



ROHDE & SCHWARZ

TONFREQUENZ-ANALYSATOR

Type FTA

BESCHREIBUNG

BESCHREIBUNG

TONFREQUENZ-ANALYSATOR

Type FTA

BN 48302

Anmerkung: Wir bitten, bei technischen Anfragen, insbesondere bei einer Anforderung von Ersatzteilen, außer der Type und Bestellnummer (BN) immer auch die Fabrikationsnummer (FNr.) des Gerätes anzugeben.

Ausgabe 48302 A/860

Inhaltsübersicht

1	Eigenschaften des FTA	3
2	Geräte zur Erweiterung der Meßmöglichkeiten	5
2.1	Gleichspannungsschreiber Enograph-G Type ZSG BN 18531	5
2.2	Synchronantrieb	6
2.3	Anpassungsübertrager BN 483022	7
2.4	Mikrofonverstärker mit Netzteil BN 483023	7
2.5	Mitlaufgenerator BN 483011	8
3	Anwendung	8
3.1	Messung mechanischer und akustischer Schwingungen	8
3.2	Messung elektrischer Schwingungen	9
3.3	Anschluß von Registriergeräten	10
3.4	Selektive Frequenzgangmessung	11
4	Inbetriebnahme	13
4.1	Einstellen auf die gegebene Netzspannung und Einschalten	13
4.2	Einstellen des mechanischen Nullpunktes am Instrument	13
4.3	Berichtigen des Frequenzskala-Nullpunktes	13
4.4	Berichtigen der Symmetrie des Modulators	14
4.5	Nacheichen der Spannungs- und Pegelanzeige	14
5	Bedienung	15
5.1	Wahl der Bandbreite und Abstimmen	15
5.2	Absolute Spannungs- und Pegelmessung	15
5.3	Relative Spannungs- und Pegelmessung	17
5.4	Oszillator-Ausgang	18
5.5	Ausgang für Gleichspannungsschreiber	18
6	Wirkungsweise und Aufbau	19
6.1	Eingangsteil, Vorteiler und Hauptteiler	19
6.2	Mischstufe und Oszillator	21
6.3	Zwischenfrequenzteil	22
6.4	Anzeigeverstärker und Nacheicheinrichtung	23
6.5	Schreiberanschluß	25
6.6	Netzteil	26
7	Röhrenwechsel	26
8	Schalteilliste	28
	Garantieverpflichtung	36
	Stromlauf zum FTA	37

1 Eigenschaften des FTA

Frequenzbereich	30 ... 20 000 Hz
Länge der Skala	580 mm, Teilung nahezu linear mit 1 Strich je 50 Hz
Feinablesung	an verstellbarer Relativteilung auf Feintrieb- knopf (- 150 ... + 150 Hz)

Trennschärfe umschaltbar

Bei Schmalbandbetrieb

Bandbreite für 3 db Abfall $6 \text{ Hz} \pm 20\%$

Bandbreite für 60 db Abfall $\leq \pm 40 \text{ Hz}$

Bei Breitbandbetrieb

Bandbreite für 3 db Abfall $200 \text{ Hz} \pm 25\%$

Bandbreite für 60 db Abfall $\leq \pm 450 \text{ Hz}$

Spannungsanzeige linear

Fehlergrenzen $\pm 5\%$

Gesamtbereich Eingang unsymmetrisch $10 \mu\text{V} \dots 100 \text{ V}$ bzw. $- 100 \dots + 40 \text{ db}$

13fach unterteilt in Stufen 1 : 3 bzw. 10 db, Einstellung von
Zwischenwerten auf Vollausschlag durch
kontinuierlichen 10-db-Regler

Gesamtbereich Eingang symmetrisch $10 \mu\text{V} \dots 10 \text{ V}$ bzw. $- 100 \dots + 20 \text{ db}$

11fach unterteilt in Stufen 1 : 3 bzw. 10 db, Einstellung von
Zwischenwerten durch kontinuierlichen
10-db-Regler

Spannungsanzeige logarithmisch

Umfang eines Meßbereiches 60 db (1 : 1000)

Fehlergrenzen $\pm 1 \text{ db}$

Gesamtbereich Eingang unsymmetrisch $10 \mu\text{V} \dots 100 \text{ V}$ bzw. $- 100 \dots + 40 \text{ db}$

9fach unterteilt in Stufen 1 : 3 bzw. 10 db, Einstellung von
Zwischenwerten durch kontinuierlichen
10-db-Regler

Gesamtbereich Eingang symmetrisch $10 \mu\text{V} \dots 10 \text{ V}$ bzw. $- 100 \dots + 20 \text{ db}$

7fach unterteilt in Stufen 1 : 3 bzw. 10 db, Einstellung von
Zwischenwerten durch kontinuierlichen
10-db-Regler

Eingangswiderstand

unsymmetrisch 100 k Ω || 40 pF

symmetrisch > 8 k Ω

Zulässiger Innenwiderstand des Meß-
objektes bei symmetrischem Betrieb \leq 3 k Ω

Störfrequenzdämpfung

bei Frequenzen über 60 kHz > 60 db
(z. B. Spiegelfrequenzen)

bei 60 kHz (= ZF) > 80 db

Eigenstörpegel unter - 100 db

Eigenklirrabstand > 70 db

Oszillatorausgang zum Anschluß des Mitlaufgenerators

Schreiberausgang Gleichspannung - 3 V für Vollausschlag
linear oder logarithmisch (angepaßt an
Gleichspannungsschreiber Type ZSG)

Automatischer Frequenzablauf durch Synchronantrieb, der an der
Frontplatte befestigt und am Feintriebknopf
angekuppelt wird. Ablauf synchron zum
Schreiberantrieb

Netzanschluß 115/125/220/235 V, 47 ... 63 Hz, 100 VA

Zulässige Netzspannungsänderung - 10 ... + 5%

Bestückung 2 Röhren EAF 42 | 3 Röhren EF 80
3 Röhren EB 41 | 3 Röhren EF 804 S
2 Röhren ECC 85 | 1 Röhre PL 81
1 Stabilisator 85 A 2
2 Skalenlampen RL 165 S
1 Zwergglühlampe RL 210
1 Schmelzeinsatz 0,6 C DIN 41571

Abmessungen (B x H x T) 540 x 301 x 378 mm
R&S-Normkasten Größe 58

Gewicht 35 kg



Bild 1. Tonfrequenz-Analysator Type FTA BN 48302

2 Geräte zur Erweiterung der Meßmöglichkeiten

2.1 Gleichspannungsschreiber Enograph-G Type ZSG BN 18531

Der Enograph-G ist ein robustes und schnell schreibendes Registriergerät für Gleichspannungen nach dem Prinzip der automatischen Kompensation. Der Papiervorschub erfolgt durch eigenen Synchronmotor oder fremden Antrieb. Dieser Schreiber ist so konstruiert, daß er nicht nur in Laboratorien und Prüffeldern, sondern ebenso in bewegten Meßanlagen (z. B. im Kraftfahrzeug, in der Eisenbahn oder im Flugzeug) eingesetzt werden kann. Bild 2 läßt den äußeren Aufbau erkennen. Nachfolgend die wichtigsten Eigenschaften. Alle übrigen Eigenschaften und die Bedienung dieses Gerätes gehen aus der zugehörigen Beschreibung hervor.

Eingangsspannung für die volle Schreibbreite	3 V Gleichspannung
Eingangswiderstand	5 M Ω
Einstellzeit für die volle Schreibbreite	etwa 250 ms
Aufzeichnung	mit Kugelschreiber oder Tintenfeder auf Papier oder elektrisch auf Metallpapier
10 Papiergeschwindigkeiten	20 mm/h, 1, 2, 5, 10, 20 mm/min, 1, 2, 5 oder 10 mm/s

2.2 Synchronantrieb

Der Synchronantrieb besteht aus einem Synchronmotor mit Getriebe, der mit dem Abstimmdrehknopf des FTA gekuppelt wird und diesen gleichmäßig durchdreht. Der Frequenzablauf des FTA ist dabei zeitlinear. Der Synchronantrieb wird aus dem Wechselstromnetz gespeist und ergänzt die Kombination Tonfrequenz-Analysator FTA und Gleichspannungsschreiber ZSG zu einer automatisch registrierenden Analysieranlage. Er wird in zwei Ausführungen geliefert:

Bestellnummer des Synchronantriebes	Betriebsspannung	Drehzahl der Antriebsachse	Mit der genannten Drehzahl ergeben sich am FTA folgende Werte: Ablaufgeschwindigkeit	Analysierdauer über 20 kHz
BN 483024/50	220 V/50 Hz	5,75 U/min	$33\frac{1}{3}$ Hz/s = 2 kHz/min	10 min
BN 483024/60	115 V/60 Hz	5,75 U/min	$33\frac{1}{3}$ Hz/s = 2 kHz/min	10 min

Diese zwei Ausführungen BN 483024/50 und BN 483024/60 enthalten jeweils ein Grundgetriebe und das auswechselbare Ergänzungsgetriebe BN 483024/4. Außer diesem sind folgende Ergänzungsgetriebe lieferbar:

Bestellnummer des Getriebes	Drehzahl der Antriebsachse	Mit der genannten Drehzahl ergeben sich am FTA folgende Werte: Ablauf in Hz/s	Analysierdauer über 20 kHz
BN 483024/1	10,35 U/h	1	5 h 33 min
BN 483024/2	51,75 U/h	5	1 h 6 min
BN 483024/3	103,5 U/h	10	33 min
BN 483024/5	43,125 U/min	250	1 min 20 s

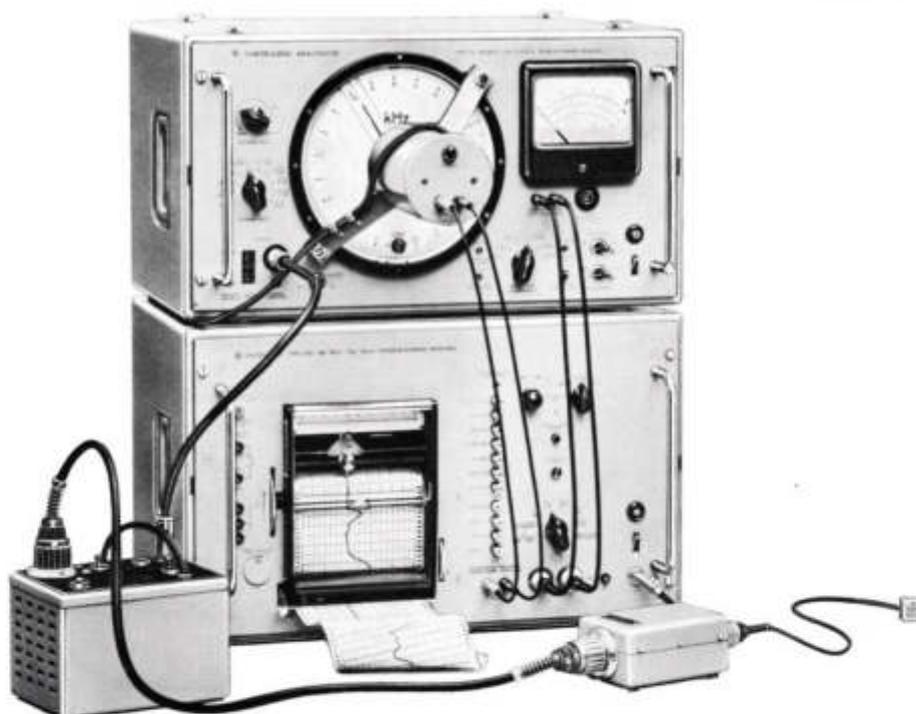


Bild 2. Meßanordnung zur Körperschallanalyse mit Tonfrequenz-Analysator FTA, Synchronantrieb (auf der Frequenzskala des FTA montiert), Gleichspannungsschreiber ZSG, Mikrofonverstärker mit Netzteil (links unten), Anschlußglied EBVA und Beschleunigungsaufnehmer EBVB

2.3 Anpassungsübertrager BN 483022 zum Anschluß dynamischer Meßmikrofone

Die Kombination „Tonfrequenz-Analysator, Synchronantrieb, Enograph-G und Anpassungsübertrager“ bildet in Verbindung mit einem geeigneten Meßmikrofon eine automatisch registrierende Anlage für akustische Messungen. Sekundärseitig wird der Anpassungsübertrager über ein kurzes (an ihm angebautes) Kabelstück mit dem unsymm. FTA-Eingang verbunden; primärseitig kann zwischen Übertrager und Meßmikrofon nötigenfalls auch ein sehr langes Kabel eingeschaltet werden. Die wichtigsten Eigenschaften: Spannungsübersetzung 1 : 15; Anpassung primär an 200 Ω , sekundär an den unsymm.FTA-Eingang; Frequenzgang $\pm 3\%$ bezogen auf 1 kHz bei 200 Ω Quellwiderstand und bei Belastung mit dem Eingangswiderstand des FTA.

2.4 Mikrofonverstärker mit Netzteil BN 483023

Verstärkung	. . . . .	32 db
Ausgang	. . . . .	belastbar ≥ 50 k Ω , maximal 25 V (+30 db)
Eigenstörpegel	. . . . .	-65 db

Passendes Kondensatormikrofon BN 4503—40

Frequenzumfang	. . . . .	20 ... 12 500 Hz
Frequenzgang	. . . . .	$\leq \pm 2$ db
Meßumfang	. . . . .	30 ... 125 db über $2 \cdot 10^{-4}$ μ bar
Übertragungsmaß	. . . . .	1,6 mV/ μ bar

Passendes Körperschallmikrofon Type EBVB mit Anschlußglied Type EBVA

Frequenzumfang	. . . . .	10 ... 15 000 Hz
Frequenzgang	. . . . .	$\leq \pm 1,5$ db von 10 ... 10 000 Hz
Meßumfang	. . . . .	10^{-2} ... 10^3 ms $^{-2}$

Der Mikrofonverstärker ermöglicht den Anschluß unseres Kondensatormikrofons und unseres Körperschallmikrofons (auch „Beschleunigungsaufnehmer“ genannt) an den Tonfrequenz-Analysator FTA. Außer einem stabilisierten Stromversorgungsteil enthält er einen zweistufigen Verstärker, der an seinem unsymmetrischen Ausgang eine Spannung bis zu 25 V abgibt. Der Ausgang wird durch ein koaxiales Kabel mit dem unsymmetrischen FTA-Eingang verbunden. Zwischen Mikrofonverstärker und Mikrofon kann ein bis zu 20 m langes Verbindungskabel eingeschaltet werden, ohne daß der Frequenzgang beeinflußt wird.

2.5 Mitlaufgenerator BN 483011

Der Mitlaufgenerator ist ein Zusatzgerät zum Tonfrequenz-Analysator FTA. Er erzeugt an seinem Ausgang genau die am FTA eingestellte Frequenz (30...20 000 Hz) durch Mischen der 60-kHz-Spannung seines Quarzoszillators mit der vom FTA zugeführten Spannung des Oszillator-Ausgangs. Die Kombination aus FTA und Mitlaufgenerator ermöglicht selektive Frequenzgangmessungen im Tonfrequenzgebiet. Bild 6 zeigt die Zusammenschaltung mit FTA. Eigenschaften, Bedienungsanleitung, Erläuterung der Funktion usw. enthält die zugehörige Geräte-Beschreibung.

3 Anwendung

3.1 Messung mechanischer und akustischer Schwingungen

Die Analyse von Maschinen-, Motoren- oder Getriebegeräuschen ist von großer wirtschaftlicher Bedeutung und hat bei der einschlägigen Industrie bereits weitgehend Eingang gefunden. Beispielsweise kann das mit Hilfe eines Luftschall- oder Körperschallmikrofons aufgenommene Spektrum eine Übersicht vermitteln über den Geräuschanteil eines jeden mit unterschiedlicher Drehzahl umlaufenden Maschinenteiles. Bei der Entwicklung von hochtourigen Antriebsaggregaten kann dieses Hilfsmittel besonders wertvolle Dienste leisten.

Für die Untersuchung von tieffrequenten Vorgängen besteht die Möglichkeit einer zusätzlichen Frequenzumsetzung mit Hilfe eines Tonbandgerätes, das bei der Wiedergabe um ein Vielfaches schneller läuft als bei der Aufnahme. So kann der Frequenzbereich des Analysators FTA z. B. durch Vorschalten des Telefonken-Meßmagnetofones M 5 M mit dem Geschwindigkeitsverhältnis 1 : 50 nach unten bis auf 1 Hz erweitert werden, und zwar bei gleichzeitiger Verringerung der Selektionsbandbreite von 6 Hz auf 0,12 Hz. Dabei ist es zweckmäßig, ein Stück des aufgenommenen Bandes als Schleife zu kleben, die dann während der Ausmessung beliebig lange abgespielt werden kann.

Teilweise eng verknüpft mit der Analyse von Maschinengeräuschen ist das Problem der Schalldämmung und Lärmbekämpfung. Hier ist man oft gezwungen, von der summarischen Geräuschmessung zur selektiven Messung überzugehen, um erfolgreich zu sein. Ganz ähnlich liegen die Verhältnisse in der Bau- und Raumakustik. Weitere Anwendungsmöglichkeiten ergeben sich auf dem Gebiet der physiologischen Akustik, wo viele Arten der Klang- und Geräuschanalyse wertvolle Erkenntnisse vermitteln. Auch

auf den Gebieten der Musik, Phonetik und reinen Akustik werden Analysatoren für Forschungsarbeiten verwendet. Erwähnt sei auch die statistische Messung der spektralen Verteilung nichtperiodischer Schwingungen, wie sie in der Akustik als Rauschen oder Geräusch und in der Elektrotechnik als thermisches Rauschen, Schroteffekt und Funkeffekt vorkommen.

3.2 Messung elektrischer Schwingungen

In der Elektrotechnik ist die Fourieranalyse von periodischen Schwingungen und insbesondere von Impulsschwingungen ein umfangreiches Anwendungsgebiet. Auch der spezielle Fall der Klirrfaktormessung gehört in diese Gruppe. Dabei kommt der Aufspaltung in die Anteile der einzelnen Harmonischen besondere Bedeutung zu. In Fällen, bei denen nicht die Oberwellen von Generatoren, sondern die passiven Verzerrungen von nichtlinearen Elementen und Netzwerken, wie Röhren, Gleichrichtern, Filtern, Verstärkern usw. gemessen werden sollen, kann auch das Doppelton- oder Differenztonverfahren angewandt werden, wodurch die Messung vom Klirrateil des Generators unabhängig wird. Beide Meßverfahren ermöglichen bei Verwendung von genügend kleinen Amplituden auch die Ermittlung der Feinstruktur von Kennlinien.

Wegen seiner großen Bedeutung seien zum Doppeltonverfahren noch einige Hinweise gegeben. Besondere Bedeutung hat das vom CCIF empfohlene Differenztonverfahren erlangt. Bild 3 zeigt die grundsätzliche Meßanordnung. Die Widerstände R1 und R2 sind genügend groß zu machen, um eine Beeinflussung der Generatoren untereinander zu vermeiden, so zum Beispiel $R1 = R2 = 5 \times R3$.

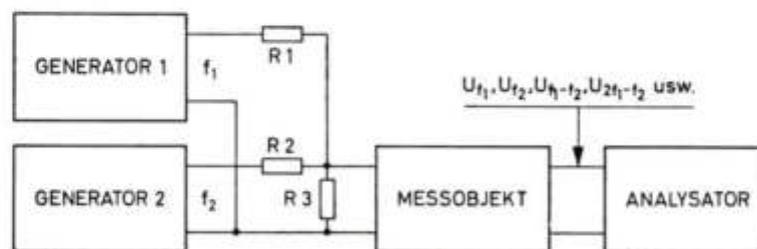


Bild 3. Meßanordnung zum Doppeltonmeßverfahren

Im Meßobjekt erzeugen die Amplituden der beiden eng benachbarten Grundfrequenzen f_1 und f_2 an der nichtlinearen Kennlinie des Prüflings außer den jeweiligen Oberwellen $2f_1, 3f_1 \dots$ und $2f_2, 3f_2 \dots$ auch eine Reihe von Summen- und Differenzfrequenzen $f_1 \pm f_2, 2f_1 \pm f_2, 2f_2 \pm f_1$ usw., deren Amplituden mit dem Analysator getrennt gemessen werden können. Hält man am Meßobjekt die Amplituden der Grundwellen gleich groß,

so gilt für die Verzerrungsmessung nach CCIF folgende Definition: Der quadratische Differenztonfaktor ist

$$d_2 = \frac{U_{f_1 - f_2}}{U_{f_1} + U_{f_2}},$$

der kubische Differenztonfaktor ist

$$d_3 = \frac{U_{2f_1 - f_2} + U_{2f_2 - f_1}}{U_{f_1} + U_{f_2}}.$$

Meßtechnisch hat das Differenztonverfahren gegenüber der Einton-Klirrfaktormessung zwei wesentliche Vorzüge: Erstens liegen die zu messenden Differenzfrequenzen in jedem Fall innerhalb des Übertragungs- und Meßbereiches (z. B. $f_1 = 20$ kHz, $f_2 = 19$ kHz, $f_1 - f_2 = 1$ kHz) und zweitens ist die Methode nahezu unabhängig von den Eigenverzerrungen der beiden Generatorspannungen. In der Praxis muß jedoch von Fall zu Fall entschieden werden, welchem Verfahren der Vorzug zu geben ist. So kann das Differenztonverfahren versagen, wenn mit sehr tiefen Primärfrequenzen (f_1 und f_2) gearbeitet werden muß, weil die Trennung der dann sehr dicht aufeinanderfolgenden Kombinationsfrequenzen sehr erschwert wird, wobei meist noch Brumm- und Brummodulationsfrequenzen hinzukommen.

Die erwähnte Doppeltonmessung gehört bereits in das Gebiet der Modulationsvorgänge, wo weitere sehr vielseitige Meßmöglichkeiten bestehen. Hier geht es darum, sämtliche Verzerrungsprodukte zu messen, die entstehen, wenn ein nichtlineares System gleichzeitig mit mehreren Spannungen verschiedener Frequenz angesteuert wird.

Von ganz anderer Art ist die Verwendung des Analysators als selektives Röhrenvoltmeter, bei der alle die Messung störenden Frequenzen ausgeschaltet werden. Dadurch läßt sich eine erhebliche Meßbereicherweiterung erzielen, so z. B. bei einem selektiven Brückenabgleich oder bei absoluten Spannungsmessungen.

3.3 Anschluß von Registriergeräten

Die Auswertung eines stark zergliederten Tonspektrums nur mit Hilfe der Instrumentanzeige ist eine sehr mühsame Angelegenheit. In vielen Fällen, insbesondere bei Reihenmessungen mit veränderlichen Versuchsbedingungen, wird das nur mit erheblichem Zeitaufwand oder überhaupt nicht möglich sein. Für einen Analysator ist daher der Anschluß eines Registriergerätes gleichbedeutend mit einer wesentlichen Erweiterung seiner Einsatzmöglichkeiten. Zudem stellt das aufgezeichnete Spektrogramm ein leicht abheftbares Meßdokument dar.

Am Analysator FTA sind Buchsen für den Anschluß unseres Gleichspannungsschreibers Type ZSG vorgesehen. Für den synchronen Ablauf des Frequenz- und Papiervorschubs sorgt der Synchronantrieb, der an der Frontplatte des Analysators angeschraubt und mit dem Frequenzantrieb gekuppelt wird. Bild 4 zeigt die Zusammenschaltung der

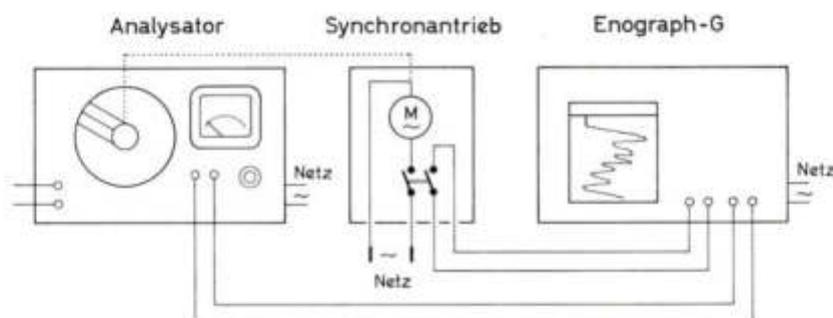


Bild 4. Meßanordnung zur automatischen Registrierung der FTA-Eingangsspannung

Geräte. Mit dem Netzschalter des Synchronantriebes ist ein Schalter gekuppelt, der über eine Doppelleitung mit den Steuerbuchsen des Schreibers verbunden ist und beim Einschalten den gleichzeitigen Start der Frequenz- und Papierablaufmotoren bewirkt. Zur Erzielung einer möglichst kurzen Analysierdauer ist der Gleichspannungsschreiber ZSG wegen seiner hohen Einstellgeschwindigkeit besonders geeignet.

3.4 Selektive Frequenzgangmessung

Bei einer Frequenzgangmessung ist der Dämpfungsmeßbereich bei gegebenem Maximalpegel durch den Abstand der Eigen- und Fremdstörungen begrenzt. Wird statt eines breitbandigen Anzeigegerätes ein selektives verwendet, so kann der Einfluß dieser Störungen wesentlich verringert werden. Die Rauschspannung vermindert sich mit der Wurzel aus der Bandbreite, was im Tonfrequenzbereich bei Verwendung eines Quarzfilters praktisch etwa 40 db bedeuten kann. Das gleiche gilt bei akustischen Messungen für diffuse Störgeräusche, so daß Frequenzgangmessungen auch in mit Geräusch erfüllten Räumen möglich sind. Die selektive Frequenzgangmessung ist also überall da von besonderem Vorteil, wo ein besonders großer Dämpfungsmeßbereich benötigt wird oder wo wegen der Anwesenheit starker Störspannungen oder Störgeräusche eine breitbandige Messung nicht möglich ist. Bei Verwendung eines Überlagerungsanalysators als Anzeigegerät bietet sich eine ebenso zuverlässige wie einfache Möglichkeit, eine zur Analysatoreinstellung genau synchronisierte Tonfrequenz zu erzeugen. Während der Analysator die Signalfrequenz f mit der Oszillatorfrequenz f_v mischt und auf die Zwischenfrequenz $f_o = f_v - f$ umsetzt, wird dieser Vorgang vom Mitlaufgenerator

wieder rückgängig gemacht. Dabei wird eine mit f_0 genau übereinstimmende quarzgesteuerte Festfrequenz mit der vom Analysator ausgekoppelten Oszillatorfrequenz f_v gemischt, wobei wieder die Signalfrequenz $f = f_v - f_0$ als Differenz gewonnen wird.

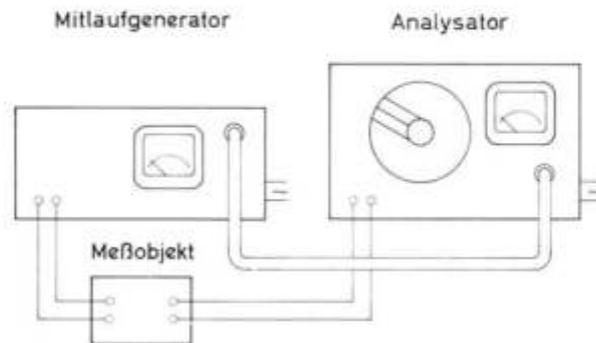


Bild 5. Anordnung zur selektiven Messung des Frequenzganges

Bild 5 zeigt die Zusammenschaltung der beiden Geräte zu einem Dämpfungsmeßplatz. Schließt man zusätzlich den Gleichspannungsschreiber Type ZSG an, wie in Bild 6, so erhält man eine vollautomatisch registrierende Anlage für Dämpfungsmessungen.

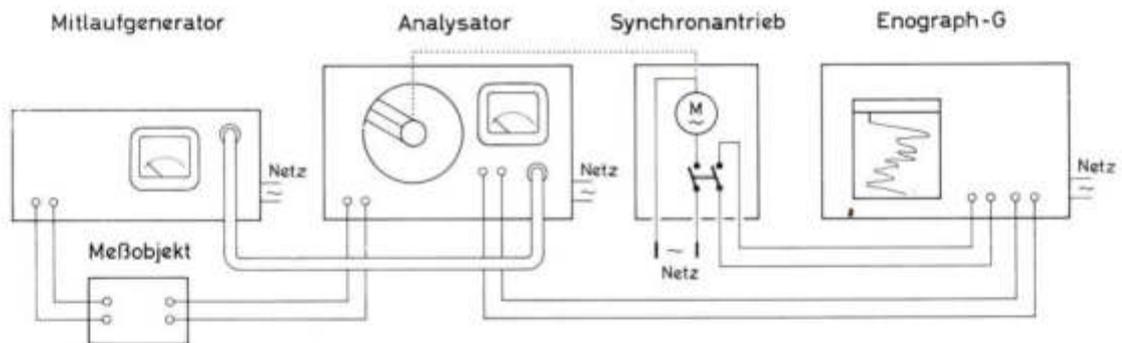


Bild 6. Anordnung zur vollautomatischen selektiven Registrierung des Frequenzganges eines Vierpols

4 Inbetriebnahme

4.1 Einstellen auf die gegebene Netzspannung und Einschalten

Ab Werk ist das Gerät für 220 V Netzspannung eingestellt. Zur Umstellung für 115 V, 125 V oder 235 V muß man zunächst am linken und rechten Rand der Frontplatte die Schrauben lösen und das Gerät aus seinem Gehäuse ziehen. Dann wird auf dem Spannungswähler das mit der gegebenen Netzspannung bezeichnete Kontaktfedernpaar mit einem passenden Schmelzeinsatz überbrückt. Für 235 V ist der für 220 V eingesetzte 0,6-A-Schmelzeinsatz geeignet. Für 115 V und 125 V muß ein 1,25-A-Schmelzeinsatz (1,25 C DIN 41571) eingesetzt werden.

Hierauf wird das Gerät wieder eingebaut, über das an der Rückseite einzusteckende Netzkabel (mit Schukostecker) an das Netz angeschlossen und an der Frontplatte mit dem Kippschalter rechts unten eingeschaltet (Kipphebel nach oben). Zur Überwachung des Einschaltzustandes dient die über dem Netzschalter eingebaute Zwergglimmlampe. Den wärmemäßigen Gleichgewichtszustand erreicht das Gerät nach ungefähr 2 Stunden.

Bei einem Gerät, das für Gestelleinbau bestimmt ist, befindet sich der Netzanschluß ebenfalls an der Rückseite. Die Verbindung mit dem Netz erfolgt aber hier über einen 16poligen Tuchelstecker an den Anschlüssen a1 und b1 für die beiden Spannungspole und an a2+b2 für den Schutzleiter (siehe auch Stromlauf zum FTA).

4.2 Einstellen des mechanischen Nullpunktes am Instrument

Bei ausgeschaltetem Gerät muß der Instrumentzeiger auf dem mechanischen Nullpunkt stehen. Das ist der 0-Punkt der beiden Volt-Skalen. Zur Berichtigung der Nullstellung dient die im Instrumentgehäuse eingelassene Schlitzachse. Der mechanische Nullpunkt läßt sich aber auch bei eingeschaltetem Gerät und bei angeschlossener Meßspannung genau einstellen. Man braucht nur den Knopf „Hauptteiler“ in die Stellung „0 db“ zu bringen, die Taste „Kontrolle Eichgenerator“ zu drücken und während des Drückens dieser Taste die Nullpunkteinstellung vorzunehmen.

4.3 Berichtigen des Frequenzskala-Nullpunktes

Hierzu stellt man zunächst den Schalter „Bandbreite“ auf „schmal“, den Schalter „Betriebsart“ auf „log.“ und den Zeiger der Frequenzskala auf „0 kHz“. Dann wird der innerhalb des Frequenzskalenrahmens angeordnete Knopf „Nullpunkt“ so eingestellt, daß das Instrument einen Maximalausschlag zeigt.

4.4 Berichtigen der Symmetrie des Modulators

Ohne die unter 4.3 vorgenommenen Einstellungen zu verändern, werden hierbei die beiden mit „R“ und „C“ bezeichneten Schlitzachsen (an der Frontplatte links unten) wechselweise so eingeregelt, bis das Instrument einen Minimalausschlag zeigt, der auf der log. Skala unterhalb der 10-db-Marke bleibt.

4.5 Nacheichen der Spannungs- und Pegelanzeige

Es sind die Eichungen I, II und III auszuführen. Bei jeder muß der „Vorteiler fein“, der „Vorteiler grob“, der Eingangsumschalter „symm./unsymm.“ und der „Hauptteiler“ auf „Eichen“ stehen. Dann kann man sich vergewissern, ob der eingebaute 10-kHz-Eichgenerator den richtigen Pegel liefert, indem man auf den Knopf „Kontrolle Eichgenerator“ drückt und den Instrumentausschlag prüft. Es muß sich an der von $-20 \dots +2$ db geeichten Skala der Ausschlag „0 db“ ergeben. Bei den nun folgenden Eichungen muß der Frequenzzeiger im Bereich bei 10 kHz jeweils so eingestellt werden, daß das Instrument maximalen Ausschlag zeigt. Erst dann sind die für die jeweilige Eichung bestimmten Regler zu bedienen.

Eichen I: Schalter „Betriebsart“ auf „lin.“, Schalter „Bandbreite“ auf „breit“, Schlitzachse „Eichen I“ einregeln, bis Instrument an der von $-20 \dots +2$ db geeichten Skala 0 db anzeigt.

Eichen II: Schalter „Betriebsart“ auf „lin.“, Schalter „Bandbreite“ auf „schmal“, Schlitzachse „Eichen II“ einregeln, bis Instrument an der von $-20 \dots +2$ db geeichten Skala 0 db anzeigt.

Eichen III: Schalter „Betriebsart“ auf „log.“, Schalter „Bandbreite“ beliebig, Schlitzachse „Eichen III“ einregeln, bis Instrument an der von $60 \dots 0$ db geeichten Skala 0 db anzeigt.

Somit ist die Spannungs- und Pegelgleichung ausgeführt. Sollte sich vor diesen Eichungen bei der Kontrolle des Eichgenerators ein kleinerer oder größerer Ausschlag als 0 db ergeben haben, so kann man alle drei Eichungen trotzdem richtig ausführen, indem man sie auf den Kontrollausschlag bezieht. Hatte sich z. B. ein um 0,5 db zu kleiner Kontrollausschlag ergeben, so regelt man mit den drei Eichreglern nicht auf 0 db ein, sondern auf $-0,5$ db.

Falls zur Messung nur eine der beiden Bandbreiten („schmal“ = 6 Hz oder „breit“ = 200 Hz) verwendet wird, so braucht man nicht unbedingt alle drei Eichungen auszuführen, d. h., wird nur „schmal“ gemessen, so ist „Eichen I“ nicht notwendig; wird nur

„breit“ gemessen, so ist „Eichen II“ nicht notwendig. Ähnlich ist es bei den beiden Betriebsarten „lin.“ und „log.“. Wird nur „lin.“ gemessen, so ist „Eichen III“ nicht notwendig. Mißt man aber „log.“, so muß dem Vorgang „Eichen III“ unbedingt „Eichen I“ bzw. „Eichen II“ vorangegangen sein.

5 Bedienung

5.1 Wahl der Bandbreite und Abstimmen

Die Frequenzskala hat außer dem mit dem Zeiger direkt gekuppelten Grobtriebknopf einen spielfreien und 1:62,5 übersetzten Feintriebknopf. Auf diesem befindet sich eine von $-150 \dots 0 \dots +150$ Hz geteilte Skala, die sich bei jeder beliebigen Frequenz (0 bis 20 kHz) auf Null einstellen läßt. Die Teilung dieser kleinen Skala gilt ohne weitere Umrechnung für jeden beliebigen Punkt der großen Skala. Besondere Vorteile bietet die kleine Skala z. B. beim Ablesen kleiner Verstimmungen bei tiefen Frequenzen oder bei kleinen Relativ-Verstimmungen im mittleren und hohen Tonfrequenzbereich. Ihre Einstellung ist völlig unabhängig von der Einstellung der großen Skala, das heißt, die Eichung der großen Skala stimmt bei beliebiger Einstellung der kleinen Skala, so daß also diese, wenn sie nicht benutzt wird, nicht auf Null gestellt sein muß.

Vor dem Abstimmen auf die Frequenz der zu messenden Spannung muß man eine der jeweiligen Analyse angemessene Bandbreite wählen. Dies geschieht mit dem Kippschalter „Bandbreite“. In der Stellung „breit“ beträgt sie 200 Hz, in der Stellung „schmal“ 6 Hz, jeweils bezogen auf 3 db Abfall. Die für die Frequenzbestimmung geeignetere Bandbreite ist naturgemäß „schmal“; nicht nur wegen der geringeren Breite, sondern auch deshalb, weil es sich hierbei um ein Quarzfilter handelt, das geringeren Werteschwankungen unterworfen ist, als das bei „breit“ verwendete LC-Filter. Deshalb kann es auch beim Umschalten von „schmal“ auf „breit“ vorkommen, daß an der Frequenzskala geringfügig nachgestimmt werden muß, um wieder Maximalausschlag zu erhalten.

5.2 Absolute Spannungs- und Pegelmessung

Beim Messen des Absolutwertes einer Spannung oder eines Pegels muß der Regler „Vor-teiler fein“ stets auf „0 db“ eingestellt sein. Wenn auch der „Hauptteiler“ auf „0 db“ steht, so werden in der „**Betriebsart lin.**“ folgende Spannungs- und Pegelmeßbereiche erfaßt:

„Vorteiler fein“ und „Hauptteiler“ auf „0 db“			
Stellung Vorteiler grob	Spannungs- meßbereich	Pegel- meßbereich	Eingang
100 V/+40 db	10 ... 100 V	+20 ... +42 db	nur unsymm.
30 V/+30 db	3 ... 30 V	+10 ... +32 db	
10 V/+20 db	1 ... 10 V	0 ... +22 db	symm. und unsymm.
3 V/+10 db	0,3 ... 3 V	-10 ... +12 db	
1 V/ 0 db	0,1 ... 1 V	-20 ... +2 db	
0,3 V/ -10 db	0,03 ... 0,3 V	-30 ... -8 db	
0,1 V/ -20 db	0,01 ... 0,1 V	-40 ... -18 db	
30 mV/ -30 db	3 ... 30 mV	-50 ... -28 db	
10 mV/ -40 db	1 ... 10 mV	-60 ... -38 db	

Diese Bereiche lassen sich mit dem „Hauptteiler“ wahlweise um 10 db, 20 db, 30 db oder 40 db nach kleineren Werten hin erweitern. So ergeben sich, wenn der „Vorteiler grob“ in die Stellung „10 mV/ -40 db“ gebracht ist, folgende zusätzliche Meßbereiche:

„Vorteiler fein“ auf „0 db“, „Vorteiler grob“ auf „10 mV/ -40 db“			
Stellung Hauptteiler	Spannungs- meßbereiche	Pegel- meßbereiche	Eingang
0 db	1 ... 10 mV	-60 ... -38 db	symm. und unsymm.
-10 db	0,3 ... 3 mV	-70 ... -48 db	
-20 db	0,1 ... 1 mV	-80 ... -58 db	
-30 db	30 ... 300 μ V	-90 ... -68 db	
-40 db	10 ... 100 μ V	-100 ... -78 db	

In den Spannungsbereichen 100 μ V, 1 mV, 10 mV usw. wird auf der von 0...10 geeichten V-Skala abgelesen, in den Bereichen 300 μ V, 3 mV, 30 mV usw. auf der von 0...3 geeichten V-Skala. Die von -20...+2 db geeichte Skala gilt für alle lin. db-Bereiche. Der Meßwert ist jeweils die Summe von Vorteiler-db-Wert, Hauptteiler-db-Wert und Skalen-db-Wert. So entsprechen z. B. folgende Schaltstellungen und Instrumentausschläge folgenden Meßwerten:

Vorteiler	+	Hauptteiler	+	Skala	=	Meßwert
+10 db		0 db		-5 db		+5 db
0 db		0 db		0 db		0 db
-40 db		-10 db		+2 db		-48 db
-40 db		-40 db		-10 db		-90 db

Dabei entspricht dem Meßwert 0 db die Eingangsspannung 0,775 V.

Für die „**Betriebsart log.**“ gilt die von 60...0 db geeichte Skala. Hier entspricht einer linearen Änderung der Eingangsspannung eine logarithmisch verlaufende Änderung des Instrumentausschlages. Deshalb ist diese db-Skala linear. Diese Betriebsart ist besonders praktisch z. B. bei der überschläglichen Messung der einzelnen Amplituden eines Frequenzgemisches, da ohne Umschaltung ein Meßbereich von 60 db erfaßt wird. Der Meßwert ist hier (da Hauptteiler nicht in Betrieb) die Summe von Vorteiler-db-Wert und Skalen-db-Wert. Somit reicht der Meßbereich auch hier von -100...+42 db für den unsymmetrischen Eingang und von -100...+22 db für den symmetrischen Eingang.

5.3 Relative Spannungs- und Pegelmessung

Bei einer Geräuschanalyse z. B. oder bei einer Klirrfaktormessung ist die Kenntnis des absoluten Spannungs- oder Pegelwertes nur von nebensächlicher Bedeutung, denn hier gilt es festzustellen, welcher Größenunterschied zwischen den einzelnen Komponenten besteht. Dafür fordert man eine einfachere Ablesemöglichkeit der Spannungs- oder Pegelverhältnisse. Dies ist bei diesem Gerät dadurch möglich, daß man bei jeder beliebigen Eingangsspannung, die innerhalb des Meßbereiches liegt, das Instrument auf 0 db einregeln kann. Hierzu dient der Regler „Vorteiler fein“. Wenn also z. B. rasch die einzelnen Oberwellenamplituden einer Spannung von 5 V gemessen werden sollen, so wählt man zunächst die „Betriebsart log.“, stellt den „Vorteiler grob“ auf „3 V/+10 db“, stimmt die Frequenzskala auf die Grundwelle ab und regelt dabei den „Vorteiler fein“ so weit zurück, bis das Instrument 0 db anzeigt. Dann stimmt man nacheinander auf die

einzelnen Oberwellen ab und notiert sich die Ausschläge. So kann man relative Pegelunterschiede bis 60 db (1000 : 1) ohne Bereichumschaltung messen.

Sinngemäß ist vorzugehen, wenn man relative Pegelverhältnisse in der „Betriebsart lin.“ messen will. Hierzu bringt man den „Hauptteiler“ in die Stellung „0 db“ und stellt dann „Vorteiler grob“ und „Vorteiler fein“ so ein, daß die Bezugskomponente (Grundwelle) einen Instrumentausschlag von 0 db bewirkt. So kann man ohne Bereichumschaltung Pegelverhältnisse bis 20 db messen. Reicht dieser Meßumfang nicht aus, so schaltet man den „Vorteiler grob“ (ohne den „Vorteiler fein“ zu verstellen) entsprechend zurück und setzt den zurückgeschalteten db-Wert in Rechnung. Man kann die beiden Vorteileiler auch so einstellen, daß die Bezugskomponente an der von 0 . . . 10 geteilten V-Skala den Ausschlag „10“ bewirkt. Somit ist das Pegelverhältnis, wenn man den angezeigten Wert mit 10 multipliziert, in % ablesbar.

Wichtig ist bei diesen Messungen, daß der Analysator nicht übersteuert wird. Dies ist stets gewährleistet, wenn der „Hauptteiler“ auf „0 db“ gestellt ist und die beiden Vorteileiler in eine Stellung gebracht werden, daß die stärkste Komponente eines Frequenzgemischs nicht mehr als Vollausschlag bewirkt. Wenn also in der „Betriebsart lin.“ z. B. bei einer Klirrfaktormessung für die Grundwellenamplitude auf Ausschlag „10“ eingestellt wurde, so darf man zur Messung der Oberwellen keinesfalls am „Vorteiler grob“ die Meßempfindlichkeit steigern, sondern nur am „Hauptteiler“.

5.4 Oszillator-Ausgang

An der konzentrischen Buchse „Oszillator-Ausgang“ ist die Frequenz (60 . . . 80 kHz) des Überlagerer-Oszillators entnehmbar. Sie beträgt z. B. 60 kHz bei der Skaleneinstellung 0 kHz, 70 kHz bei 10 kHz und 80 kHz bei 20 kHz. Mit dieser Frequenz kann der zum FTA lieferbare Mitlaufgenerator BN 483011 gesteuert werden.

5.5 Ausgang für Gleichspannungsschreiber

Die so benannten Buchsen (unter dem Instrument) liefern eine der Instrumentanzeige proportionale Gleichspannung. Innenwiderstand und Spannung sind den Eigenschaften unseres Gleichspannungsschreibers Type ZSG angepaßt. An diesen Schreiber liefert der Ausgang eine Spannung von -3 V, wenn das FTA-Instrument in der lin. Betriebsart den Vollausschlag „10“ oder in der log. Betriebsart den Ausschlag „0 db“ zeigt. Den synchronen Frequenzablauf mit dem Papierablauf des Schreibers bewirkt der zum FTA lieferbare Synchronantrieb, der an der FTA-Frontplatte angeschraubt und mit dem Frequenz-Einstellknopf gekuppelt wird.

6 Wirkungsweise und Aufbau

Im wesentlichen besteht der Tonfrequenz-Analysator FTA (Siehe Stromlauf) aus folgenden Stufen:

- a) Eingangsteil mit wahlweise symmetrischem oder unsymmetrischem Vorteiler grob (S1), Symmetrieübertrager Tr1, Verstärker RÖ1, Tiefpaß L1 ... L4 zur Unterdrückung aller über 20 kHz liegenden Eingangsfrequenzen, stetig regelbarem 10-dB-Vorteiler fein (R40) und Verstärker RÖ2.
- b) Dioden-Gegentaktmischstufe RÖ3 mit von 60 ... 80 kHz veränderbarem Oszillator RÖ10 – RÖ9 zur Umsetzung der Eingangsfrequenz (30 Hz ... 20 kHz) auf 60 kHz Zwischenfrequenz.
- c) Zwischenfrequenzverstärker mit RÖ4, Bandfilter L5 ... L10 für 200 Hz Bandbreite, Quarz-Bandfilter Qf1 für 6 Hz Bandbreite, Verstärker RÖ5, Hauptteiler (S3) und Anzeigeverstärker mit RÖ6 – Tr6 – RÖ7 – Tr7 und Wechselspannungs-Instrument I1 für wahlweise lineare oder logarithmische Anzeige.
- d) Diodengleichrichter RÖ8 zur Erzeugung der Gleichspannung für den außen anschließbaren Gleichspannungsschreiber Enograph-G Type ZSG.
- e) 10-kHz-Eichgenerator RÖ12 mit konstantem Ausgangspegel zur Nacheichung der Gesamtverstärkung.
- f) Trennstufe RÖ11 zur Entkopplung des veränderbaren Oszillators von dem außen anschließbaren Mitlaufgenerator BN 483011.
- g) Netzteil mit Transformator Tr10, Gleichrichter G12 und Röhren RÖ13 – RÖ14 – RÖ15 zur elektronischen Stabilisierung der Anodenspannung. Der Gleichrichter G11 liefert die Erregerspannung für die drei Relais RsA – RsB – RsC, über die auf ZF-Bandbreite breit/schmal und auf Anzeigeverlauf lin./log. umgeschaltet werden kann.

6.1 Eingangsteil, Vorteiler und Hauptteiler

Da es bei diesem Gerät auf sehr geringe Eigenverzerrungen ankommt, ist sowohl im symmetrischen wie im unsymmetrischen Eingang je ein umschaltbarer Vorteiler eingebaut, mit dem die jeweils gegebene Eingangsspannung so weit herabgesetzt werden kann, daß an das Gitter der ersten Röhre RÖ1 nur 10 mV gelangen. Dem symmetrischen Eingang kann eine Spannung bis 10 V zugeführt werden, dem unsymmetrischen eine bis 100 V. Die Spannungsteilung beträgt 3,16 : 1 oder 10 dB je Stufe. Die einzelnen Bereiche sind:

symm. Eingang	10 mV - 40 db	30 mV - 30 db	0,1 V - 20 db	0,3 V - 10 db	1 V 0 db	3 V + 10 db	10 V + 20 db		
unsymm. Eingang	10 mV - 40 db	30 mV - 30 db	0,1 V - 20 db	0,3 V - 10 db	1 V 0 db	3 V + 10 db	10 V + 20 db	30 V + 30 db	100 V + 40 db

Bei Verwendung des Gerätes als selektives Röhrenvoltmeter lassen sich diese Bereiche mit dem im ZF-Verstärker angeordneten Hauptteiler S31 – R78 ... R82 in 4 Stufen zu je 10 db nach kleineren Werten hin erweitern. Hiermit erhält man für den symmetrischen und unsymmetrischen Eingang die zusätzlichen Pegelmeßbereiche – 50 db, – 60 db, – 70 db und – 80 db. Dabei braucht man nur den am „Vorteiler grob“ eingestellten db-Wert und den am „Hauptteiler“ eingestellten db-Wert zu addieren. Falls nur relative Pegelmessungen auszuführen sind, wie z. B. bei Klirrfaktor- oder Frequenzgangmessungen, kann man die Bezugskomponente mit dem 10-db-Regler R40 („Vorteiler fein“) auf beliebige Zwischenwerte einstellen, so z. B. auf 0 db oder 100% Ausschlag. Bei einer absoluten Pegelmessung muß man aber darauf achten, daß dieser Regler auf 0 db eingestellt ist.

Zur Vermeidung von Eisenverzerrungen ist der Vorteiler des symmetrischen Eingangs vor dem Übertrager Tr1 angeordnet. Hiermit wird eine Übersteuerung von Tr1 verhindert. Da sich eine Teilung von mehr als 40 db nicht ohne Umpolfehler erzielen läßt, ist der Teiler zwangssymmetriert, d. h. die Teilermitte liegt an Masse. Dadurch ergeben sich natürlich gewisse Einschränkungen bei Verwendung dieses Eingangs. Beispielsweise sinkt der Eingangswiderstand auf die Hälfte, wenn eine unsymmetrische Spannungsquelle angeschlossen wird.

Die nach dem Übertrager liegenden Regler R31 und R32 bedürfen keiner Bedienung; sie sind nur im Inneren des Gerätes zugänglich. Durch entsprechende Einstellung des Reglers R31 (im Herstellerwerk) ist erreicht, daß zwischen dem Schalter S2 und der Primärseite von Tr1 das Übersetzungsverhältnis 1:1 besteht. Durch die Einstellung an R32 ist bewirkt, daß dieses Übersetzungsverhältnis bei allen Frequenzen (30 Hz ... 20 kHz) gleich ist. Hiermit weisen beide Eingänge die gleiche Spannungsempfindlichkeit auf.

Die erste Röhre R01 dient hauptsächlich zur Trennung des nach ihr liegenden Tiefpaßfilters vom Vorteiler; sie verstärkt etwa 2fach. Etwa die gleiche Verstärkung bewirkt die Röhre R02, die die Mischstufe vom Tiefpaß trennt. Das Tiefpaßfilter hat die Aufgabe, alle über 20 kHz liegenden Eingangsfrequenzen stark zu unterdrücken. Seine Grenzfrequenz liegt bei etwa 25 kHz, und die größte Dämpfung hat es bei 60 kHz, damit eine

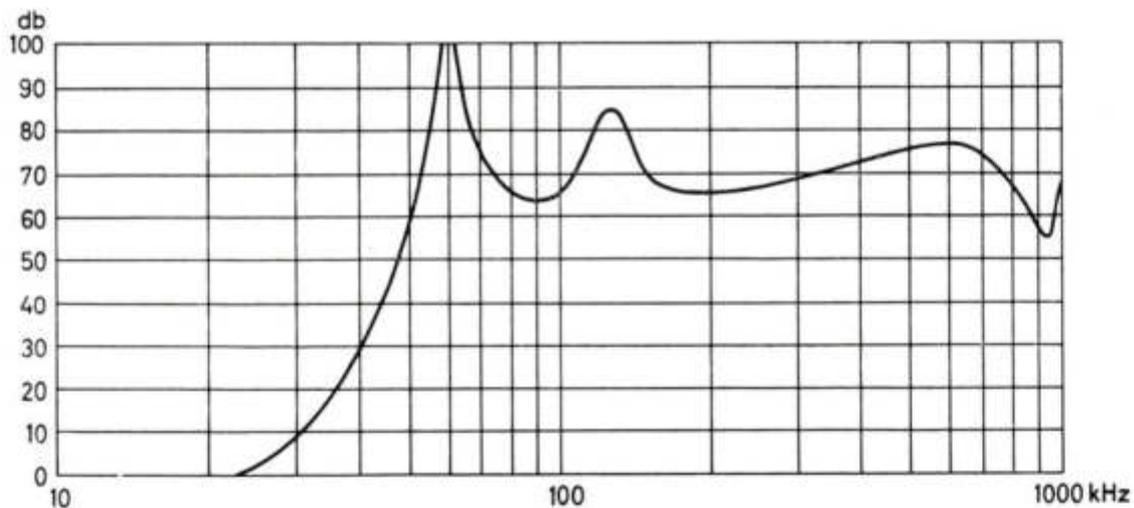


Bild 7. Dämpfungsverlauf des Tiefpaßfilters (L1...L4)

Eingangsfrequenz (z. B. eine Summenfrequenz bei einer Differenztonmessung), die zufällig gleich der Zwischenfrequenz (60 kHz) des Gerätes ist, besonders stark abgeschwächt wird. Bild 7 zeigt den Dämpfungsverlauf des Filters. Im Frequenzgebiet über 60 kHz wird durch einen weiteren Dämpfungspol bei 120 kHz im Spiegelfrequenzgebiet (120...140 kHz) eine Mindestdämpfung von 60 dB erreicht.

6.2 Mischstufe und Oszillator

Die Umsetzung der Eingangsfrequenz (30 Hz...20 kHz) auf 60 kHz Zwischenfrequenz erfolgt durch den symmetrischen Gegentaktmodulator R63 und den von 60...80 kHz veränderbaren Oszillator R610 - R69. Die hier angewandte Modulatorschaltung mit zwei Dioden hat gegenüber anderen Mischschaltungen mit Gitterröhren den Vorteil, daß die erzeugte ZF-Spannung von Schwankungen der Oszillatorspannung unabhängig ist und daß eine gewisse Alterung oder eine Auswechslung der Doppeldiode nicht kritisch ist.

Der Modulator ist eine Brückenschaltung, deren Zweige aus den Widerständen R47 - R48 und den beiden Diodenstrecken gebildet sind. In die eine Brückendiagonale wird die Oszillatorspannung über den Symmetrieübertrager Tr2 eingespeist, in der anderen Diagonale (von Katode zu Katode) tritt die ZF-Spannung auf. Wenn die Schaltung vollkommen symmetriert ist, was durch entsprechende Einstellung der Glieder R49 und C11 geschehen kann, so tritt am ZF-Verstärkereingang (R64) die Oszillatorschwingung selbst nicht mehr auf. Ein kleiner, die Messung nicht störender Rest der Oszillatorschwingung wird hier jedoch belassen, damit die Frequenzkala des Oszillators bei ihrem 0-Punkt ($f_0 = 60 \text{ kHz} = \text{ZF}$) berichtigt werden kann. Hierzu braucht man nur die ZF-Bandbreite „schmal“ (6 Hz) zu wählen, den Zeiger der Frequenzkala auf 0 kHz zu

stellen und dann den Oszillatortrimmer C58 so einzuregulieren, daß das Instrument ein Maximum anzeigt. Der Knopf von C58 befindet sich an der Frontplatte innerhalb des Rahmens der Frequenzskala und ist mit „Nullpunkt“ bezeichnet. Auch die beiden Glieder R49 und C11 zur Symmetrierung des Modulators sind an der Frontplatte (links unten, mit „R“ und „C“ bezeichnet) einstellbar. Diese werden nach der eben erläuterten Frequenzeichung wechselweise so eingestellt, daß das Instrument ein Minimum anzeigt. Der noch verbleibende Restausschlag soll im log. Anzeigebereich unter 10 db liegen.

Die Oszillatorspannung wird durch das eine System der Doppeltriode R610 erzeugt, durch das andere verstärkt und über den Symmetrieübertrager Tr2 dem Modulator zugeführt. Durch die an der Wicklung 1 – 3 des Schwingübertragers Tr8 liegende Kombination von Kondensatoren (C57 . . . C63) hat die Frequenzskala des FTA einen von 0 . . . 20 kHz nahezu linearen Verlauf. Von diesen Kondensatoren ist C60 der Drehkondensator, C58 ist der bereits erwähnte Trimmer zur Berichtigung der Frequenzeichung (0 Hz), und C61 ist hergestellt durch eine mit dem Drehkondensator mitlaufende Platte zur Linearisierung der Frequenzskala. Zur Konstanthaltung der Oszillatorspannung dient die vorgespannte Diode R69.

Der Antrieb des Drehkondensators ist mit einem Grobtriebknopf und mit einem 1:62,5 übersetzten Feintriebknopf ausgerüstet. Auf diesem ist eine von – 150 bis +150 Hz geteilte Skala eingraviert, die sich in jeder Stellung des Skalenzeigers auf 0 Hz drehen läßt. Hiermit kann man auch kleine Frequenzänderungen bequem und definiert einstellen. Diese Skala gilt ohne weitere Umrechnung für jede beliebige Frequenz der großen Skala.

Zum Anschließen des Mitlaufgenerators (BN 483011), in dem eine mit der Frequenzskala synchronlaufende Tonfrequenz (30 Hz bis 20 kHz) zur Speisung eines Meßobjektes erzeugt wird, ist der Ausgang „Oszillator-Auskopplung“ vorgesehen. Durch die Trennröhre R611 bleibt die dem FTA-Modulator R63 zugeführte Spannung von der äußeren Belastung unabhängig.

6.3 Zwischenfrequenzteil

Der ZF-Teil kann zwischen R64 und R65 wahlweise auf ein breitbandiges oder schmalbandiges Filter umgeschaltet werden. Das Breitbandfilter mit etwa 200 Hz Bandbreite enthält 6 Kreise mit Ferritspulen (L5 . . . L10). Ab 450 Hz Verstimmung beträgt die Dämpfung mehr als 60 db. Das Schmalbandfilter Qf1 ist eine Brückenschaltung mit 3 Quarzen. Seine Bandbreite beträgt 6 Hz, seine Sperrdämpfung ist größer als 60 db ab 40 Hz Verstimmung. Bild 8 zeigt den Dämpfungsverlauf dieses Filters. An den Ausgängen der

Filter ist je ein regelbarer Spannungsteiler (R66 und R69) angeordnet, womit die Durchlaßdämpfungen der Filter gleichgestellt werden können; denn die Empfindlichkeit des Gerätes soll ja von der Bandbreitenumschaltung unabhängig sein. Die beiden Spannungsteiler sind an der Frontplatte mit einem Schraubenzieher bedienbar und hier mit

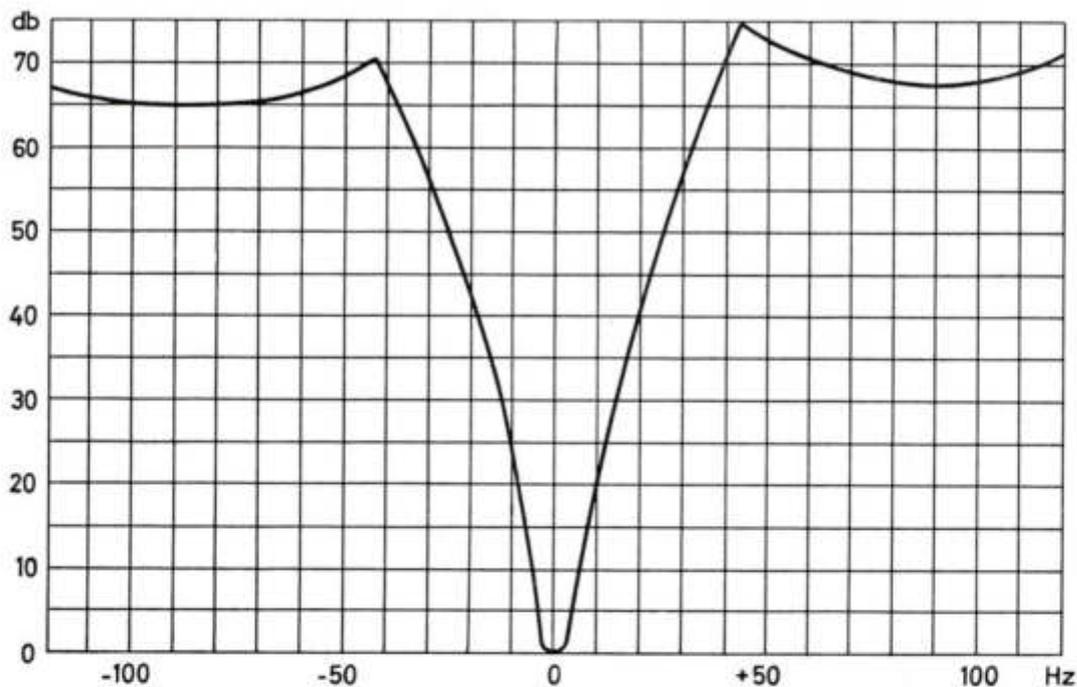


Bild 8. Dämpfungsverlauf des ZF-Quarzfilters Qf1

„Eichen I“ (R66) und „Eichen II“ (R69) bezeichnet. Mit Rücksicht auf möglichst kurze Leitungsführung werden die Filter mit dem Schalter S6 über die Relais RsA und RsB mit den Kontakten a1 und b1 – bII umgeschaltet. Bei der im Stromlauf gezeigten Schaltstellung „schmal“ ist RsB angezogen und damit das Quarzfilter in Betrieb. Nach dem Filter gelangt die ZF-Spannung über die Röhre R65 zum Hauptteiler.

6.4 Anzeigeverstärker und Nacheicheinrichtung

Der Anzeigeverstärker besteht aus den beiden Resonanzverstärkerstufen R66 – R67 und dem Drehpulinstrument I1 mit eingebautem Gleichrichter für Mittelwertanzeige. Das Instrument enthält die beiden Lämpchen R11 – R12 zur Beleuchtung der Skala. Mit dem Betriebsartenschalter S4I – S4II kann ein linear oder logarithmisch verlaufender Anzeigebereich gewählt werden. Der lineare umfaßt (ohne Hauptteiler) einen Bereich von 20 db, der logarithmische einen von 60 db. Bei log. Betriebsart wird der Hauptteiler (S3I) umgangen; hier gelangt die ZF-Spannung unmittelbar an den Verstärkereingang. Bei lin. Be-

triebsart dagegen liegt der Hauptteiler im Verstärkungszug und ermöglicht eine Bereichserweiterung von 10 db, 20 db, 30 db oder 40 db, so daß auch der lineare Meßbereich 60 db umfaßt.

Für den logarithmisch verlaufenden Anzeigebereich wird die Ausgangsspannung des Resonanzübertragers Tr7 über C49 an die Diode von Rö7 gegeben, hier gleichgerichtet und die so erzeugte Regelspannung über S4I und über RC-Siebglieder an die Gitter der beiden Röhren zurückgeführt. Dabei erhält Rö6 die volle Regelspannung, Rö7 erhält über den Abgriff des Reglers R95 einen Teil davon. Dieser Regler dient gleichzeitig zur Nacheichung der Verstärkung bei log. Betriebsart. Er ist an der Frontplatte mit einem Schraubenzieher einstellbar und hier mit „Eichen III“ bezeichnet. Das Instrument hat vier Skalen. Die beiden von 0...3 V und von 0...10 V geteilten Skalen sowie die von -20 bis +2 db geteilte Skala sind für die lineare Betriebsart bestimmt, die von 60...0 db geteilte für die logarithmische.

Sämtliche Bereiche kann man ohne eine äußere Vergleichsspannung nacheichen. Hierfür ist der 10-kHz-Eichgenerator Rö12 eingebaut, der an seinem Ausgang (R128 – R129 – R130) zwei sehr konstante Spannungen von 7,75 V und 0,00775 V abgibt. Der Eichgenerator wird in Betrieb gesetzt, wenn man den Hauptteilerschalter S3I in die Stellung „Eichen“ bringt. In dieser Schaltstellung ist an Rö12 der Katodenwiderstand R124 durch die mit S3I gekuppelte Schaltnocke S3II überbrückt, so daß der Generator schwingen kann. Mit der Spannung 7,75 V wird nur geprüft, ob der Generatorpegel stimmt. Hierbei wird sie über die Drucktaste S5 unmittelbar auf das Instrument gegeben und dessen Ausschlag kontrolliert. Es muß sich an der von -20...+2 db geeichten Skala ein Ausschlag von 0 db ergeben. Die Taste S5 ist an der Frontplatte bedienbar und mit „Kontrolle Eichgenerator“ benannt. Diese Kontrolle ist nicht ein Teil des eigentlichen Eichvorgangs und braucht deshalb nur von Zeit zu Zeit ausgeführt zu werden. Sollte nach längerer Betriebszeit eine Abweichung von 0 db eingetreten sein, so braucht man nur den im Gerät zugänglichen Regler R126 entsprechend nachzustellen. Ebenso ist vorzugehen, wenn die Röhren Rö12 und Rö15 ausgewechselt werden mußten.

Zur eigentlichen Eichung wird die Spannung 0,00775 V über den Schalter S1I des unsymmetrischen Vorteilers und über den Eingangsumschalter S2 an den Eingang von Rö1 gelegt und dann erst die Eichungen I und II der linearen Meßbereiche ausgeführt. Hierbei wird die zwischen dem Eingang von Rö1 und dem Instrument bestehende Gesamtverstärkung durch Einstellen der Widerstände R66 und R69 jeweils so groß gemacht wie die an R129 (im Werk) eingestellte Spannungsteilung, d. h., sie wird jeweils auf 1000 eingeregelt. Dieser Verstärkung entspricht wieder ein Ausschlag von 0 db an der von -20...+2 db geeichten Skala.

Anschließend kann nun der logarithmische Anzeigebereich (60 bis 0 db) nachgeeicht werden. Da in dieser Betriebsart „log.“ die 40 db Dämpfung des Hauptteilers nicht eingeschaltet sind, gelangt an R66 eine 100mal größere Spannung als in der Betriebsart „lin.“. Durch die hierbei erzeugte Regelspannung wird aber die Verstärkung dieser beiden Stufen so weit herabgesetzt, daß das Instrument nur Vollausschlag = 0 db anzeigt. Trifft dies nicht zu, so braucht man nur den Regler R95 entsprechend einzustellen. Somit sind alle drei Eichungen ausgeführt.

Nach dem Auswechseln der einen oder anderen Röhre (R66 oder R67) und der eben erläuterten Eichung III kann es allerdings vorkommen, daß der Skalenverlauf nicht mehr hinreichend stimmt, da die Regelkennlinien zweier Röhren ja kaum völlig gleichen Verlauf haben. Deshalb ist noch der Regler R86 vorgesehen, der den Skalenverlauf nur im unteren Drittel beeinflußt. Da andererseits der Regler R95 (Eichen III) nur in der oberen Hälfte der Skala wirksam ist, kann also der mit den neu eingesetzten Röhren resultierende Skalenverlauf der gegebenen Skaleneichung bis zu einem gewissen Grade angepaßt werden. Während das Einstellen des Reglers R95 ein Teil des Eichvorganges ist, der an der Frontplatte vorgenommen wird, ist das Verändern des Reglers R86 ein Eingriff in das Gerät, der die Verstärkung nicht nur in der logarithmischen, sondern auch in der linearen Betriebsart beeinflußt. Diese Änderung der Verstärkung kann jedoch mit dem Regler R89 wieder ausgeglichen werden. Die Verstärkung soll so groß sein, daß das Instrument Vollausschlag (= 10 V) anzeigt, wenn die 60-kHz-Spannung am Gitter von R66 5 mV beträgt (zu messen mit einem Röhrenvoltmeter vor C42). Sollte sich nach dem eben erläuterten Abgleich dennoch kein befriedigender Skalenverlauf erreichen lassen, so handelt es sich möglicherweise um ein Röhrenexemplar mit besonders großer Kennlinienabweichung. In diesem Fall sollte man versuchen, R66 und R67 zu vertauschen oder eine andere (typengleiche) Röhre einzusetzen.

6.5 Schreiberanschluß

Zum Betrieb eines Gleichspannungsschreibers ist der Diodengleichrichter R68 eingebaut. Er liegt an der gleichen Wechselspannung wie das Instrument. Von der gleichgerichteten Spannung wird am Widerstand R103 nur so viel abgegriffen (3 V), als zum Betrieb unseres Gleichspannungsschreibers Type ZSG (mit 5 M Ω Eingangswiderstand) nötig ist. Mit dem Regler R101 ist der Anlaufstrom der gleichrichtenden Diode so kompensiert, daß bei spannungslosem FTA-Eingang an den Buchsen „Ausgang für Gleichspannungsschreiber“ keine Ruhegleichspannung auftritt. Falls ein anderer Schreiber angeschlossen wird, darf dessen Eingangswiderstand 0,5 M Ω nicht unterschreiten. Je nach Belastung dieses Ausgangs müssen die Regler R101 und R103 entsprechend nachgestellt werden.

6.6 Netzteil

Primärseitig ist der Netzteil für die vier Netzspannungen 115 V, 125 V, 220 V und 235 V eingerichtet. Die an der 220-V-Wicklung angeschlossene und in der Frontplatte eingebaute Zwergglühlampe R13 dient nur zur Überwachung des Einschaltzustandes. Zur Erzeugung der Anodenspannung dient der Gleichrichter G12, zur Siebung das LC-Glied L12 – C87, und zur Stabilisierung dienen die drei Röhren R_{ö13} – R_{ö14} – R_{ö15}. Von diesen ist R_{ö13} die vom gesamten Anodenstrom durchflossene Stromregelröhre, R_{ö14} ist die Steuerröhre von R_{ö13}, und R_{ö15} ist eine hochkonstante Stabilisatorröhre zur Aufrechterhaltung einer bestimmten Bezugsgittervorspannung der Röhre R_{ö14}. Sinkt z. B. die Netzspannung, so wird die an R134 abgegriffene Spannung kleiner, das Steuergitter von R_{ö14} negativer, der Spannungsabfall an ihrem Anodenwiderstand R139 + R140 kleiner und damit das Steuergitter von R_{ö13} weniger negativ. Dadurch wird der Innenwiderstand von R_{ö13} in dem Maße herabgesetzt, daß die Anodenspannung (zwischen R_{ö13}-Katode und Masse) auf den ursprünglichen Betrag ansteigt.

Die Höhe der Anodenspannung (Sollwert = 300 V) am Ausgang dieser Regelschaltung wird durch das mit dem Potentiometer R134 einstellbare Gitterpotential von R_{ö14} bestimmt. Mit dem Potentiometer R142 kann der restliche Brummanteil der Anodenspannung auf ein Minimum eingestellt werden. Den größten Anteil an dem Eigenstörpegel des Gerätes hat allerdings nicht diese Brummspannung, sondern der durch die Wechselstromheizung der Röhren R_{ö1} – R_{ö2} – R_{ö3} verursachte Brumm. Dieser kann (nach einem Röhrenwechsel) durch entsprechende Einstellung des Entbrummers R147 auf ein Minimum gebracht werden. Diese Einstellung wird bei auf „100 V/+40 db“ gestelltem „Vorteiler grob“ und bei angeschraubtem Bodenblech vorgenommen.

7 Röhrenwechsel

Die Röhren **R_{ö1}**, **R_{ö2}**, **R_{ö3}**, **R_{ö4}**, **R_{ö5}**, **R_{ö9}**, **R_{ö10}** und **R_{ö11}** (Type jeweils nach Schaltteilliste bzw. Stromlauf) kann man ohne weiteres durch typengleiche Exemplare ersetzen. Irgendwelche Nachregelungen sind hierbei in der Regel nicht erforderlich. Nur nach dem Auswechseln der Röhren R_{ö1}-R_{ö2}-R_{ö3} kann es notwendig sein, den durch die Wechselstromheizung verursachten Eigenstörpegel-Anteil mit dem Entbrummer R147 wieder auf ein Minimum herabzusetzen. Für diesen Abgleich stellt man den „Vorteiler grob“ auf „100 V/+40 db“, den „Hauptteiler“ auf „-40 db“, wählt die „Betriebsart lin.“ und die „Bandbreite breit“.

Wie nach dem Auswechseln der Röhren **Rö6** und **Rö7** vorzugehen ist, um sowohl die Verstärkung als auch den Skalenverlauf des Instrumentes bei logarithmischer Betriebsart berichtigen zu können, ist am Ende des Abschnittes 6.4 erläutert.

Über den Abgleichvorgang nach dem Auswechseln der Röhre **Rö8** gilt das im Abschnitt 6.5 Gesagte.

Das Auswechseln der Röhren **Rö13** und **Rö14** erfordert in der Regel keine Trimmerarbeit. Gegebenenfalls wird mit R134 die Anodenspannung wieder auf den Sollwert (300 V) gebracht.

Nach dem Auswechseln des Stabilisators **Rö15** muß man zunächst die Anodenspannung (300 V) nachmessen und nötigenfalls mit R134 nachregeln. Hierauf muß man prüfen, ob die Stufe Rö12 die richtige Eichspannung liefert. Hierzu wird der Hauptteiler auf „Eichen“ gestellt, die Taste „Kontrolle Eichgenerator“ gedrückt und der Eichauschlag (0 db auf der von -20 ... +2 db geeichten Skala) geprüft. Nötigenfalls muß der im Gerät zugängliche Regler R126 entsprechend nachgestellt werden. Ebenso ist vorzugehen, wenn die Röhre **Rö12** ausgewechselt werden mußte.

8 Schalteilliste

(AZ „d“ Nr. 6207)

Kennzeichen	Benennung	Wert	R&S-Sach-Nr.
C 1	Papier-Kondensator	10 000 pF/630 V	CPK 10 000/630
C 2	MP-Kondensator	2 μ F/250 V	CMR 2/250/1
C 3	Scheibentrimmer	4 ... 20 pF	CV 924
C 4	Scheibentrimmer	4 ... 20 pF	CV 924
C 5	Keramik-Kondensator	3 x 150 pF \pm 1% 10 pF	3 x CCH 48/150/1 1 x CCG 68/10 parallel
C 6	Keramik-Kondensator	3 x 150 pF \pm 1% 10 pF	3 x CCH 48/150/1 1 x CCG 68/10 parallel
C 7	Kf-Kondensator	250 pF/500 V 1000 pF \pm 2% ω /500 V	CKD 2.250/500 CKS 1000/2/500 parallel
C 8	Papier-Kondensator	5000 pF/630 V	CPK 5000/630
C 9	Papier-Kondensator	25 000 pF/400 V	CPK 25 000/400
C 10	MP-Kondensator	2 μ F/250 V	CMR 2.250/1
C 11	Korrektions-Kondensator	3 ... 9 pF	CV 52106
C 12	Keramik-Kondensator	8 pF	CCG 68/8
C 13	Keramik-Kondensator	270 pF	CCH 68/270
C 15	Papier-Kondensator	10 000 pF/630 V	CPK 10 000/630
C 16	MP-Kondensator	16 μ F/250 V	CMR 16/250
C 17	Papier-Kondensator	100 000 pF/400 V	CPK 100 000/400
C 18	Scheibentrimmer	10 ... 60 pF	CV 944
C 19	Keramik-Kondensator	22 pF	CCH 31/22
C 20	Keramik-Kondensator	etwa 2060 pF	4 x CCL 55/470/2 1 x CCH 48/180/2 parallel
C 21	Keramik-Kondensator	etwa 2060 pF	4 x CCL 55/470/2 1 x CCH 48/180/2 parallel
C 22	Scheibentrimmer	10 ... 60 pF	CV 944
C 23	Keramik-Kondensator	22 pF	CCH 31/22
C 24	Scheibentrimmer	10 ... 60 pF	CV 944
C 25	Keramik-Kondensator	22 pF	CCH 31/22
C 26	Keramik-Kondensator	etwa 2060 pF	4 x CCL 55/470/2 1 x CCH 48/180/2 parallel
C 27	Keramik-Kondensator	etwa 2060 pF	4 x CCL 55/470/2 1 x CCH 48/180/2 parallel
C 28	Scheibentrimmer	10 ... 60 pF	CV 944
C 29	Keramik-Kondensator	22 pF	CCH 31/22
C 30	Scheibentrimmer	10 ... 60 pF	CV 944
C 31	Keramik-Kondensator	22 pF	CCH 31/22
C 32	Keramik-Kondensator	etwa 2060 pF	4 x CCL 55/470/2 1 x CCH 48/180/2 parallel

Kenn- zeichen	Benennung	Wert	R&S-Sach-Nr.
C 33	Keramik-Kondensator	etwa 2060 pF	4 x CCL 55/470/2 1 x CCH 48/180/2 parallel
C 36	Keramik-Kondensator	390 pF	CCH 68/390
C 37	MP-Kondensator	8 μ F/250 V	CMR 8/250
C 38	Papier-Kondensator	100 000 pF/400 V	CPK 100 000/400
C 39	Papier-Kondensator	250 000 pF/250 V	CPK 250 000/250
C 40	Papier-Kondensator	10 000 pF/630 V	CPK 10 000/630
C 41	Kf-Kondensator	1000 pF/500 V	CKS 1000/500
C 42	Kf-Kondensator	5000 pF/500 V	CKS 5000/500
C 43	Papier-Kondensator	25 000 pF/400 V	CPK 25 000/400
C 44	Papier-Kondensator	50 000 pF/630 V	CPK 50 000/630
C 45	Papier-Kondensator	250 000 pF/250 V	CPK 250 000/250
C 46	Keramik-Kondensator	450 pF	CCH 68/450
C 47	Kf-Kondensator	500 pF/500 V	CKS 500/500
C 48	Papier-Kondensator	10 000 pF/630 V	CPK 10 000/630
C 49	Papier-Kondensator	10 000 pF/630 V	CPK 10 000/630
C 50	Keramik-Kondensator	330 pF	CCH 68/330
C 51	Papier-Kondensator	50 000 pF/630 V	CPK 50 000/630
C 55	Papier-Kondensator	10 000 pF/630 V	CPK 10 000/630
C 56	Papier-Kondensator	10 000 pF/630 V	CPK 10 000/630
C 57	Keramik-Kondensator	4 x 150 pF \pm 1%	4 x CCH 31/150/1 parallel
C 58	Korrektions-Kondensator Keramik-Kondensator	3 ... 13 pF 10 pF	CV 52125 CCG 41/10 parallel
C 59	Lufttrimmer	3 ... 20 pF	CV 925
C 60	Drehkondensator		CD 1627/32,0,5
C 61	Korrektions-Kondensator		enth. in 48302 — 3
C 62	Keramik-Kondensator	180 pF \pm 1% 82 pF \pm 1%	CCH 31/180/1 CCH 31/82/1 parallel
C 63	Lufttrimmer	3 ... 20 pF	CV 925
C 64	Kf-Kondensator	1000 pF/500 V	CKS 1000/500
C 65	Kf-Kondensator	500 pF/500 V	CKS 500/500
C 66	Papier-Kondensator	100 000 pF/400 V	CPK 100 000/400
C 67	Papier-Kondensator	100 000 pF/250 V	CPK 100 000/250
C 68	Papier-Kondensator	25 000 pF/400 V	CPK 25 000/400
C 69	MP-Kondensator	0,5 μ F/250 V	CMR 0,5/250
C 71	Papier-Kondensator	25 000 pF/400 V	CPK 25 000/400
C 72	Papier-Kondensator	100 000 pF/400 V	CPK 100 000/400
C 74	MP-Kondensator	0,5 μ F/250 V	CMR 0,5/250
C 75	Kf-Kondensator	500 pF/500 V	CKS 500/500
C 77	Kf-Kondensator	500 pF/500 V	CKS 500/500
C 78	Kf-Kondensator	500 pF/500 V	CKS 500/500

Kenn- zeichen	Benennung	Wert	R&S-Sach-Nr.
C 79	Kf-Kondensator	25 000 pF/250 V	CKS 25 000/250
C 80	Kf-Kondensator	2500 pF/500 V .../500 V	CKS 2500/500 CKS .../500
C 83	MP-Kondensator	8 μ F/350 V	CMR 8/350
C 84	MP-Kondensator	1 μ F/250 V	CMR 1/250
C 85	MP-Kondensator	2 μ F/160 V	CMR 2/160
C 86	MP-Kondensator	4 μ F/500 V	CMR 4/500
C 87	MP-Kondensator	8 μ F/500 V	CMR 8 + 8/500
C 88		8 μ F/500 V	
C 89	MP-Kondensator	0,25 μ F/500 V	CMR 0,25/500
C 90	MP-Kondensator	0,25 μ F/500 V	CMR 0,25/500
C 91	Elektrolyt-Kondensator	2500 μ F/12 V	CEG 6/2500/12
C 92	Papier-Kondensator	10 000 pF/630 V	CPK 10 000/630
C 93	Papier-Kondensator	10 000 pF/630 V	CPK 10 000/630
C 94	Papier-Kondensator	10 000 pF/630 V	CPK 10 000/630
GI 1	Gleichrichter	30 V/1000 mA	GNB 11/30/1000 B
GI 2	Gleichrichter	2 x 360 V/100 mA	GN 19/720/100 M
I 1	Drehpul- Spannungsmesser		IBG 40301 mit Skala nach 48302 - 28
K 1	Abgesch. Doppelleitung		LFA 03022
K 2	Abgesch. Schaltdraht		LKK 92220
K 3	Abgesch. Schaltdraht		LKK 92220
K 4	Abgesch. Schaltdraht		LKK 92220
K 5	Abgesch. Schaltdraht		LKK 92220
K 6	Abgesch. Schaltdraht		LKK 92220
K 7	Abgesch. Schaltdraht		LKK 92220
K 8	Netzkabel		LK 333
L 1	TP-Filterspule		48302 — 1.19.13
L 2	TP-Filterspule		48302 — 1.19.13
L 3	TP-Filterspule		48302 — 1.19.14
L 4	TP-Filterspule		48302 — 1.19.14
L 5	Filterspule		48302 — 1.5.15
L 6	Filterspule		48302 — 1.5.15
L 7	Filterspule		48302 — 1.5.15
L 8	Filterspule		48302 — 1.5.15
L 9	Filterspule		48302 — 1.5.15
L 10	Filterspule		48302 — 1.5.15
L 12	Netzdrossel		DB 75/2

parallel

Kenn- zeichen	Benennung	Wert	R&S-Sach-Nr.
Qf 1	Quarzfilter		QBD 60 k/6/1
R 1	Schichtwiderstand	3,39 k Ω \pm 0,5 ⁹ / ₁₀ /0,25 W	WF 3,39 k/0,5/0,25
R 2	Schichtwiderstand	1,105 k Ω \pm 0,5 ⁹ / ₁₀ /0,25 W	WF 1,105 k/0,5/0,25
R 3	Schichtwiderstand	346 Ω \pm 0,5 ⁹ / ₁₀ /0,25 W	WF 346 0,5/0,25
R 4	Schichtwiderstand	108,6 Ω \pm 0,5 ⁹ / ₁₀ /0,25 W	WF 108,6/0,5/0,25
R 5	Schichtwiderstand	34,2 Ω \pm 0,5 ⁹ / ₁₀ /0,25 W	WF 34,2/0,5/0,25
R 6	Schichtwiderstand	10,82 Ω \pm 0,5 ⁹ / ₁₀ /0,25 W	WF 10,82 0,5/0,25
R 7	Schichtwiderstand	5,0 Ω \pm 0,5 ⁹ / ₁₀ /0,25 W	WF 5,0/0,5/0,25
R 8	Schichtwiderstand	3,39 k Ω \pm 0,5 ⁹ / ₁₀ /0,25 W	WF 3,39 k/0,5/0,25
R 9	Schichtwiderstand	1,105 k Ω \pm 0,5 ⁹ / ₁₀ /0,25 W	WF 1,105 k/0,5/0,25
R 10	Schichtwiderstand	346 Ω \pm 0,5 ⁹ / ₁₀ /0,25 W	WF 346 0,5/0,25
R 11	Schichtwiderstand	108,6 Ω \pm 0,5 ⁹ / ₁₀ /0,25 W	WF 108,6/0,5/0,25
R 12	Schichtwiderstand	34,2 Ω \pm 0,5 ⁹ / ₁₀ /0,25 W	WF 34,2/0,5/0,25
R 13	Schichtwiderstand	10,82 Ω \pm 0,5 ⁹ / ₁₀ /0,25 W	WF 10,82 0,5/0,25
R 14	Schichtwiderstand	5,0 Ω \pm 0,5 ⁹ / ₁₀ /0,25 W	WF 5,0/0,5/0,25
R 17	Schichtwiderstand	68,3 k Ω \pm 0,5 ⁹ / ₁₀ /0,25 W	WF 68,3 k/0,5/0,25
R 18	Schichtwiderstand	21,6 k Ω \pm 0,5 ⁹ / ₁₀ /0,25 W	WF 21,6 k 0,5/0,25
R 19	Schichtwiderstand	6,83 k Ω \pm 0,5 ⁹ / ₁₀ /0,25 W	WF 6,83 k/0,5/0,25
R 20	Schichtwiderstand	2,16 k Ω \pm 0,5 ⁹ / ₁₀ /0,25 W	WF 2,16 k/0,5/0,25
R 21	Schichtwiderstand	683 Ω \pm 0,5 ⁹ / ₁₀ /0,25 W	WF 683/0,5/0,25
R 22	Schichtwiderstand	216 Ω \pm 0,5 ⁹ / ₁₀ /0,25 W	WF 216 0,5/0,25
R 23	Schichtwiderstand	68,3 Ω \pm 0,5 ⁹ / ₁₀ /0,25 W	WF 68,3/0,5/0,25
R 24	Schichtwiderstand	21,6 Ω \pm 0,5 ⁹ / ₁₀ /0,25 W	WF 21,6 0,5/0,25
R 25	Schichtwiderstand	10,0 Ω \pm 0,5 ⁹ / ₁₀ /0,25 W	WF 10,0 0,5/0,25
R 26	Schichtwiderstand	100 k Ω /0,25 W	WF 100 k/0,25
R 31	Schicht-Drehwiderstand	5 k Ω lin.	WS 9122 F/5 k
R 32	Schichtwiderstand Schicht-Drehwiderstand	5 k Ω /0,25 W 10 k Ω lin.	WF 5 k/0,25 WS 9122 F/10 k in Serie
R 33	Schichtwiderstand	160 k Ω 0,5 W	WF 160 k/0,5
R 34	Schichtwiderstand	3 M Ω /0,5 W	WF 3 M/0,5
R 35	Schichtwiderstand	500 Ω /0,5 W	WF 500/0,5
R 36	Schichtwiderstand	1,6 k Ω /1 W	WF 1,6 k/1
R 37	Schichtwiderstand	12,5 k Ω /2 W	WF 12,5 k/2
R 39	Schichtwiderstand	50 k Ω /0,5 W	WF 50 k/0,5
R 40	Schicht-Drehwiderstand	10 k Ω lin.	WS 9126/10 k
R 41	Schichtwiderstand	4 k Ω /0,5 W	WF 4 k/0,5
R 42	Schichtwiderstand	1 M Ω /0,5 W	WF 1 M/0,5
R 43	Schichtwiderstand	500 Ω 0,5 W	WF 500/0,5

Kennzeichen	Benennung	Wert	R&S-Sach-Nr.
R 44	Schichtwiderstand	4 k Ω /1 W	WF 4 k/1
R 45	Schichtwiderstand	20 k Ω /1 W	WF 20 k/1
R 47	Schichtwiderstand	20 k Ω /1 W	WF 20 k/1
R 48	Schichtwiderstand	20 k Ω /1 W	WF 20 k/1
R 49	Schicht-Drehwiderstand	1 k Ω lin.	WS 9126/1 k
R 50	Schichtwiderstand	1 M Ω /0,5 W	WF 1 M/0,5
R 51	Schichtwiderstand	1 k Ω 0,25 W	WF 1 k/0,25
R 52	Schichtwiderstand	250 Ω /0,5 W	WF 250/0,5
R 53	Schichtwiderstand	2,5 k Ω /0,5 W	WF 2,5 k/0,5
R 54	Schichtwiderstand	10 k Ω /0,5 W	WF 10 k/0,5
R 55	Schichtwiderstand	50 k Ω /0,5 W	WF 50 k/0,5
R 57	Schichtwiderstand	10 k Ω /0,5 W	WF 10 k/0,5
R 58	Schichtwiderstand	2 k Ω /0,5 W	WF 2 k/0,5
R 61	Schichtwiderstand	500 k Ω /0,25 W	WF 500 k/0,25
R 62	Schichtwiderstand	500 k Ω /0,25 W	WF 500 k/0,25
R 63	Schichtwiderstand	500 k Ω /0,25 W	WF 500 k/0,25
R 64	Schichtwiderstand	500 k Ω /0,25 W	WF 500 k/0,25
R 65	Schichtwiderstand	80 k Ω /0,25 W	WF 80 k/0,25
R 66	Schicht-Drehwiderstand	100 k Ω lin.	WS 9126/100 k
R 67	Schichtwiderstand	300 k Ω /0,25 W	WF 300 k/0,25
R 68	Schichtwiderstand	1 k Ω 0,25 W	WF 1 k/0,25
R 69	Schicht-Drehwiderstand	1 k Ω lin.	WS 9126/1 k
R 70	Schichtwiderstand	1 k Ω /0,5 W	WF 1 k/0,5
R 72	Schichtwiderstand	250 Ω /0,5 W	WF 250/0,5
R 73	Schichtwiderstand	50 k Ω /0,5 W	WF 50 k/0,5
R 74	Schichtwiderstand	10 k Ω /0,5 W	WF 10 k/0,5
R 75	Drahtwiderstand	1 k Ω /4 W	WD 1 k/4
R 77	Schichtwiderstand	10 k Ω /0,5 W	WF 10 k/0,5
R 78	Schichtwiderstand	30 k Ω \pm 0,5 ⁰ / ₀ /0,25 W	WF 30 k/0,5/0,25
R 79	Schichtwiderstand	9,5 k Ω \pm 0,5 ⁰ / ₀ /0,25 W	WF 9,5 k/0,5/0,25
R 80	Schichtwiderstand	3 k Ω \pm 0,5 ⁰ / ₀ /0,25 W	WF 3 k/0,5/0,25
R 81	Schichtwiderstand	950 Ω \pm 0,5 ⁰ / ₀ /0,25 W	WF 950/0,5/0,25
R 82	Schichtwiderstand	439 Ω \pm 0,5 ⁰ / ₀ /0,25 W	WF 439/0,5/0,25
R 83	Schichtwiderstand	2 M Ω /0,5 W	WF 2 M/0,5
R 84	Schichtwiderstand	1 k Ω /0,25 W	WF 1 k/0,25
R 85	Schichtwiderstand	200 Ω /0,5 W	WF 200/0,5
R 86	Schicht-Drehwiderstand	500 Ω lin.	WS 9122 F/500
R 87	Schichtwiderstand	10 k Ω /0,5 W	WF 10 k/0,5
R 88	Schichtwiderstand	50 k Ω /0,5 W	WF 50 k/0,5

Kenn- zeichen	Benennung	Wert	R&S-Sach-Nr.	
R 89	Schicht-Drehwiderstand	100 k Ω lin.	WS 9122 F/100 k	
R 90	Schichtwiderstand	500 k Ω /0,5 W	WF 500 k/0,5	
R 91	Schichtwiderstand	1 k Ω /0,25 W	WF 1 k/0,25	
R 92	Schichtwiderstand	400 Ω /0,5 W	WF 400/0,5	
R 93	Schichtwiderstand	200 k Ω /0,5 W	WF 200 k/0,5	
R 94	Schichtwiderstand	1 M Ω /0,5 W	WF 1 M/0,5	
R 95	Schicht-Drehwiderstand	500 k Ω lin.	WS 9126/500 k	
R 96	Schichtwiderstand	10 k Ω /0,5 W	WF 10 k/0,5	
R 97	Schichtwiderstand	10 k Ω \pm 1%/1 W	WF 10 k/1/1	
R 98	Schichtwiderstand	16 k Ω \pm 1%/2 W	WF 16 k/1/2	
R 101	Schicht-Drehwiderstand	50 k Ω lin.	WS 9122 F/50 k	
R 102	Schichtwiderstand	250 k Ω /0,5 W	WF 250 k/0,5	
R 103	Schicht-Drehwiderstand	50 k Ω lin.	WS 9122 F/50 k	
R 104	Schichtwiderstand	80 k Ω /0,5 W	WF 80 k/0,5	
R 105	Schichtwiderstand	250 k Ω /0,5 W	WF 250 k/0,5	
R 106	Schichtwiderstand	10 k Ω /0,5 W	WF 10 k/0,5	
R 107	Schichtwiderstand	3 M Ω /0,5 W	WF 3 M/0,5	
R 108	Schichtwiderstand	20 k Ω /0,5 W	WF 20 k/0,5	
R 109	Schichtwiderstand	40 k Ω /0,5 W	WF 40 k/0,5	
R 110	Schichtwiderstand	200 k Ω /0,5 W	WF 200 k/0,5	
R 111	Schichtwiderstand	600 Ω /0,5 W	WF 600/0,5	
R 112	Schichtwiderstand	10 k Ω /1 W	WF 10 k/1	
R 113	Schichtwiderstand	5 k Ω /0,5 W	WF 5 k/0,5	
R 116	Schichtwiderstand	100 k Ω /0,25 W	WF 100 k/0,25	
R 117	Schichtwiderstand	12,5 k Ω /0,5 W	WF 12,5 k/0,5	
R 118	Schichtwiderstand	300 Ω /0,5 W	WF 300/0,5	
R 119	Schichtwiderstand	50 k Ω /0,5 W	WF 50 k/0,5	
R 120	Schichtwiderstand	5 k Ω /0,5 W	WF 5 k/0,5	
R 121	Schichtwiderstand	8 k Ω /1 W	WF 8 k/1	
R 123	Schichtwiderstand	100 k Ω /0,5 W	WF 100 k/0,5	
R 124	Schichtwiderstand	3 k Ω /0,5 W	WF 3 k/0,5	
R 125	Schichtwiderstand	1 M Ω /0,5 W	WF 1 M/0,5	
R 126	Schicht-Drehwiderstand	10 k Ω lin.	WS 9122 F/10 k	
R 128	Schichtwiderstand	50 k Ω /0,5 W 40 k Ω /0,5 W	WF 50 k/0,5 WF 40 k/0,5	in Serie
R 129	Schicht-Drehwiderstand	25 k Ω lin.	WS 9122 F/25 k	
R 130	Schichtwiderstand	100 Ω /0,5 W	WF 100/0,5	
R 133	Schichtwiderstand	10 k Ω /0,25 W 100 k Ω /0,5 W	WF 10 k/0,25 WF 100 k/0,5	in Serie
R 134	Schicht-Drehwiderstand	5 k Ω lin.	WS 9122 F/5 k	

Kennzeichen	Benennung	Wert	R&S-Sach-Nr.	
R 135	Schichtwiderstand	40 k Ω /0,5 W	WF 40 k/0,5	
R 136	Schichtwiderstand	50 k Ω /0,5 W	WF 50 k/0,5	
R 137	Schichtwiderstand	10 k Ω /0,25 W	WF 10 k/0,25	
R 138	Schichtwiderstand	100 Ω /1 W	WF 100/1	
R 139	Schichtwiderstand	100 k Ω /0,5 W	WF 100 k/0,5	
R 140	Schichtwiderstand	1 M Ω /0,5 W	WF 1 M/0,5	
R 141	Schichtwiderstand	40 k Ω /0,5 W	WF 40 k/0,5	
R 142	Schicht-Drehwiderstand	5 k Ω lin.	WS 9122 F/5 k	
R 143	Schichtwiderstand	500 k Ω /0,5 W 60 k Ω /0,5 W	WF 500 k/0,5 WF 60 k/0,5	in Serie
R 145	Schichtwiderstand	400 k Ω /0,5 W	WF 400 k/0,5	
R 147	Draht-Drehwiderstand	100 Ω lin.	WR 4 F/100	
R 148	Schichtwiderstand	50 Ω /1 W	WF 50/1	
R 149	Schichtwiderstand	160 Ω /0,5 W	WF 160/0,5	
RI 1	Skalenlampe	6 V/0,5 A	RL 165 S	
RI 2	Skalenlampe	6 V/0,5 A	RL 165 S	
RI 3	Zwergglimmlampe	220 V	RL 210	
Rö 1	Pentode		EF 804 S	
Rö 2	Pentode		EF 804 S	
Rö 3	Duo-Diode		EB 41	
Rö 4	Pentode		EF 80	
Rö 5	Pentode		EF 80	
Rö 6	Fentode		EAF 42	
Rö 7	Pentode		EAF 42	
Rö 8	Duo-Diode		EB 41	
Rö 9	Duo-Diode		EB 41	
Rö 10	Doppeltriode		ECC 85	
Rö 11	Pentode		EF 80	
Rö 12	Doppeltriode		ECC 85	
Rö 13	End-Pentode		PL 81	
Rö 14	Pentode		EF 804 S	
Rö 15	Stabilisator		85 A 2	
Rs A	Relais		RSS 215040	
Rs B	Relais		RSS 215040	
Rs C	Relais		RSS 215040	
S 1	Stufenschalter		SRW 13314	
S 2	HF-Kippschalter		SR 301/2	

Kenn- zeichen	Benennung	Wert	R&S-Sach-Nr.
S 3I	Stufenschalter		SRW 13110
S 3II	Kontakt-Federsatz		SRF 3/1
S 4	HF-Kippschalter		SR 301/2
S 5	Drucktaste		SR 613/1
S 6	HF-Kippschalter		SR 301/2
S 7	Spannungswähler		FD 60513
S 8	Netzschalter- Kombination		SRK 1
Si 1	Schmelzeinsatz	600 mA	0,6 C DIN 41571 für 220 ... 235 V
		1,25 A	1,25 C DIN 41571 für 115 ... 125 V
Tr 1	Vorübertrager		48302 — 1.30
Tr 2	Brückenübertrager		48302 — 1.31
Tr 4	Resonanzübertrager		48302 — 1.32
Tr 6	Resonanzübertrager		48302 — 1.33
Tr 7	Resonanzübertrager		48302 — 1.33
Tr 8	Schwingübertrager		48302 — 1.3.10
Tr 9	Schwingübertrager		48302 — 1.17.3
Tr 10	Netztransformator		48302 — 1.6.2/2

Garantieverpflichtung

Wir übernehmen für Mängel, die in unseren Geräten als Folge von Fertigungs- oder Materialfehlern auftreten,

1 JAHR GARANTIE,

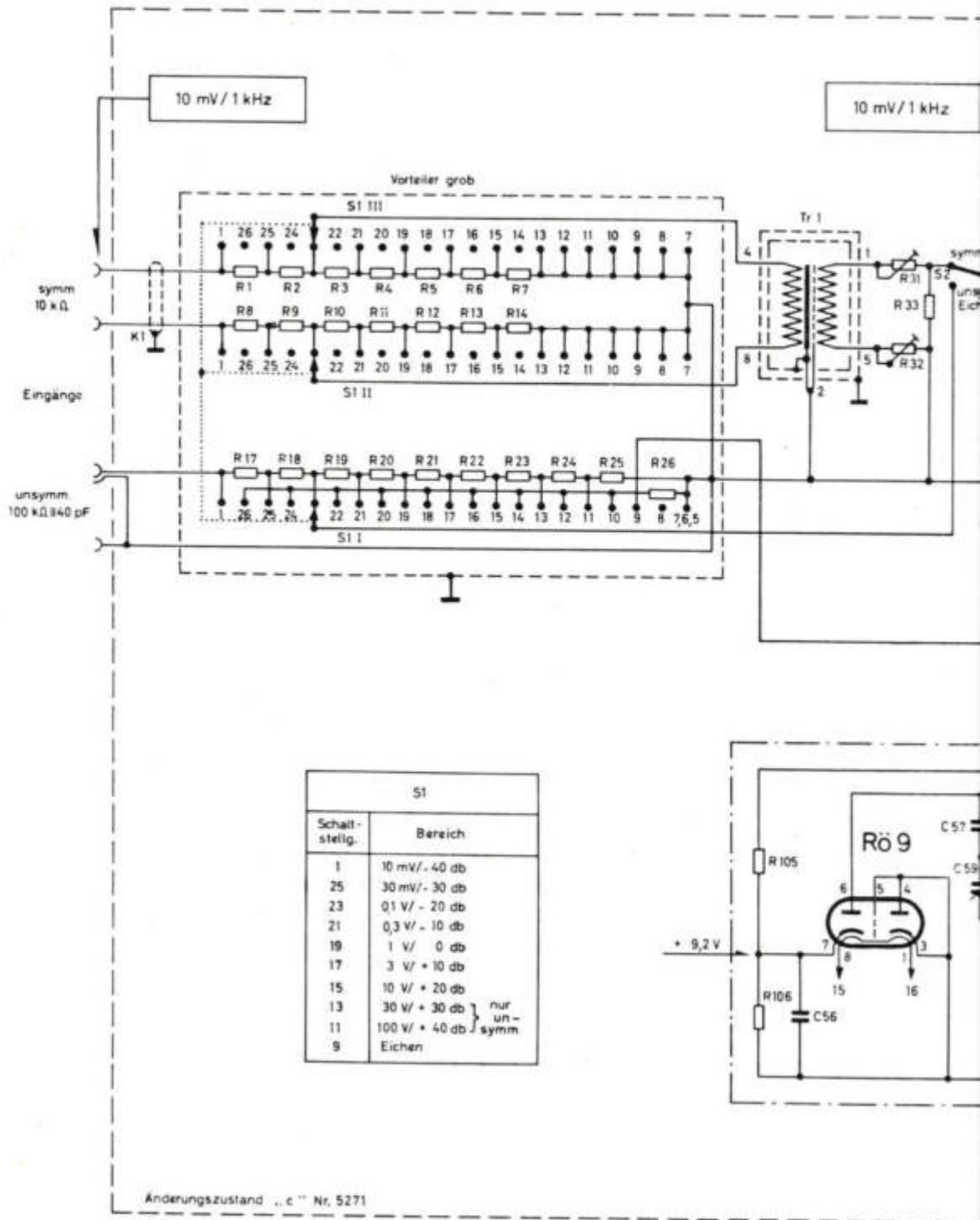
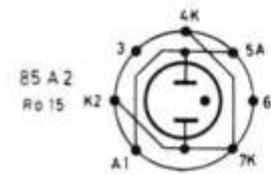
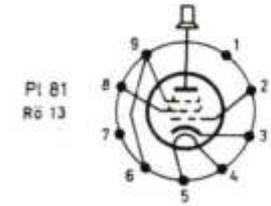
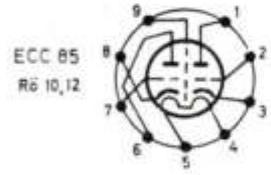
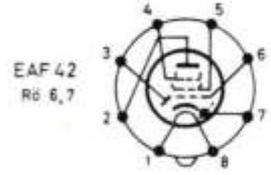
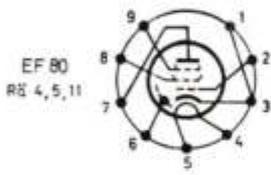
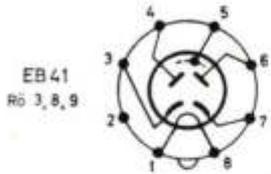
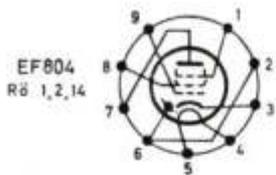
und zwar nach Maßgabe der Ziffer 5 unserer Lieferungs- und Zahlungsbedingungen.

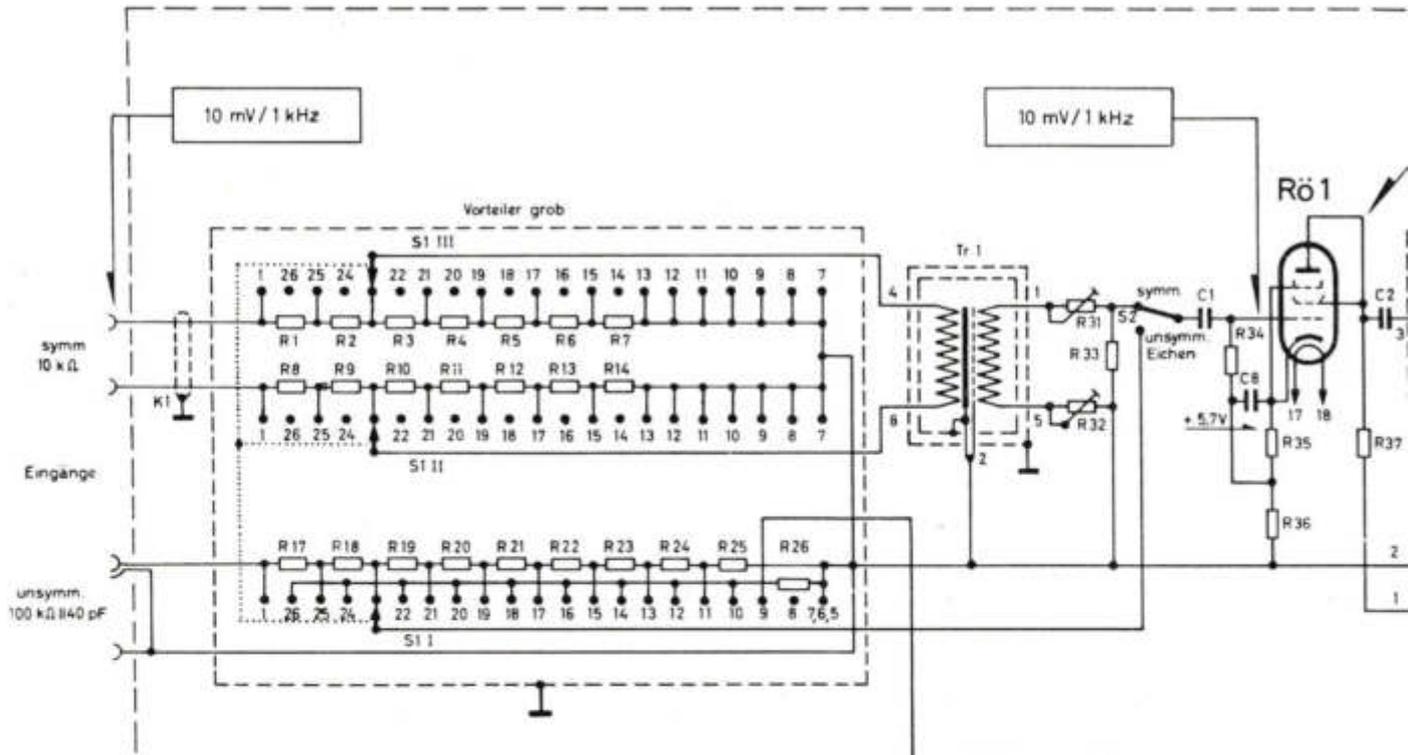
Ein Anspruch auf Wandlung oder Minderung ist ausgeschlossen. Die Gewährleistung geht nach unserer Wahl auf Instandsetzung oder Ersatz des beanstandeten Werkstückes oder Werkstückteiles. Unsere Gewährspflicht wird nur dann ausgelöst, wenn ein Mangel uns unverzüglich, spätestens innerhalb einer Woche nach Kenntnis schriftlich mitgeteilt ist und wenn innerhalb einer Woche nach Aufforderung durch uns das Werkstück frachtfrei an unser Werk abgesandt ist. Die Rückfracht vom Werk geht ebenfalls zu Lasten des Bestellers. Der Ersatz unmittelbaren oder mittelbaren Schadens ist ausgeschlossen. Die Gewährleistung erlischt, wenn von dritter Seite Veränderungen an dem Werkstück vorgenommen werden.

Plomben und Siegel des Gerätes dürfen nicht verletzt sein. Für Röhren, zu denen Sie keine Garantieunterlagen erhielten, übernehmen wir die Garantieverpflichtung. Schadhafte Röhren, für die Ihrer Meinung nach ein Garantieanspruch besteht, wollen Sie uns zur Prüfung desselben einsenden. Dabei bitten wir, unbedingt anzugeben:

Nummer, Datum und Diktatzeichen der Rechnung;
Type und Fertigungsnummer (FNr.) des Gerätes;
Bezeichnung des Röhrenschadens.

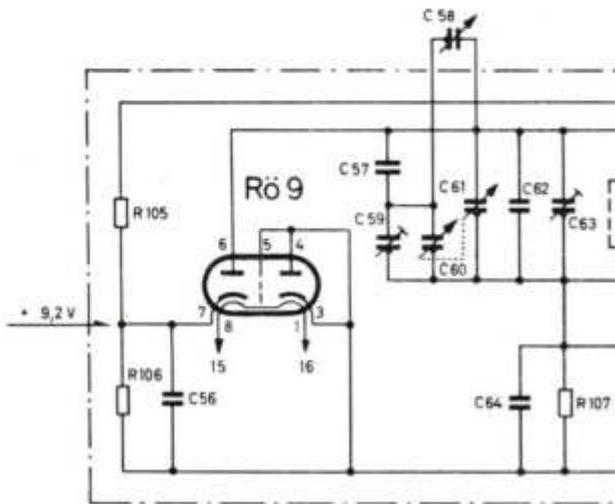
ROHDE & SCHWARZ · MÜNCHEN 9 · TASSILOPLATZ 7



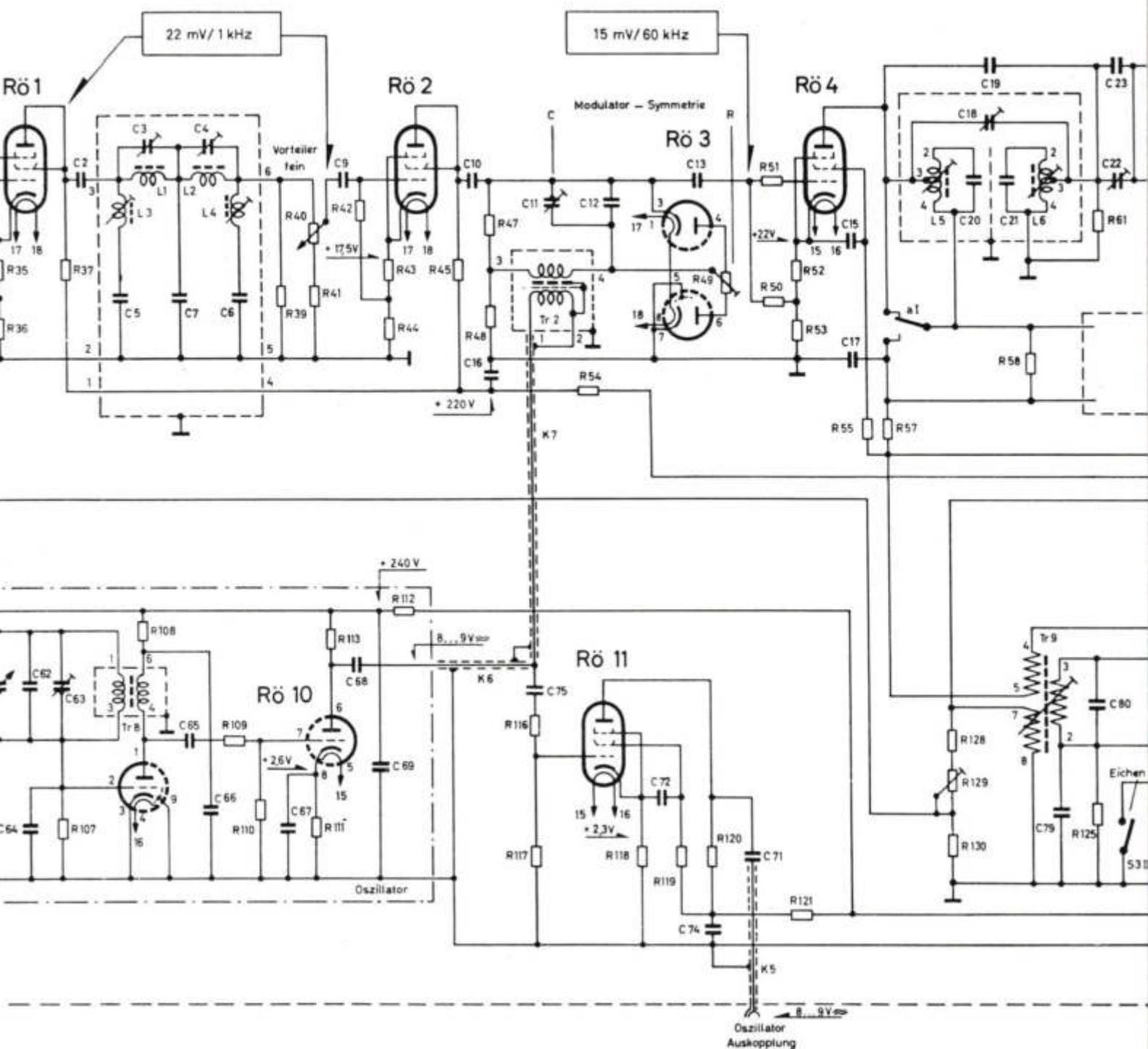


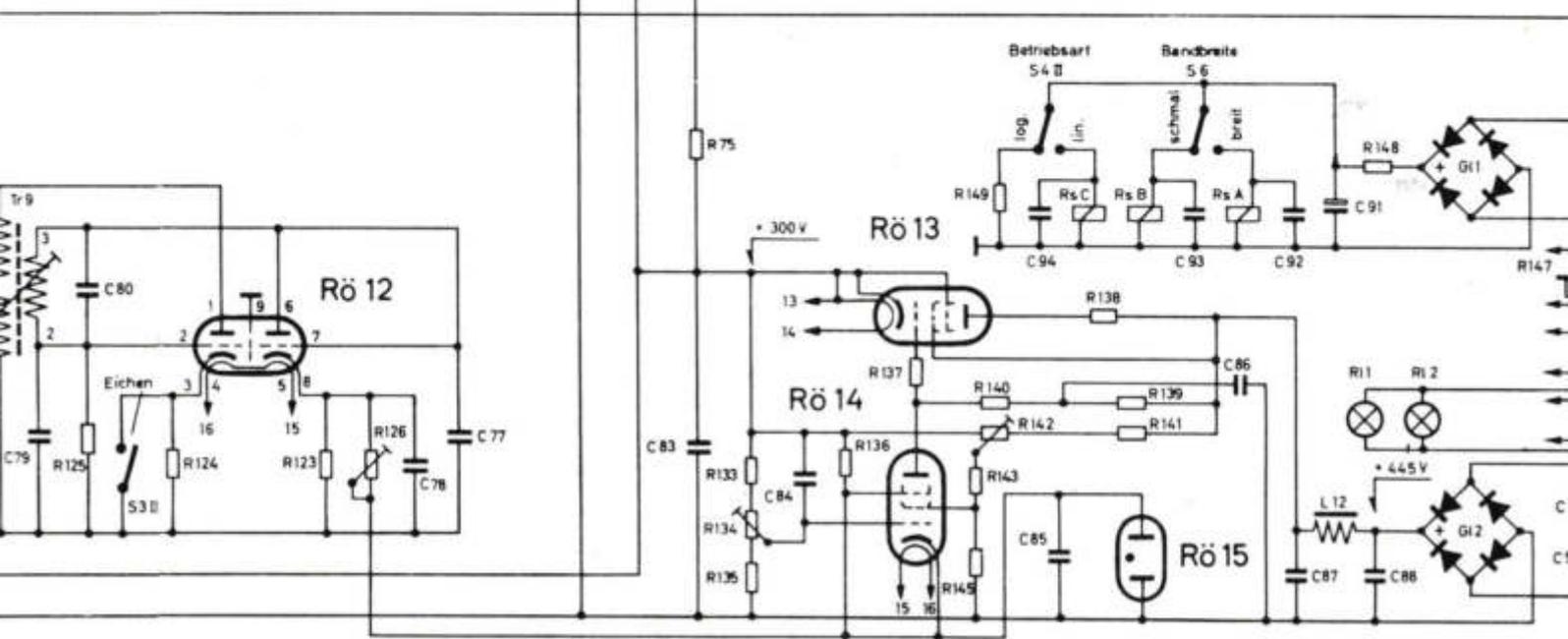
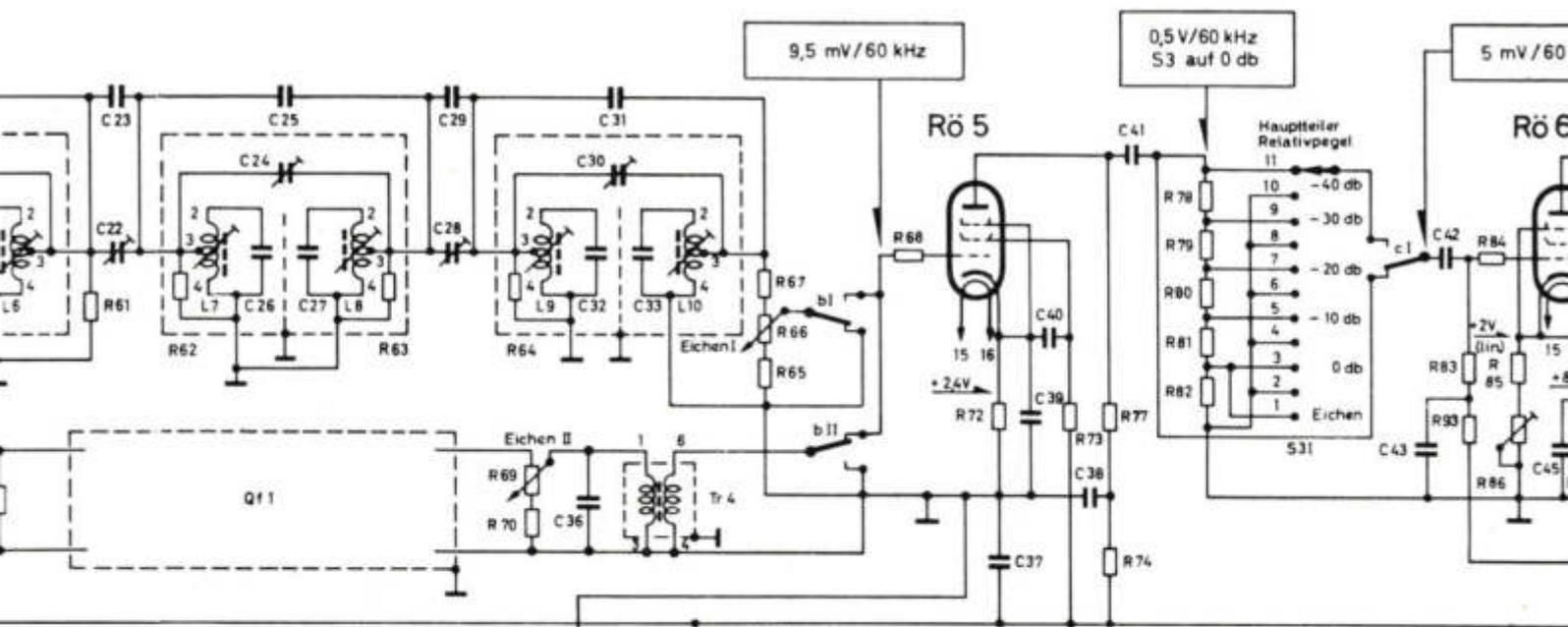
S1	
Schaltstellig.	Bereich
1	10 mV/ - 40 db
25	30 mV/ - 30 db
23	0,1 V/ - 20 db
21	0,3 V/ - 10 db
19	1 V/ 0 db
17	3 V/ + 10 db
15	10 V/ + 20 db
13	30 V/ + 30 db
11	100 V/ + 40 db
9	Eichen

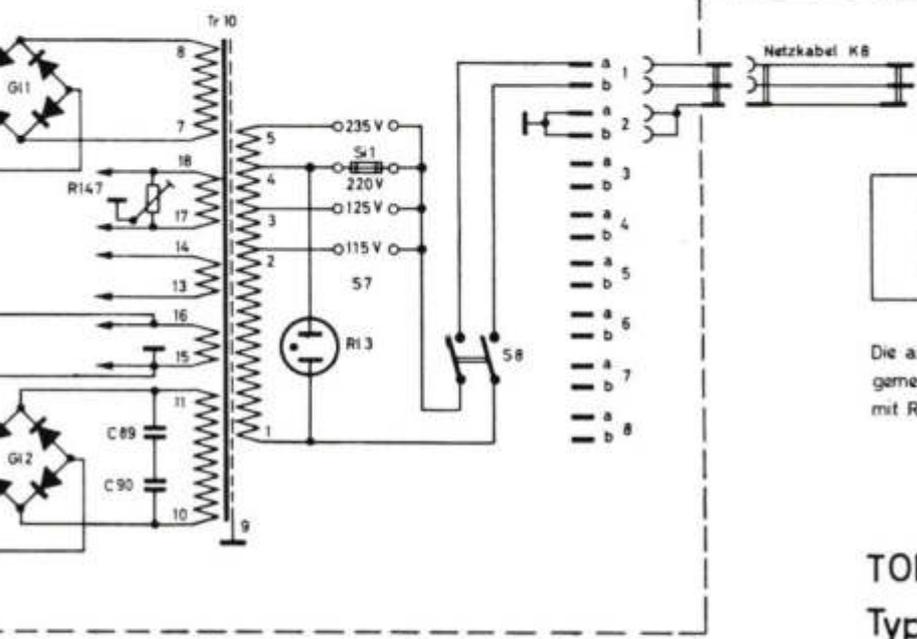
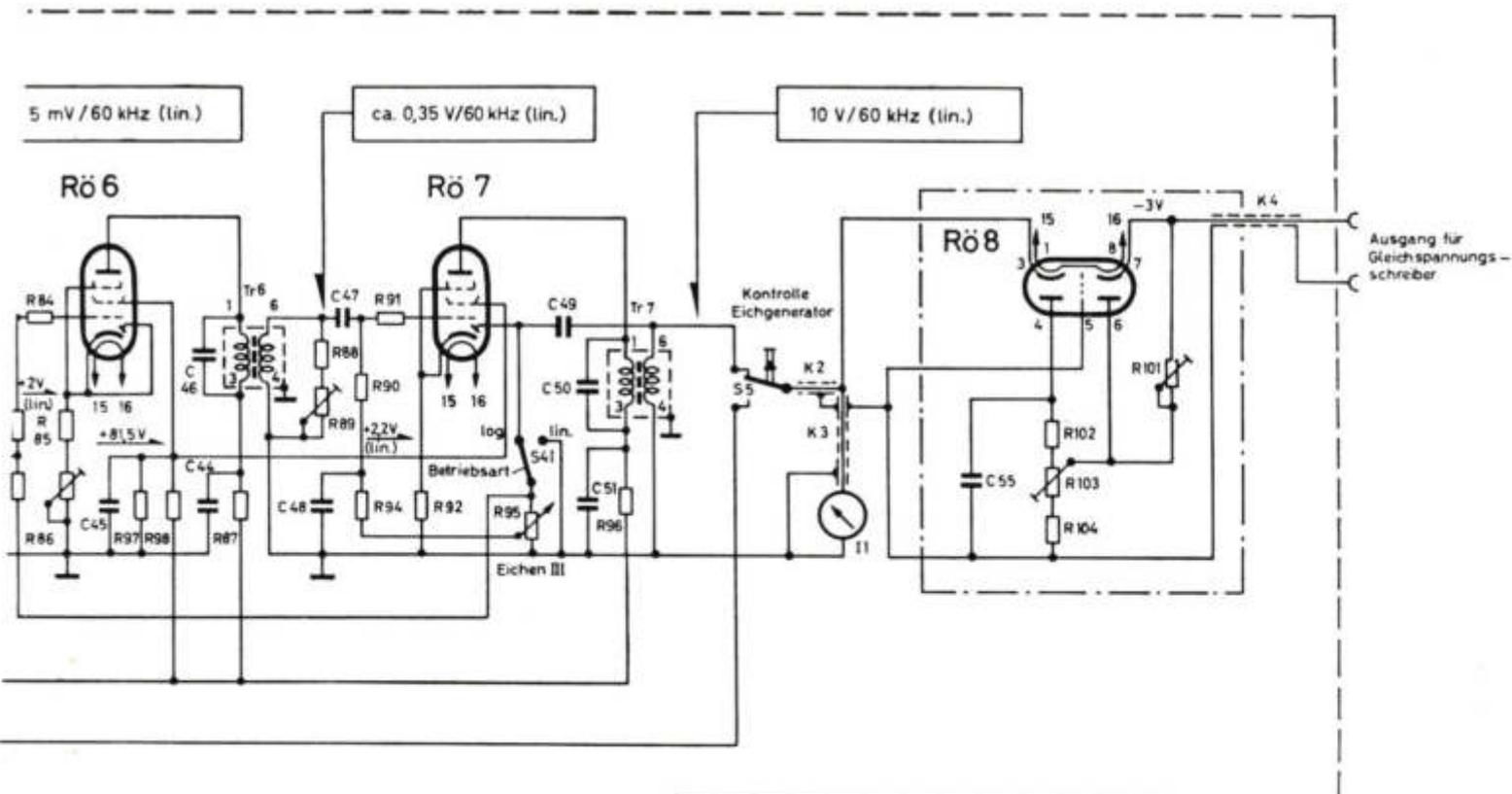
} nur un-symm.



Anderungszustand ... c " Nr. 5271







Einspeisen der eingerahmten Spannungswerte gibt Vollausschlag 10 V am Instrument bei linearer Betriebsart.

Die angegebenen Gleichspannungswerte sind Mittelwerte, gemessen mit einem Rohrvoltmeter (z.B. Type UR1) mit $R_e \approx 10 \text{ M}\Omega$.

TONFREQUENZANALYSATOR Type FTA BN 48 302