511
Sondergeräte	513
Spaltfrequenz	255
Spannungspegel	29
Spannungsteiler	407
Spannungs- und Pegelmesser	33
Spektrumanalyse	83
Sperrenadapter	325
Spezialgeräte der Akustik	509
Sprachsimulierendes Rauschen	65
Sprechanlagen	511
Stationsansagegerät	511
Stecker	463
Steilheitsverzerrung	310
Sprechzusatz	263
Stereophoner Abhörzusatz	509
Steueroszillator	79
Steuerteil (FE-1)	403
Stimmgerät	512
Störspannungen	32
Stoßprüfung	23
Streckenentzerrung	252
Streckenmessung	82
Streckenwobbeln	82
Stromversorgung	398
Stromversorgungsgeräte	417
Stundenmittelwert	321
Summenhäufigkeit	316
Symmetriedämpfungsmeßzusatz	459
Symmetrieübertrager	457
System ANDIMAT	475
System-Geräte für nachrichtentechnische Automaten	503
Systemkabel	497
T	
Taktgeber	325
Tastkopf TK-8	452
Tastkopf TK-9	452
Tastkopf TK-10	221
Tastkopf TK-11	453
Tastkopf TK-12	454
Tastverhältnismessung	89
Telegrafie-Meßplatz	515
Telegrafie-Tester	515
Temperaturzyklus	25
TFH-Technik	97
TF-Meßautomat	483
TF-Pegelmesser	115
TF-Pegelsender	101
Thermokreuz	221
Tiefpaß	69, 325
Tonwahlsperren	273
Trägerumtastung	249
Transduktor	398
Transistorenendstufe	510
Transistorverstärker	510
Transportgehäuse	469
Transportschutzdeckel	471
Trennübertrager	315
T-Verzweigungen	226
Typenverzeichnis	11
U	
Übergangsstücke	463
Überlagerungsverfahren	30
Überlastschutz	221
Überschreitungsereignisse	321
Überspannungsschutz	429
Übersteuerungskontrolle	165
Umrüstsätze	471
Umschalter (LD-1)	277
Umsetzereinschübe	325
Umsetzerteil	213
Umsturzprüfung	23
Universalbuchse	463
Universalfilter	69
Universalzähler	409
V	
Verbindungskabel	463
Verpackungsprüfung	23
Verpolungsschutz	443
Versacon	463
Verstärkereinschub	229
Vertikalverstärkereinsatz	229

	Seite
Verzerrungsmeßgerät	357
Verzerrungsmeßtechnik	303
Verzerrungsmessungen	309
Verzerrungsmessung nach dem Intermodulationsverfahren	310
Vierpoldämpfung	85
Vollautomat	475
Vorbemerkungen	3
Vorschaltfilter	271
W	
Wähltonsperre	271
Wählzeichenverzerrungsmeßeinrichtung	37
Wechselrichter	447
Wechselspannungs-Stabilisatoren	417
Wechselsprechanlagen	511
Weiche	69
Welligkeitsmeßeinsatz	224
Weißes Rauschen	65
Wickelsinn	397
Wicklungswiderstand	398
Windungszahlmeßgerät	413
Wobbeleinschub	117
Wobbelmeßplätze	45
Wobbelmessungen	83
Wobbelzusatz	187
WT-Kanal-Abstimmung	51
X	
XY-Oszilloskop	229
Z	
Zähler	409
Zeilenrasterverfahren	229
ZF-Meßgerät	351
Zubehör	551
Zusatzanzeige	512
Zusatzgehäuse	239
Zusatzgeräte	513
Zwei-Wege-Verteiler	451