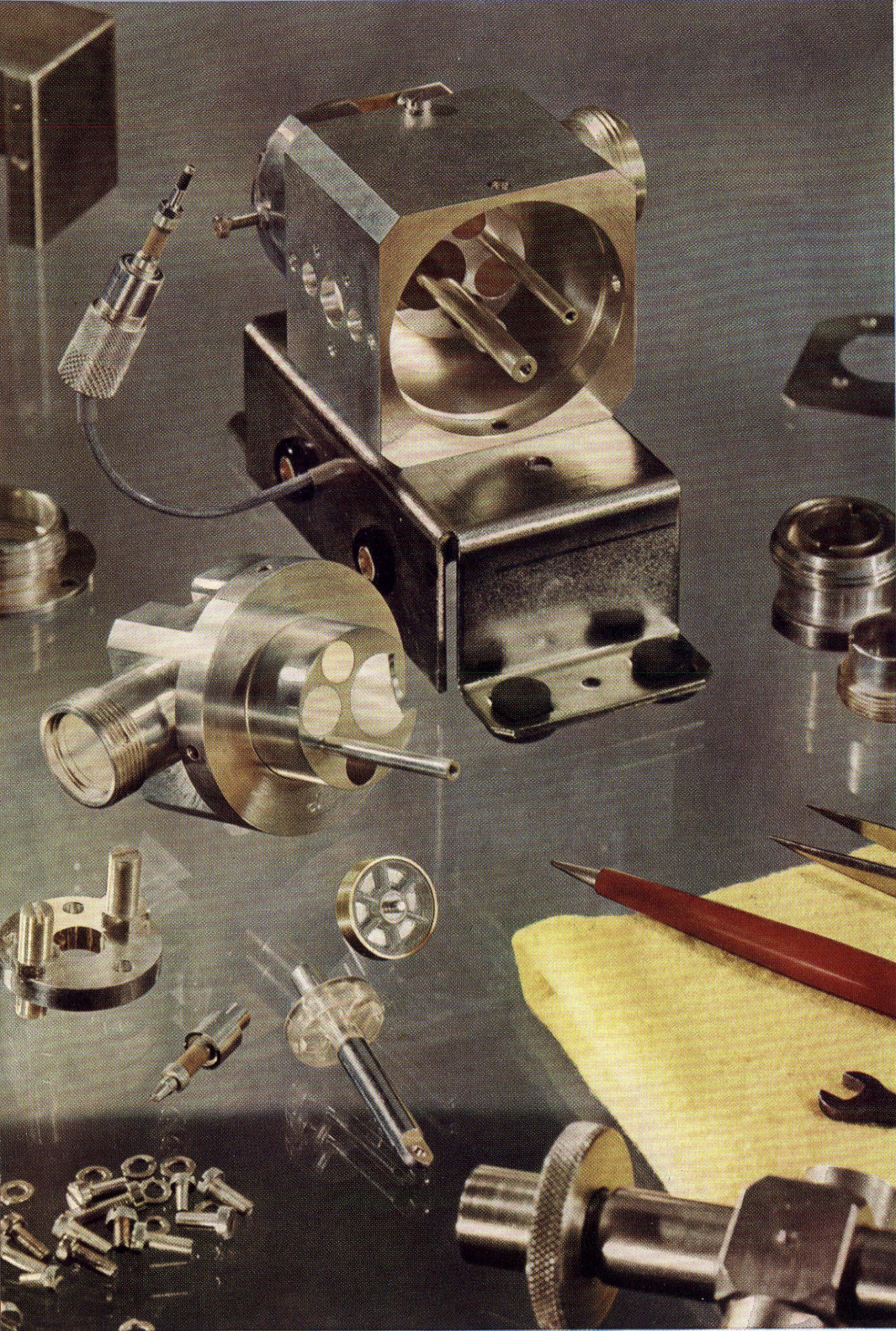


# MESSGERÄTE FÜR DIE NACHRICHTEN-TECHNIK



3-GHz-Topfkreis hoher Symmetrie :  
Ein Beispiel für die feinmechanische Arbeit in Dezimeterwellen-Meßgeräten



# MESSGERÄTE FÜR DIE NACHRICHTENTECHNIK

**11. AUSGABE · SEPTEMBER 1956**

Gegenüber der Ausgabe 1950 wesentlich verändert

**SIEMENS & HALSKE AKTIENGESELLSCHAFT**  
WERNERWERK FÜR WEITVERKEHRS- UND KABELTECHNIK



Eine hochstehende und fortschrittliche Nachrichtentechnik ist ohne ebenbürtige Meßtechnik undenkbar: Planmäßiges und erfolgreiches Weiterentwickeln der Nachrichtenmittel verlangt Meßgeräte, die in erster Linie hohe Genauigkeit aufweisen und weit in die neuen Frequenzgebiete reichen; Fertigung und Betrieb fordern Meßgeräte, die vor allem einfach bedient werden können, die es ermöglichen, Reihemessungen in kurzer Zeit durchzuführen, und die auch eine weniger pflegliche Behandlung vertragen.

Die Forderungen von Entwicklung, Fertigung und Betrieb lassen sich bei wirtschaftlich vertretbarem Aufwand nicht immer mit demselben Gerät erfüllen. Die Meßgerätereihe muß auch den großen Frequenzbereich von wenigen Hertz bis zu zehntausend und mehr Megahertz erfassen. Es ist daher von großem Vorteil, daß in unserem Hause Nachrichtentechnik und Meßtechnik von ihrem Anfang an in enger, sich gegenseitig befruchtender Wechselwirkung stehen. Unsere Meßgeräte werden so nach einem Plan entwickelt, in dem technische und wirtschaftliche Forderungen gegeneinander abgewogen sind.

Die Neuauflage unseres Buches „Meßgeräte für die Nachrichtentechnik“ — es ist nunmehr die 11. Ausgabe — enthält wieder viele neuentwickelte Meßgeräte, vor allem für die Hochfrequenzbereiche bis 300, 1000, 5000 und 12 000 MHz. Für die darunter liegenden Frequenzbereiche haben nicht zuletzt die großen Verbesserungen in der Bauteiltechnik eine Reihe von Neuausführungen gebracht. Dabei wurden diese nun beinahe schon klassisch zu nennenden Geräte auch in ihrem Frequenzbereich dem heutigen Stand der Übertragungstechnik angepaßt. Die Geräte, besonders aber die Meßplätze, haben wir gegenüber früher ausführlicher behandelt, um noch mehr ihren zweckmäßigen Aufbau und ihre Einsatzmöglichkeiten zu zeigen.

Unsere Entwicklungsstellen arbeiten ständig an neuen Aufgaben; es empfiehlt sich daher, auch für solche Meßaufgaben der Nachrichtentechnik bei uns anzufragen, über die dieses Buch mit seinen listenmäßigen Geräten keine Auskunft gibt.

Der Anhang „Einheiten, Grundbegriffe und Meßverfahren der Nachrichtentechnik“ ist ebenfalls erweitert worden.

Wir hoffen, mit dieser Neuauflage den Fachleuten wieder ein Buch zu übergeben, das ebenso wie seine Vorgänger ein viel und gern benutzter Ratgeber sein wird.

München, im September 1956

**SIEMENS & HALSKE AKTIENGESELLSCHAFT**  
WERNERWERK FÜR WEITVERKEHRS- UND KABELTECHNIK



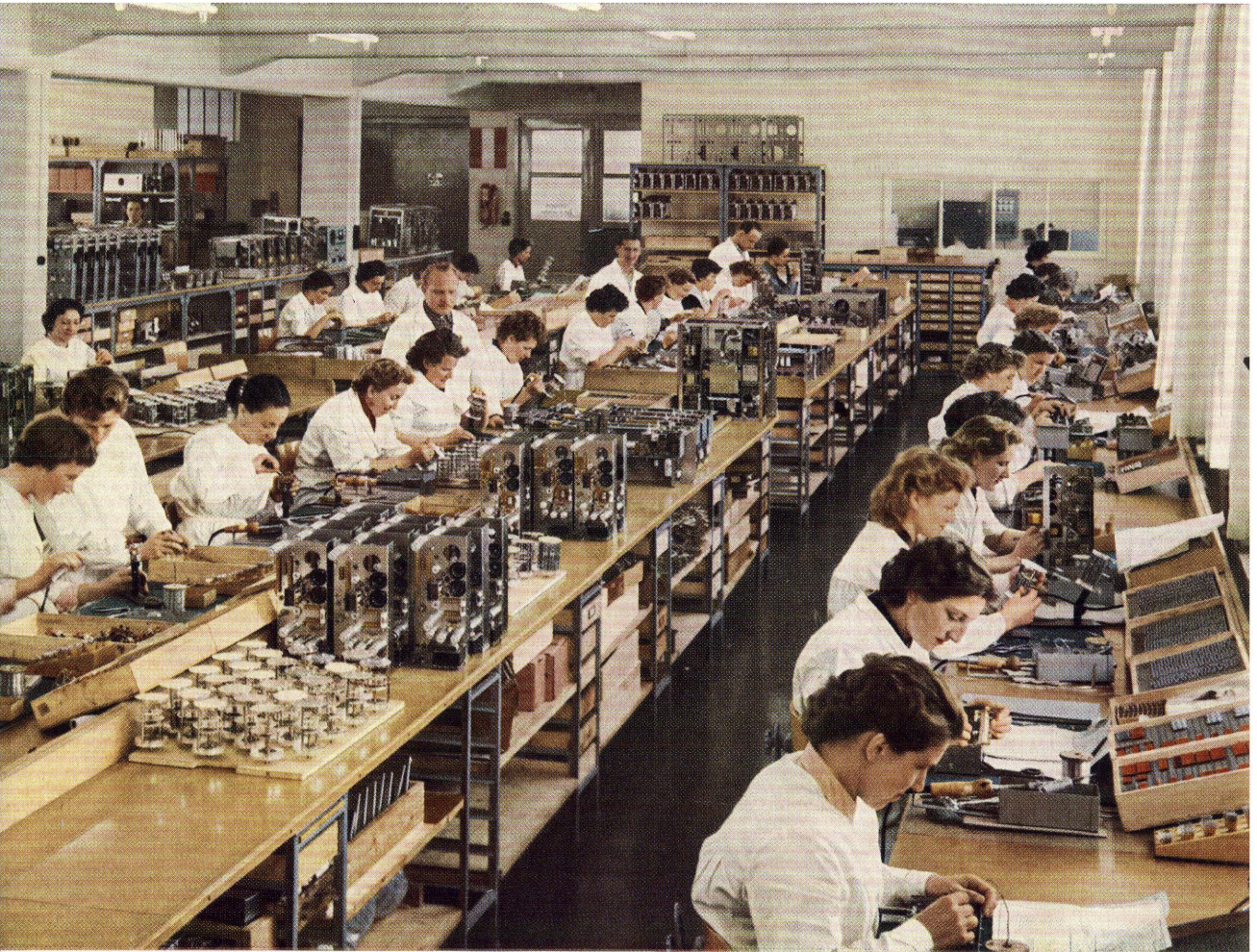
Unser Zentrallaboratorium für Nachrichtentechnik

# INHALTSÜBERSICHT

Seite

Allgemeines über Meßgeräte .....	9
Meßstromquellen .....	15
Frequenzmeßgeräte .....	77
Filter .....	111
Eichleitungen, Dämpfungsglieder, Spannungsteiler .....	131
Meßschaltungen für $Z$ , $R$ , $L$ , $C$ und $\tan \delta$ .....	153
Dämpfungs- und Pegelmeßgeräte .....	235
Meßgeräte für nichtlineare Verzerrungen .....	359
Fernsehmeßgeräte .....	375
Spannungsmesser und andere Meßempfänger .....	407
Meßzubehör .....	481
Weitere Meßgeräte .....	523
Anhang (Einheiten, Grundbegriffe, Meßverfahren, Tafeln)	529

A  
B  
B  
B  
B  
B  
B  
B  
B  
B  
B  
C



Eine unserer Montagewerkstätten für Nachrichten-Meßgeräte



## 1. Begriffe und Benennungen

Die Begriffe und Benennungen im Meßwesen werden vielfach in ganz verschiedenem Sinne benutzt, so daß Angaben über Meßgeräte, -verfahren und -ergebnisse leicht mißverstanden werden. Der Ausschuß für Einheiten und Formelgrößen (AEF) hat daher ein Normenblatt über Grundbegriffe der Meßtechnik, DIN 1319, herausgegeben. Im folgenden werden unter Zugrundelegung dieses DIN-Blattes die für den Aufgabenkreis dieses Buches wesentlichen Gesichtspunkte dargelegt.

Messen ist ein übergeordneter Begriff für eigentliches Messen, für Prüfen und für Eichen:

Das eigentliche *Messen* besteht in der Feststellung der *Meßgröße* mit Hilfe eines Meßgerätes.

*Prüfen* setzt einen Erwartungs- oder Sollwert voraus und besteht in der Feststellung, ob dieser Wert innerhalb vorgeschriebener Grenzen eingehalten wird. Gelegentlich sind die zulässigen Grenzen weit, so daß das Prüfgerät nicht besonders genau zu sein braucht. Es ist aber zu vermeiden, das Wort Prüfen von vornherein mit dem Sinn eines nur überschläglichen Messens zu verwenden.

*Eichen* ist der — im allgemeinen einmalige — Vorgang, durch den der Zusammenhang zwischen der Einstellung oder dem Ausschlag eines Meßgerätes und dem dazugehörigen Wert der Meßgröße festgestellt wird. Ist das Gerät genügend beständig, so wird es mit den beim Eichen gemessenen Werten beschriftet, andernfalls muß der Eichvorgang vor jeder neuen Meßreihe wiederholt werden.

Der gemessene Wert der gesuchten Meßgröße ist der *Meßwert*.

Vom Meßwert unterscheidet sich das *Meßergebnis*, wenn es erst durch weitere Umrechnungen und dergleichen aus dem Meßwert gewonnen wird, wie z. B. die Temperatur eines Leiters aus dem gemessenen Widerstand.

Neben Meßgrößen, wie es ein Strom, eine Spannung, eine Frequenz u. dgl. sind, gibt es solche, die, wie z. B. die Kapazität eines Kondensators, die Eigenschaft eines Gegenstandes sind. In diesem Fall ist der Gegenstand, an dem die Messung vorgenommen wird, der *Meßling* (Meßobjekt).

Alle übrigen Zusammensetzungen mit der Silbe „*Meß*“ dienen nicht als Bezeichnung einer zu messenden Sache, sondern zur Kennzeichnung von Größen und Gegenständen, die bei der Messung eine besondere Rolle spielen. *Meßfrequenz*, *Meßspannung* sind die zur Messung benötigten und benutzten, nicht die zu messenden Größen; *Meßraum*, *Meßwiderstand*, *Meßleitungen* sind die verwendeten, nicht die zu messenden Gegenstände.

Jedes Meßergebnis ist auch von den Verhältnissen der Umwelt abhängig. Diese beeinflussen nicht nur die Meßgröße selbst, sondern auch die Meßeinrichtung und die messende Person. So sind die Eigenschaften des Meßlings im allgemeinen raum- und zeitabhängig, z. B. von der Witterung oder von elektrischen und magnetischen Feldern. Eine bestimmte Abhängigkeit einer Meßgröße von einzelnen Zustandsgrößen der Umwelt wird durch *Beiwerte* gekennzeichnet, z. B. Temperaturbeiwert. Auf die Meßeinrichtung selbst können räumliche Lage, Witterung, Erschütterungen, Beleuchtung usw. einen Einfluß haben. Schließlich beeinflussen Witterung, Wärme, Erschütterungen, falsche Beleuchtung usw. die Auffassung und Stimmung der messenden Person und damit, namentlich bei subjektiven Messungen, das Meßergebnis.

Es gibt *subjektive und objektive Meßgrößen und subjektive und objektive Meßverfahren*. Subjektiv sind die Meßgrößen, für die der Mensch unmittelbar einen aufnehmenden Sinn hat, z. B. die Lautstärke. Die Empfindung ist hier von Person zu Person verschieden. Trotzdem können derartige Meßgrößen u. U. objektiv gemessen werden. Man bildet dann zunächst den Mittelwert aus den Empfindungen einer großen Zahl von Personen und sucht die Gesetze der Sinneswahrnehmung im technischen Gerät so gut wie möglich nachzubilden. Das hat aber eine wirtschaftliche Grenze, weil es weit wichtiger ist, auf genormtem Wege einen festen, allgemeingültigen und verbindlichen Wert zu erhalten als eine strenge Übereinstimmung mit dem subjektiven Empfinden. So ist beispielsweise der auf den Seiten 253 bis 259 beschriebene Objektive Bezugsdämpfungs-Meßplatz entstanden. Andererseits können objektive Meßgrößen, wie die Dämpfung einer Leitung, subjektiv gemessen werden, nämlich durch Lautstärkevergleich. Schließlich müssen auch alle unmittelbar anzeigenden Geräte vom Menschen abgelesen werden, wobei ein kleiner Rest subjektiver Einflüsse bleibt. Daraus ergibt sich: Objektiv sind alle Meßverfahren und -geräte, bei denen die von der einzelnen messenden Person herrührende

Unsicherheit in der Feststellung des Meßergebnisses vernachlässigbar klein ist gegenüber der Spielbreite, die man hierin als zulässig erachtet.

Durch die unvermeidbaren Unvollkommenheiten in den verwendeten Normalen, im Meßgerät und in der Kenntnis oder Beherrschung der Meßbedingungen ist ein Meßergebnis niemals völlig genau, sondern es enthält *Fehler*, und zwar zufällige und systematische Fehler. (Der Meßwert stellt also immer nur eine mehr oder weniger große Annäherung an die gesuchte Meßgröße dar.)

*Zufällige Fehler* rühren her von nicht bestimmbar Schwankungen der Meßbedingungen, z. B. der Temperatur, oder von der Unbeständigkeit in den Eigenschaften der Bauteile des Gerätes.

*Systematische Fehler* dagegen haben Ursachen, die entweder bekannt sind oder doch durch systematisches Forschen aufgedeckt werden könnten. Sie entstehen dadurch, daß der Aufwand für die Genauigkeit aller verwendeten Teile und Einrichtungen in erträglichen Grenzen bleiben muß. Es ist z. B. wirtschaftlicher, ein Normal zu messen und eine Berichtigung anzugeben, als das Normal mit der gleichen Genauigkeit auf seinen Sollwert zu bringen. Bemerkbar werden die systematischen Fehler früher oder später durch ihr bestimmtes Vorzeichen im Gegensatz zu den unbestimmten Vorzeichen der zufälligen Fehler.

Wiederholt man eine Messung, ohne sonst irgendeine Änderung vorzunehmen, so können die sich ergebenden Meßwerte voneinander abweichen, sie können „streuen“. Dabei verteilen sich die Einzelwerte  $A_i$  in mathematisch erfaßbarer Form (nach dem Gaußschen Fehlergesetz) um den wahren Wert. Die größte Abweichung  $A_{i\max} - A_{i\min}$  ist die *Streubreite*; der Durchschnitt oder arithmetische Mittelwert  $D$  aller Einzelwerte ist um so wahrscheinlicher der richtige Wert, je größer die Anzahl  $n$  der Messungen ist. Die Einzelabweichung vom Durchschnitt sei  $\delta_i = A_i - D$ . Das wichtigste Maß für die Anordnung der Einzelwerte um den Durchschnitt ist das quadratische Mittel dieser Einzelabweichungen  $\delta_i$  vom Durchschnitt: die *Streuung*

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum \delta_i^2}{n}}.$$

Aus dem Gesetz der Fehlerverteilung ergibt sich, daß eine Einzelabweichung von mehr als  $3\sigma$  unter 1000 Messungen nur etwa dreimal zu erwarten ist. Dieses bewährte und gebräuchliche Maß liegt im allgemeinen auch der Angabe der Meßunsicherheit eines Gerätes zugrunde, soweit sie von zufälligen Fehlern herrührt. Da zufällige Fehler durch Vielfachmessungen und Durchschnittsbildungen, systematische Fehler durch beharrliches Forschen beseitigt werden können, so läßt sich stets ein als richtig anzusehender Wert angeben. Für den *Fehler* gilt dann allgemein die Gleichung

$$\text{Fehler} = \text{Falsch} - \text{Richtig}.$$

Bezogen wird ein Fehler immer auf den richtigen Wert; es gilt daher

$$\text{bezogener Fehler} = \frac{\text{Falsch} - \text{Richtig}}{\text{Richtig}}.$$

Der prozentuale Fehler ist das Hundertfache des bezogenen Fehlers.

Ein technisches Meßgerät enthält im allgemeinen neben der Unsicherheit durch zufällige Fehler eine ganze Reihe kleiner systematischer Fehler, deren Berichtigung von zahlreichen, zum Teil schwer meßbaren Einflüssen abhängt, so daß man es vorzieht, sie einfach in Kauf zu nehmen. Man gibt dann die Fehlergrenzen des Meßgerätes an, innerhalb deren praktisch die Summe aller möglichen Fehler bleibt. Diese Grenzen können ungleichmäßig um Null herum liegen. Bezogen werden sie in der Regel auf Vollausschlag.

Die *Genauigkeit* ist zwar der Kehrwert des Fehlers, doch lassen sich *Genauigkeitsgrade* nur durch die Größe des Fehlers angeben. Von zwei Meßgeräten, von denen z. B. das eine 1%, das andere 2% Fehler aufweist, ist das Genauigkeitsverhältnis von 2 : 1 aus diesen Angaben sofort zu erkennen, nicht aber durch Angabe der Genauigkeiten mit 99 und 98%. Daher empfiehlt es sich, bei Zahlenangaben von der Unsicherheit oder den Fehlergrenzen zu sprechen. Genauigkeit ist weniger eine Frage des grundsätzlich als des wirtschaftlich Möglichen. Ist man damit an die erste naturgegebene Grenze gekommen, so steigt im allgemeinen der Aufwand im gleichen Maße mit der Vergrößerung der Genauigkeit. Man darf sich daher nicht wundern, wenn zwei verschiedene Geräte für den gleichen Zweck mit den

bezogenen Fehlern  $10^{-2}$  für das eine und  $10^{-4}$  für das andere Gerät sich dementsprechend im Preisgrößenordnungsmäßig wie 1:100 verhalten.

Die *Anzeige* eines Meßgerätes ist der Stand des Zeigers, allgemein der Marke, auf der Skale. Sie hat entweder die Dimension einer Länge oder die der Meßgröße.

Die *Empfindlichkeit* eines Meßgerätes ist das Verhältnis einer Verschiebung der Marke zu einer sie verursachenden Änderung der Meßgröße. Sie hat immer die Dimension  $\frac{\text{Länge}}{\text{Meßgröße}}$ .

Der *Skalenwert* eines Meßgerätes ist die Änderung der Meßgröße, die der Verschiebung der Marke um einen Teilstrich entspricht, der Skalenwert hat also die Dimension der Meßgröße.

Die kleinste mit einem Gerät überhaupt noch feststellbare Meßgröße ist die *Reizschwelle*.

Die kleinste Änderung der Meßgröße, die einen erkennbaren Unterschied der Anzeige bewirkt, ist die *Unterschiedsschwelle*.

Die Spanne von der Reizschwelle bis zum größten meßbaren Wert ist der *Anzeigebereich*, während der meist etwas kleinere *Meßbereich* den Bereich umfaßt, in dem die angegebene Genauigkeit gilt. Bei Geräten mit umschaltbaren Bereichen wird hiervon abweichend als Meßbereich meist die Spanne zwischen dem kleinsten und dem größten Endausschlag angegeben. Reizschwelle, Unterschiedsschwelle, Anzeige- und Meßbereich haben die Dimension der Meßgröße.

Beispiel: Ein Spannungsmesser hat den Meßbereich von 5 mV/10 V für den Frequenzbereich von 30 bis 20000 Hz. Der kleinste Meßwert ist 1,5 mV. Im empfindlichsten Bereich von 1,5 bis 5 mV ist der Skalenwert 0,1 mV, die Unterschiedsschwelle  $10 \mu\text{V}$ , die Empfindlichkeit rund 30 mm/mV. Die Fehlergrenzen sind  $\pm 3\%$  bei mittlerer Frequenz.

Fälschlicherweise wird mitunter der Skalenwert oder die Unterschiedsschwelle oder der Endwert des empfindlichsten Bereiches oder der Kehrwert der Empfindlichkeit — im obigen Beispiel  $30 \mu\text{V}/\text{mm}$  — als Empfindlichkeit bezeichnet. Schon diese Vieldeutigkeit zeigt, wie notwendig es ist, den Begriff der Empfindlichkeit einheitlich festzulegen. Diese ist immer und ganz allgemein das Verhältnis der Wirkung zur Ursache.

Auch die *Meßgeräte* haben wir nach einheitlichen Richtlinien benannt, durch die die entsprechenden Entwürfe des AEF berücksichtigt werden.

*Meßzeug* ist der umfassende Begriff. Er umschließt außer dem eigentlichen Meßgerät alle Hilfsgeräte und alles zum Messen benötigte Zubehör.

*Meßeinrichtungen* sind alle Meßgeräte, bei denen der Meßwert erst durch eingrenzende Meßhandlungen ermittelt wird. Kann eine Meßeinrichtung durch andere unmißverständliche Ausdrücke gleichzeitig kürzer und näher gekennzeichnet werden, so treten diese dafür ein, z. B. Frequenzmeßbrücke, Meßkoffer, Meßplatz, Meßgestell, Pegelschreiber, Pegelbildgerät.

Ein Meßgerät, das die gesuchte Meßgröße unmittelbar angibt, ist ein „... *messer*“, z. B. Spannungsmesser, Pegelmesser.

„... *zeiger*“ sind Meßgeräte, die nur die Eigenschaften eines Indikators haben, z. B. Spannungszeiger.

Zur *Kennzeichnung ihres Frequenzbereichs* sind unsere Meßgeräte nicht mit den Vorsätzen „Tonfrequenz...“, „Hochfrequenz...“ usw. versehen worden, weil eine solche Bezeichnung unzureichend wäre; vielmehr ist der Frequenzbereich bei jedem Gerät mit den Grenzwerten angegeben.

Von wenigen Ausnahmen abgesehen, lassen sich unsere Meßgeräte sieben Frequenzbereichen zuordnen: dem Bereich bis 6000 Hz die Meßgeräte für NF-Fernsprechverbindungen, dem Bereich bis 30000 Hz die Tonfrequenz-Meßgeräte, dem Bereich bis 600 kHz (1 MHz) die Meßgeräte für die Trägerfrequenz-Einrichtungen auf Freileitungen und symmetrischen Kabelleitungen, bis 30 MHz die Meßgeräte für koaxiale Leitungen und für die Rundfunk- und Kurzwellenteknik, bis 300 MHz die Meßgeräte für den Ultrakurzwellenbereich, darüber die Geräte für den Dezimeter- und solche für den Zentimeter-Wellenbereich, beide zusammen auch Mikrowellenbereich genannt.

Es ist darauf geachtet worden, daß die Meßgeräte eines Bereiches möglichst gleiche Frequenzgrenzen haben, damit sich bei ihrer Zusammenfassung zu Meßplätzen keine Einengung ergibt.

## 2. Aufbau der Meßgeräte

Je nach den Erfordernissen sind die Meßgeräte in kräftigen *Holzkästen*, in widerstandsfähigen *Metallgehäusen* oder in *Koffern* untergebracht. Auch die Holzkästen und die meisten Metallgehäuse haben Traggriffe, und zwar je einen auf ihren beiden Schmalseiten. Die Gehäuse schützen die Meßschaltungen vor mechanischen Beschädigungen und vor Verstaubung. Die Holz- und Koffergehäuse sind — falls erforderlich — mit Schirmblechen ausgekleidet.

Von den Koffergeräten und den kleinen Meßgeräten in Metallgehäusen abgesehen, tragen die Meßgeräte an ihrer Unterseite vier Füßchen und auf ihrer Oberseite vier Gegenstücke, so daß die Geräte bei der Zusammenstellung zu Meßplätzen rutsch- und stoßsicher aufeinandergestellt werden können.

Soweit es beabsichtigt ist, die Meßgeräte in Meßgestellen und Meßschränken zu festen Meßplätzen zusammenzufassen, gibt es sie auch als *Einbaugeräte* oder als *Einschübe* mit Messerkontaktleisten für die Verbindung mit der Gestellverdrahtung.

Die *Abmessungen* der Meßgeräte und Meßgestelle entsprechen weitgehend den deutschen Normen. Die Frontplatten der Einbaugeräte haben die gleichen Abmessungen wie die der Kastengeräte; in ihrer Höhe sind sie um 34 mm gestuft.

Größere Geräte werden weitgehend in der *Baugruppen-Bauweise* ausgeführt, wobei wesentliche Teile der Schaltung, z. B. Oszillator, Verstärker und Netzteil, die einzelnen Baugruppen bilden. Bei den Hochfrequenz-Meßgeräten wird besonderer Wert auf die hochfrequenzdichte Ausführung von Oszillator- und Spannungsteiler-Baugruppen gelegt; diese sind deshalb bei den Sendern und Empfängern meist in Gußwannen untergebracht. Auswechselbare Teile, wie Röhren, Richtleiter, Regellampen usw., können auch hier leicht ausgewechselt werden. Zur raschen und leichten Bedienung haben die Frequenzeinstell-Elemente der Sender, Empfänger und Frequenzmesser meist Antriebe mit einer Grob- und einer Feineinstellung.

Die *Röhren* sitzen im Inneren der Geräte; dadurch können sie zur Vermeidung unerwünschter Induktivitäten und Kapazitäten der Zuleitungen insbesondere bei den Geräten für höhere Frequenzen mit anderen ihrer elektrischen Funktion nach zusammengehörenden Bauteilen in den Baugruppen eng zusammengefaßt werden. Außerdem läßt sich die ganze Frontplatte für eine übersichtliche und günstige Anordnung der Bedienungselemente und für die Beschriftung freihalten.

An Stelle der früher meist verwendeten *Anschlußklemmen* haben die Meßgeräte mit symmetrischer Eingangs- oder Ausgangsschaltung — von wenigen Ausnahmen abgesehen — dreipolige Buchsenreihen (a- und b-Ader und Schirm). Durch Verwendung geschirmter Leitungen mit dreipoligen Anschlußsteckern wird ein elektrisch guter, von unbeabsichtigten Kopplungen freier Aufbau des Meßplatzes erreicht. Meßgeräte mit erdunsymmetrischer Eingangs- oder Ausgangsspannung sind mit koaxialen Anschlußbuchsen oder -steckern (4/13, 3,5/9,5 oder 6/16) für koaxiale Verbindungsleitungen ausgerüstet. Diese Geräte werden für Scheinwiderstände von 50, 60, 70 und/oder 75  $\Omega$  hergestellt. Die koaxialen Zubehörteile, wie Spannungsteiler, Dämpfungsglieder und Abschlußwiderstände, sind mit Steckverbindungen so ausgerüstet, daß sie unmittelbar am Ausgang der Sender und am Eingang der Empfänger ohne Zwischenschaltung von flexiblen Zwischenleitern angeschaltet werden können.

Alle *Hohlleiter-Meßgeräte* und deren Zubehör tragen einheitlich ausgeführte Flanschverbindungen. Sie lassen sich ohne zusätzliche Verbindungsstücke in den Leitungsaufbau einfügen.

Die eingebauten *Meßinstrumente* sind, soweit sie hohen Anforderungen genügen müssen, als Drehspulinstrumente, und zwar mit Spannbandaufhängung, ausgeführt.

Die meisten Meßgeräte gibt es wahlweise mit *Neper-* oder *Dezibel*messung.

Die Meßgeräte können auch in *tropenfähiger Ausführung* geliefert werden. Sie bewähren sich in dieser Ausführung gegenüber allen klimatischen Einflüssen, wie Hitze, Feuchtigkeit u. dgl.

Fast alle Meßgeräte, die Betriebsspannungen benötigen, haben *Wechselstrom-Netzanschluß* für übliche Netzspannungen und Netzfrequenzen. Netzspannungsschwankungen von  $\leq \pm 10\%$  und Frequenzschwankungen von  $\leq \pm 10$  Hz bleiben, gegebenenfalls durch eingebaute Regelschaltungen erreicht, praktisch ohne Einfluß auf die Meßgenauigkeit der Meßgeräte. In vielen Fällen ermöglichen *Wechselrichter* den Betrieb der Meßgeräte aus einer Niedervolt-Batterie.

### 3. Anordnung der Meßgeräte in diesem Buch

Um für die jeweilige Meßaufgabe die geeignete Meßeinrichtung möglichst leicht und sicher zu finden, sind sie in 11 Gruppen aufgeteilt, und zwar in:

- B 1 Meßstromquellen
- B 2 Frequenzmeßgeräte
- B 3 Filter
- B 4 Eichleitungen, Dämpfungsglieder, Spannungsteiler
- B 5 Meßschaltungen für  $Z$ ,  $R$ ,  $L$ ,  $C$  und  $\tan \delta$
- B 6 Dämpfungs- und Pegelmeßgeräte
- B 7 Meßgeräte für nichtlineare Verzerrungen
- B 8 Fernsehmeßgeräte
- B 9 Spannungsmesser und andere Meßempfänger
- B 10 Meßzubehör
- B 11 Weitere Meßgeräte

Die Gruppen beginnen zur besseren Übersicht mit je einer Tafel, in der die wesentlichen Eigenschaften der einzelnen Meßgeräte dieser Gruppe einander gegenübergestellt sind. Die Zahlenangaben mußten hierbei, um die Übersichtlichkeit nicht zu beeinträchtigen, zum Teil zu Richtwerten zusammengefaßt werden. In diesen Tafeln werden auch die Geräte aufgeführt, die auf Grund ihrer Anwendungsmöglichkeit in der jeweils zugeordneten Gruppe beschrieben werden mußten, die aber entsprechend ihrem Hauptanwendungszweck in einer anderen Gruppe eingereiht sind. Beispielsweise erscheinen die unter „B 6 Dämpfungs- und Pegelmeßgeräte“ auf den Seiten 260 bis 268 beschriebenen Meßkoffer für Fernmeldeanlagen als Scheinwiderstandsmesser in der Übersicht für Scheinwiderstands-Meßgeräte auf Seite 153 und als Pegelsender auf Seite 15.

In den einzelnen Gruppen sind die Meßgeräte, soweit es sinnvoll ist, nach ihrem Frequenzbereich so geordnet, daß jeweils mit NF-Geräten begonnen wird.

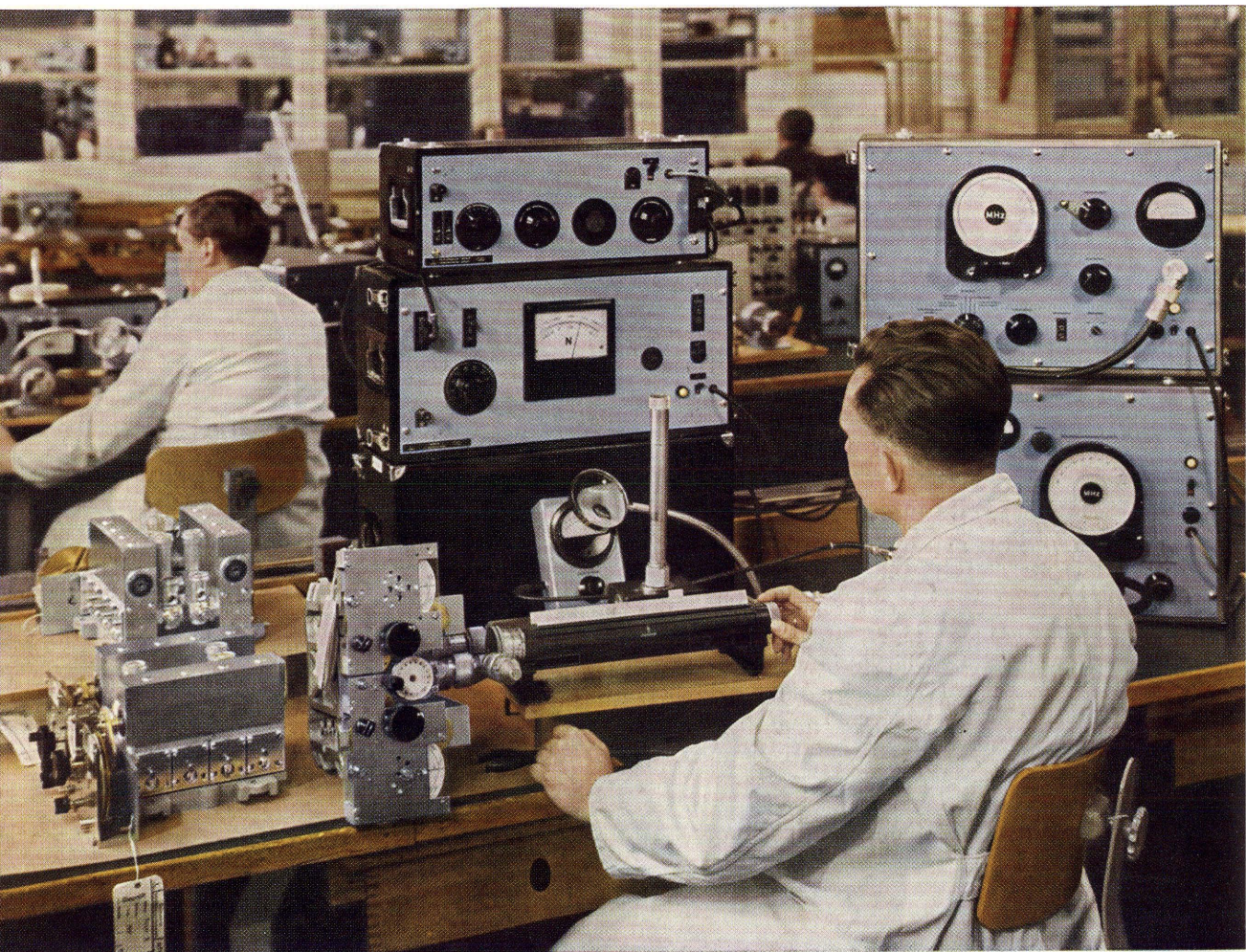
Im allgemeinen ist jedes Gerät in den vier Abschnitten Anwendung, Kennwerte, Arbeitsweise sowie Zubehör, Abmessungen und Gewichte beschrieben. Bei Meßplätzen kommt der Abschnitt Aufbau des Meßplatzes hinzu, in dem Möglichkeiten der Meßplatz-Zusammenstellung behandelt werden. Im Abschnitt Zubehör, Abmessungen und Gewichte sind unter Zubehör die Teile genannt, die mit dem jeweiligen Gerät mitgeliefert werden. Unter dem Stichwort Nach Bedarf stehen zweckmäßige Zusatzgeräte, die das Meßgerät ergänzen oder — wie in den Gruppen B 5, B 6, B 7 und B 8 — für den Aufbau von Meßplätzen benötigt werden.

Die Lichtbilder zeigen die Geräte meistens in etwa  $\frac{1}{5}$  natürlicher Größe. In den Schaltbildern sind die für das Verstehen der Arbeitsweise unwesentlichen Schaltelemente weggelassen.

Kleine Abweichungen in der Ausführung der Meßgeräte und ihren elektrischen Werten müssen wir uns aus Gründen der Weiterentwicklung, Fertigungsverfeinerung usw. vorbehalten.

Die Anschriften unserer Hauptgeschäftsstellen im Inland sind auf Seite 582 aufgeführt. Bitte Anfragen und Bestellungen an die nächstgelegene Geschäftsstelle richten, im Zweifelsfall an

Siemens & Halske Aktiengesellschaft  
Wernerwerk für Weitverkehrs- und Kabeltechnik  
Nachrichten-Meßgeräte-Abteilung  
München 25, Hofmannstraße 51



Meßplatz zum Prüfen durchstimmbarer Antennenweichen für das 2-GHz-Band

### ÜBERSICHT

Gerät	Bezeichnung Rel 3	Frequenzbereich	Ausgangsleistung oder -spannung	Klirrfaktor; Modulation	Seite
Schnarrummer . . . . .	W 112	Gemisch	0,1 W	—	17
Tiefton-Schwebungssummer	W 215	1 bis 300 Hz	1 W	2 %	18
Meßsummer und Abstimmverstärker . . . .	R 512	800 (1000) Hz	0,5 W	1 %	20
Pegelsender 0/1 N . . . . .	W 316a, c	800 (1000) Hz	0 und 1 N	1 %	22
Pegelsender 0/10 db . . . . .	W 316d		0 und 10 db		
Pegelsender — 1,3/+ 1,7 N .	W 316b		— 1,3; . . . + 1,7 N		
Pegelsender — 5/0 N . . . . .	W 320a	200, . . . 4000 Hz	2 mW	2 %	24
Pegelsender — 50/0 db . . . .	W 320b				
Pegelsender — 2/+ 1 N . . . .	in K 111	200 bis 6000 Hz	— 2, . . . + 1 N	1 %	260
Pegelsender — 5/+ 1 N . . . .	in K 117b	200 bis 6000 Hz	— 5, . . . + 1,1 N	1 %	264
Pegelsender — 45/+ 10 db .	in K 117c		— 45, . . . + 11 db		
Pegelsender — 5/+ 2,7 N . .	W 25a, b	30 bis 20000 Hz	0,5 W	0,5 %	284
Pegelsender — 50/+ 26 db .	W 25c, d				
Pegelsender — 4,6/+ 3,1 N .	W 212n, q	30 bis 20000 Hz	0,5 W	1 %	27
Pegelsender — 40/+ 27 db .	W 212p, r				
Pegelsender — 7/+ 2 N . . . .	W 23	0,8 bis 320 kHz	— 7,1 bis + 2,1 N	2 % ; AM	30
Pegelsender — 70/+ 20 db .	W 27		— 71 bis + 21 db		
Pegelsender — 7,5/+ 2 N . . .	W 26a	4 bis 1220 kHz	— 7,5 bis + 2,1 N	1(2) %	33
Pegelsender — 7,5/+ 2 N . . .	W 29a	0,3 bis 1160 kHz	— 7,5 bis + 2 N		
Pegelsender — 72/+ 10 db .	W 29b		— 72 bis + 18 db	—	155
Pegelsender — 7/0 N . . . . .	in K 53	2, . . . 1500 kHz	— 7 bis + 0,1 N		
Pegelsender — 7/— 1 N . . . .	in K 54	12, . . . 552 kHz — oder + 80 Hz	— 7 bis — 1 N	—	339
Lückenpilotsender — 4 N . .	W 61a	60, . . . 4092 kHz	— 4 N, 75 Ω	$a_{k2} \geq 6$ N	342
Lückenpilotsender — 35 db	W 61c		— 35 db, 75 Ω	$a_{k2} \geq 52$ db	
Pegelsender — 6/+ 1 N . . . .	W 53b	30 kHz bis 30 MHz	— 6,1 bis + 1,3 N	2(5) % ; AM	37
Pegelsender — 60/+ 10 db .	W 53d		— 61 bis + 12 db		

Fortsetzung nächste Seite

Gerät	Bezeichnung Rel 3	Frequenzbereich	Ausgangsleistung oder -spannung	Klirrfaktor; Modulation	Seite
Klirrarmer Meßsender . . . .	W 32 a, b	60,800,2400,5000 Hz	10 mW	0,1 %	360
Klirrarmer Meßsender . . . .	W 32 c, d	60, 1000, 5000, 15 000 Hz			
Klirrarmer Meßsender . . . .	in F 44	10, 80, 800 kHz	0,5 bis 3 V	0,1 (0,2) <sup>0</sup> / <sub>00</sub>	367
Meßsender . . . . .	W 36	30 bis 30 000 Hz	0,4 W	0,5 %	40
Meßverstärker . . . . .	14 R 42	15 bis 30 000 Hz	(4 W)	≪ 1 % (1 %)	436
Meßsender . . . . .	W 317	10 Hz bis 1 MHz	0,4 W	3 %	42
10-W-Meßverstärker . . . . .	W 92	300 Hz bis 1 MHz	10 W	3 (10) %	44
Meßsender . . . . .	W 63	20 Hz, . . . 5 MHz	1 V <sub>ss</sub> , 150 u. 75 mV <sub>eff</sub>	1 (2) %	46
Meßsender . . . . .	W 514	30 kHz bis 30 MHz	+ 20 bis - 100 db	≤ 7 (2) %; AM	48
AM-/FM-/VM-Meßsender . .	W 44	3 bis 300 MHz	0,1 μV bis 50 mV	AM; FM; VM	51
Meßsender . . . . .	W 51	10 bis 400 MHz	6 V <sub>eff</sub>	AM	55
Meßsender . . . . .	W 56	10 bis 400 MHz	5 (2,5) V	AM	58
Meßsender . . . . .	W 58	300 bis 1000 MHz	500 (250) mW	PM	60
Meßsender . . . . .	W 59	1,6 bis 2,7 GHz	30 bis 450 mW	PM	63
Meßsender . . . . .	W 513	2,4 bis 4,5 GHz	10 bis 30 mW	PM; Wobbelung	66
Meßsender . . . . .	W 515/913	4,4 bis 9,1 GHz	40 bis 200 mW	PM; Wobbelung	69
Meßsender . . . . .	W 516	8,2 bis 12,4 GHz	50 bis 100 mW	PM; Wobbelung	72
Wobbelsender . . . . .	W 22	200 bis 4000 Hz	- 3,6 bis 0 N	2 %	254
Wobbelsender . . . . .	in K 211 a	200 bis 6000 Hz	- 2, . . . + 1 N	1 %	291
Wobbelsender . . . . .	in K 211 b		- 20, . . . + 10 db		
Wobbelsender . . . . .	W 212 + W 912	30 bis 20 000 Hz	0,5 W	1 %	27
Wobbelsender . . . . .	W 26 oder 29 mit W 914	4 bis 1220 kHz oder 0,3 bis 1160 kHz	s. W 26 und W 29	1 %	33
Wobbelsender . . . . .	W 216	0,1 bis 10 MHz	1 V <sub>eff</sub>	2 %	387
Wobbelsender . . . . .	in W 71	20 bis 40 MHz	300 mV	10 %	247
Wobbelsender . . . . .	in W 73	45 bis 95 MHz			
Wobbelsender . . . . .	W 513 + W 918	2,4 bis 4,5 GHz	10 bis 30 mW	—	66
Fernseh-Prüfsignalgeber . . .	W 419	B-Signale	1 V <sub>ss</sub> an 75 (150) Ω	—	376
Fernseh-Prüfsignalmischer .	W 420	BAS-Signale			
Video-Pegelsender . . . . .	W 28	20 Hz bis 10 MHz	1 V <sub>eff</sub> an 75 Ω	AM; Wobbelung	382
AM-/FM-/VM-Meßsender . .	W 44	3 bis 300 MHz	0,1 μV bis 50 mV	AM; FM; VM	51

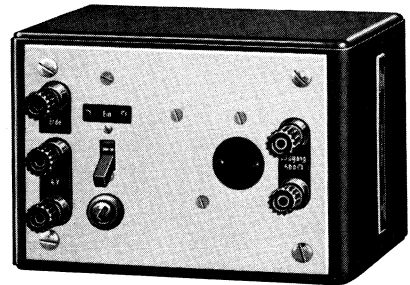


## Schnarrsummer

Rel 3 W 112

**ANWENDUNG** Der Schnarrsummer erzeugt ein nach Frequenz und Amplitude der Mikrofonsprache ähnliches Frequenzgemisch und ist damit die geeignete Meßstromquelle für Nebensprechmessungen. Das Gerät ist leicht und handlich; es eignet sich daher auch gut für Messungen auf der Baustrecke.

Seine Betriebsspannung liefert eine außen anzuschließende 4-V-Gleichstromquelle.



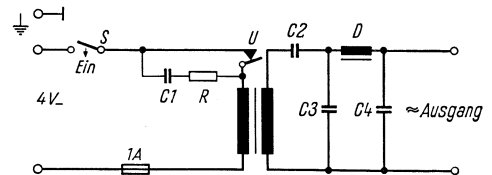
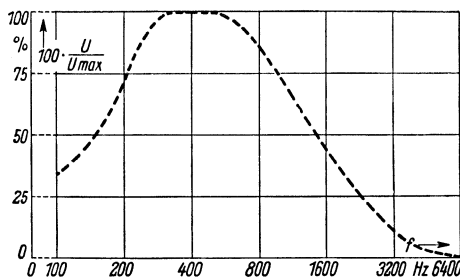
B

### KENNWERTE

#### Frequenz- und Amplitudenverteilung

- bei Abschluß mit 600 Ω ..... s. Diagramm
- Abgebbare Leistung an 600 Ω ..... etwa 100 mW
- Bei Änderung des Abschlußwiderstandes zwischen 200 und 2000 Ω  
bleibt das Frequenzspektrum weitgehend erhalten;  
die abgegebene Leistung liegt dann zwischen ..... 50 und 100 mW
- Spannungs- und Strombedarf ..... 0,15 bis 0,2 A bei 4 V

**ARBEITSWEISE** Das Gerät ist ein mechanischer Unterbrechersummer. Die Primärwicklung des Übertragers dient gleichzeitig als Unterbrecherwicklung. Parallel zum Unterbrecherkontakt liegt zur Funkenlöschung eine Reihenschaltung von einem Kondensator und einem Widerstand. Die



Vorrichtung zum Einstellen des richtigen Kontaktabstandes (Schraubenzieherantrieb) ist nach Abschrauben einer Abdeckplatte zugänglich. Die Grundfrequenz beträgt etwa 165 Hz. Die Spule D und die Kondensatoren C 2, 3, 4 im Ausgangskreis sind so bemessen, daß sich die gewünschte Amplitudenverteilung ergibt.

### ZUBEHÖR, ABMESSUNGEN UND GEWICHTE

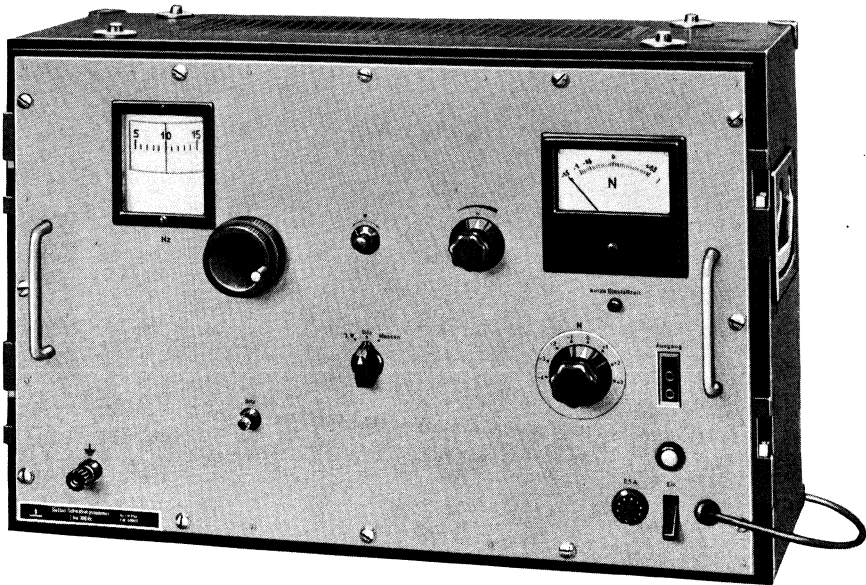
Gegenstand	Bezeichnung	Abmessungen in mm	Gewicht etwa kg	Preis
SCHNARRSUMMER .....	Rel 3 W 112	185 × 130 × 165	2	
Zubehör				
3 Schmelzeinsätze 1 A (2 als Ersatz) .....	1/250 DIN 41 571	—	—	
Nach Bedarf				
1 Gleichstromquelle 4 V .....	—	—	—	
Verbindungsleitungen, z. B. ....	9 Rel Itg 28	250, ... 2000	0,05	S. 512

## Tiefton-Schwebungssummer

Rel 3 W 215

1 bis 300 Hz

**ANWENDUNG** Der Tiefton-Schwebungssummer dient als niederfrequente Meßstromquelle mit stetig veränderbarer Frequenz z. B. zu Untersuchungen an Nachrichten-Übertragungseinrichtungen, ihren Einzelgeräten und Bauteilen, insbesondere bei Dämpfungs- und Scheinwiderstands-Messungen an Fernschreibverbindungen und -systemen. Das Gerät liefert einen im Frequenzbereich von



1 bis 300 Hz gleichbleibenden, also von der Frequenz unabhängigen Ausgangspegel; dieser ist zwischen  $-4,5$  und  $+3,5$  N stetig einstellbar. Die große Ausgangsleistung von 1 W genügt für praktisch alle in diesem Frequenzbereich durchzuführenden Messungen, so daß ein besonderer Leistungsverstärker nicht erforderlich ist.

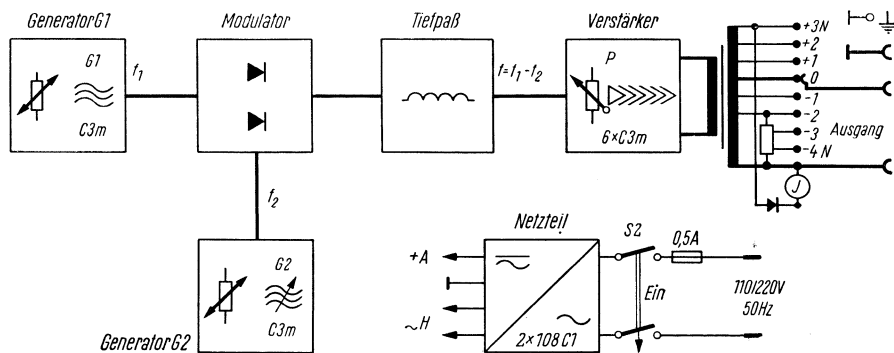
Die Betriebsspannungen liefert über einen eingebauten Netzteil das Wechselstromnetz 110/220 V.

### KENNWERTE

Frequenzbereich .....	1 bis 300 Hz
Frequenzunsicherheit .....	$\pm 0,05$ Hz $\pm 0,5\%$
Frequenzänderung	
nach 15 min Betriebszeit .....	$\leq 0,1$ Hz/Std $\pm 0,3\%$ /Std
bei $\pm 10\%$ Netzspannungsschwankungen .....	$\leq 0,01$ Hz $\pm 1\%$
Ausgangsspannungspegel	
veränderbar in 1-N-Schritten und stetig mit Feinregler.. von $-4,5$ bis $+3,5$ N	
Frequenzgang des Ausgangspegels bei Leerlauf .....	$\leq \pm 2\%$
Änderung des Ausgangspegels	
bei $\pm 10\%$ Netzspannungsschwankungen .....	$\leq 2\%$
Innerer Widerstand je nach Ausgangspegel .....	2 bis 100 $\Omega$
Brummspannung, bezogen auf Nutzspannung .....	$\leq 1\%$
Trägerrest-Spannung, bezogen auf Nutzspannung .....	$\leq 1\%$

Abgebbare Leistung .....	4 W
bei Spannungspegelwerten .....	von etwa $\frac{3,5}{600} \mid \frac{2,5}{80} \mid \frac{1,5}{11} \mid \frac{N}{\Omega}$
an einem Abschlußwiderstand .....	
Klirrfaktor der Ausgangsspannung	
oberhalb 5 Hz .....	$\leq 2 \%$
unterhalb 5 Hz .....	$\leq 5 \%$
Netzanschluß .....	110/220 V $\pm 10\%$ ; 40 bis 60 Hz; etwa 70 VA

**ARBEITSWEISE** Die Frequenz der Meßspannung entsteht als Differenzfrequenz der mit einem Drehkondensator stetig veränderbaren Frequenz  $f_2$  und der festen Frequenz  $f_1$  (Schwebungssummer). Die Wechselspannungen mit den Frequenzen  $f_1$  und  $f_2$  (Generatoren G1, G2) werden einem Modulator zugeführt. Das am Ausgang des Modulators auftretende Frequenzgemisch enthält hauptsächlich die Summen- und Differenzfrequenz von  $f_1$  und  $f_2$ . Der nachfolgende Tiefpaß läßt nur die



Differenzfrequenz  $f = f_1 - f_2$  durch. Die Generatoren G1 und G2 sind durch Brückenschaltungen mit Glühlampen stabilisiert und geben konstante Spannungen ab; dadurch ist auch die Spannung mit der Differenzfrequenz  $f$  konstant. Die Drehkondensator-Skala des Generators G2 ist für die Differenzfrequenz in Hertz geeicht.

Die Spannung wird in einem zweistufigen, stabilisierten Gegentaktverstärker verstärkt. Sein Ausgangsübertrager hat acht Anzapfungen, an denen die Ausgangsspannung in Schritten von 1 N abgegriffen werden kann. Für die Einstellung von Zwischenwerten mit Hilfe des eingebauten Pegelmessers ist die Verstärkung mit dem Potentiometer P stetig regelbar.

#### ZUBEHÖR, ABMESSUNGEN UND GEWICHTE

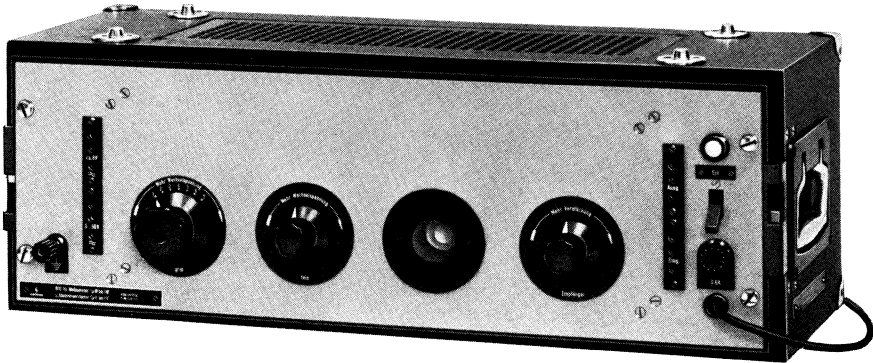
Gegenstand	Bezeichnung	Abmessungen in mm	Gewicht etwa kg	Preis
TIEFTON-SCHWEBUNGSSUMMER (1 bis 300 Hz) .....	Rel 3 W 215	550 × 368 × 280	37	
<i>Zubehör</i>				
8 Röhren .....	C 3 m	—	—	
2 Stabilisatoren .....	108 C 1	—	—	
1 Signallampe 12 V .....	T lp 2 c	—	—	
3 Schmelzeinsätze 0,5 A (2 als Ersatz) .....	0,5/250 DIN 41571	—	—	
<i>Nach Bedarf</i>				
1 Verbindungsleitung, z. B. ....	Rel ltg 547a, ... e	250, ... 2000	0,2	S. 512

## Meßsummer und Abstimmverstärker

Rel 3 R 512

800 (1000) Hz

**ANWENDUNG** Dieser Meßsummer und Abstimmverstärker enthält die für Meßbrücken benötigte Meßstromquelle und zur vollen Ausnutzung der Meßbereiche und Genauigkeit einen Meßempfänger ausreichender Empfindlichkeit. Er ist für die vielen Fälle geschaffen, in denen insbesondere bei Serienmessungen z.B. mit der Kapazitäts-Meßbrücke Rel 3 R 116 (S. 208), der Kopplungs-Meßbrücke Rel 3 R 313 (S. 222) oder mit der Induktivitäts-Meßbrücke Rel 3 R 114 (S. 200)



eine Frequenz genügt, die üblicherweise 800 oder 1000 Hz beträgt. Auch beim Abstimmen von HF-Meßeinrichtungen, wie z.B. mit dem Anpassungsmesser Rel 3 R 21 (S. 180), oder von HF-Meßleitungen (S. 192, 195) leistet das Gerät als Modulationsspannungsquelle und als Meßempfänger gute Dienste (vgl. Bild auf S. 14). Die Ausgangsspannung ist in weiten Grenzen regelbar, damit die für die Meßobjekte (besonders Spulen) häufig vorgeschriebene Stromstärke eingestellt werden kann. Der Meßempfänger läßt bei den verschiedenen Brückenverhältnissen und Sendespannungen noch Änderungen von 1‰ des Meßwertes erkennen. Der selektive Empfänger gewährleistet auch ein scharfes Minimum; Fehlmessungen durch Oberwellen oder Kombinationstöne werden dadurch vermieden. Sender und Empfänger können unabhängig voneinander eingesetzt werden. Die Betriebsspannungen werden über einen eingebauten Netzteil dem Wechselstromnetz 110/220 V entnommen oder z. B. bei Betrieb auf der Strecke über einen vorgeschalteten Wechselrichter Rel 54 A 2 (S. 520) einer 12-V-Batterie.

### KENNWERTE

#### Sendeteil:

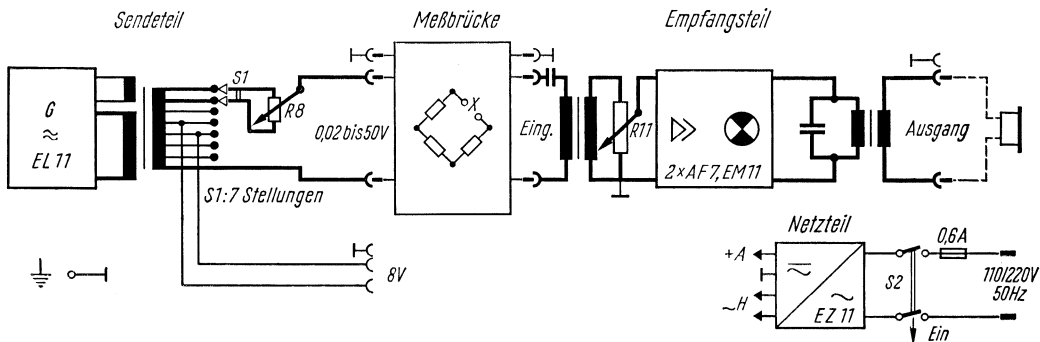
Frequenz .....	800 oder 1000 Hz, $\pm 1\%$
Ausgangsspannung am Ausgang I	
in sieben Schritten und mit Feinregler stetig veränderbar ...	von 0,02 bis 50 V
Kleinster zulässiger Belastungswiderstand entsprechend .....	15 $\Omega$ bis 5 k $\Omega$
Ausgangsspannung am Ausgang II .....	etwa 8 V
Kleinster zulässiger Belastungswiderstand .....	1 k $\Omega$
Klirrfaktor bei 0,5 W Ausgangsleistung .....	$\leq 1\%$

#### Empfangsteil:

Frequenz .....	800 oder 1000 Hz
Frequenzbandbreite .....	etwa 750 bis 850 Hz
Eingangswiderstand (symmetrisch) .....	etwa 100 k $\Omega$
Verstärkung .....	8 N

- Kleinste noch hörbare Eingangsspannung ..... etwa  $1\mu\text{V}$
- Größter mit Kopfhörer erkennbarer Unterschied zwischen Sende- und  
Empfangsspannung, bezogen auf 10 V Sendespannung..... etwa 16 N
- an der Anzeigeröhre noch erkennbar (bei  $10^\circ \angle$ ) ..... etwa 15 N
- Übersprechdämpfung zwischen Sender und Empfänger ..... etwa 16 N
- Netzanschluß ..... 110/220 V  $\pm 10\%$ ; 42 bis 60 (100) Hz; etwa 40 VA

**ARBEITSWEISE** Der Sender G ist ein Rückkopplungssummer mit der Röhre EL 11 in LC-Schaltung. Im Rückkopplungsweg liegt eine besondere Regelschaltung, die die Amplitude konstant hält. Die Spannung wird in sieben Schritten (S1) einem abgeschirmten Ausgangsübertrager entnommen, wobei die Schritte durch ein Potentiometer R 8 zur stetigen Regelung überbrückt werden. Für Steuervorgänge, z.B. zur gerichteten optischen Anzeige mit dem Toleranz-Meßgerät Rel 3 R 513 (S. 410), ist ferner eine feste Spannung von etwa 8 V verfügbar.



Der Empfänger hat zwei Stufen, deren Anodenkreise auf 800 oder 1000 Hz abgestimmt sind. Die Verstärkung kann mit dem Potentiometer R 11 stetig geregelt werden. Im Ausgangskreis liegt außer dem Kopfhöreranschluß eine Anzeigeröhre EM 11, die bei abgestimmter Meßbrücke kleinsten Leuchtsektor zeigt (optische Anzeige vor allem für geräuschvolle Räume). Eine weitere Vereinfachung, insbesondere bei Serienmessungen gleicher Werte, ergibt sich durch Ergänzung mit dem Toleranz-Meßgerät, an dem die Abweichung nach Richtung und prozentualer Größe ohne Nachstimmung der Brücke abgelesen werden kann.

#### ZUBEHÖR, ABMESSUNGEN UND GEWICHTE

Gegenstand	Bezeichnung	Abmessungen in mm	Gewicht etwa kg	Preis
MESS-SUMMER und ABSTIMMVERSTÄRKER (800 oder 1000 Hz)	Rel 3 R 512	550 × 200 × 280	18	
<i>Zubehör</i>				
2 Röhren .....	AF 7	—	—	
je 1 Röhre .....	EL 11, EM 11, EZ 11	—	—	
1 Signallampe 6 V .....	T 1p 2b	—	—	
3 Schmelzeinsätze 0,6A (2 als Ersatz) .....	0,6/250 DIN 41 571	—	—	
<i>Nach Bedarf</i>				
1 Meßhörer (2 × 1000 Ω), z. B. ....	9 Fg tph 2a	—	—	
2 Verbindungsleitungen, z. B. ....	Rel ltg 546a	500	0,1	S. 512
1 Toleranz-Meßgerät .....	Rel 3 R 513	550 × 232 × 280	5	S. 410
dazu 2 Verbindungsleitungen .....	Rel ltg 546b	1000	0,1	S. 512
1 Wechselrichter 12 V—/220 V~ .....	Rel 54 A 2	270 × 266 × 180	7	S. 520

**Pegelsender 0/1 N**

800 (1000) Hz

Rel 3 W 316 a, c

**Pegelsender 0/10 db**

800 (1000) Hz

Rel 3 W 316 d

**Pegelsender -1,3/+1,7 N**

800 (1000) Hz

Rel 3 W 316 b

ANWENDUNG Den unterschiedlichen Anforderungen des Betriebes an einen kleinen Pegelsender wird mit vier Ausführungen entsprochen. Die tragbaren Ausführungen Rel 3 W 316a, d und die Einbauausführung c erfüllen die Bedingungen eines 800-(1000-) Hz-Normalgenerators. Zum Messen größerer Dämpfungen kann auch der Leistungspegel 1 N (10 db) mit  $R_i = 600 \Omega$  eingestellt werden. Ferner liefern diese Geräte den Spannungspegel 0 N (0 db) bei einem Innenwiderstand  $R_i \approx 0 \Omega$ . Sie dienen zusammen mit einem Pegelmesser, z. B. dem röhrenlosen Gerät Rel 3 D 314 (S. 269), zu Pegel-, Betriebs- und Restdämpfungs-Messungen an Fernsprechleitungen und -systemen. Die Ausführungen a und d können zwischen Leitung und Fernsprecher eingeschleift werden. Mit dem Schalter S 2 wird ohne Unterbrechung von „Sprechen“ auf „Senden“ und umgekehrt umgeschaltet, so daß bei Wahlbetrieb die Verbindung nicht zusammenfällt. Die kleine Form der Geräte macht sie besonders geeignet für den beweglichen Einsatz in Bezirks- und Ortsnetzen. Die Einbauform c wird in Fernämtern bevorzugt.



Rel 3 W 316 a/d



Rel 3 W 316 b/c

Die Einbauausführung Rel 3 W 316b hat zwei Ausgänge. An jedem stehen wahlweise die genannten Spannungspegel zur Verfügung, jedoch mit der Einschränkung, daß man ein- und denselben Pegel jeweils nur an einen der beiden Ausgänge abgreifen kann. Dabei ist es möglich, die Ergänzung zu einem Normalpegelsender durch einen 600- $\Omega$ -Widerstand jeweils an der Anschaltstelle vorzunehmen. An das Gerät lassen sich in einem Amt gleichzeitig mehrere Speisepunkte bis zur Gesamtbelastung von  $\geq 60 \Omega$  anschließen.

Die Betriebsspannungen werden bei allen Ausführungen über einen eingebauten Netzteil dem Wechselstromnetz 110/220 V entnommen oder z. B. bei Betrieb auf der Strecke über einen vorgeschalteten Wechselrichter Rel 54 A 2 (S. 520) einer 12-V-Batterie.

**KENNWERTE**

Frequenz	800 oder 1000 Hz	
Frequenzunsicherheit	$\pm 1\%$	
<i>Ausführungen Rel 3 W 316 a, c und d:</i>	Ausf. a und c	Ausf. d
Sendepiegel an $R_a = 600 \Omega$	0 und 1 N	0 und 10 db
bei einem inneren Widerstand von	$600 \Omega \pm 1\%$	
Sendepiegel an $R_a \geq 60 \Omega$ (Spannungspegel $n_V$ )	0 N	0 db
bei einem inneren Widerstand von	etwa $6 \Omega$	
Pegelländerung hierbei	$\Delta n_V \leq 0,01 \text{ N}$	$\leq 0,1 \text{ db}$

*Ausführung Rel 3 W 316b:*

Einstellbare Spannungspegel $n_U =$	-1,3	0	+0,7	+1,4	+1,7	N
Innerer Widerstand . . . . . $R_i$ etwa	5	10	10	15	25	$\Omega$
Zulässiger Belastungswiderstand . . . . . $R_a \geq$	60	60	60	120	300	$\Omega$
Pegeländerung hierbei . . . . . $\Delta n_U \leq$	-0,01	-0,01	-0,02	-0,05	0,07	N

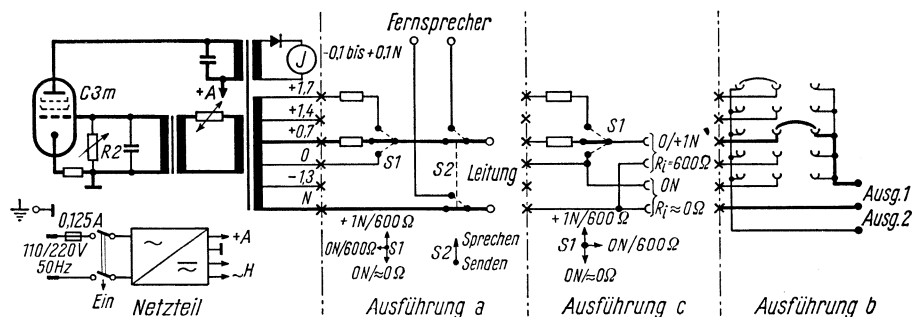
Unsicherheit des Ausgangspegels

- bei einer Umgebungstemperatur von 20° C . . . . .  $\leq \pm 0,02$  N
- bei 10% Netzspannungsschwankungen . . . . .  $\leq 0,01$  N

Klirrfaktor . . . . .  $\leq 1\%$

Netzanschluß . . . . . 110/220 V  $\pm 10\%$ ; 42 bis 60 (100) Hz; etwa 10 VA

ARBEITSWEISE Alle vier Ausführungen haben die gleiche Schwingstufe (Röhre C 3 m) und den gleichen Netzteil. Die Schwingung wird in einer Rückkopplungsschaltung erzeugt. Eine selbst-



tätige Regelschaltung sorgt für konstante Ausgangsspannung. Der Ausgang ist niederohmig und wird gegebenenfalls auf 600  $\Omega$  ergänzt. Der Pegel kann an dem Drehspulinstrument J überwacht und mit dem Regelwiderstand R2 nachgestellt werden.

ZUBEHÖR, ABMESSUNGEN UND GEWICHTE

Gegenstand	Bezeichnung	Abmessungen in mm	Gewicht etwa kg	Preis
PEGELSENDER 0/1 N (800 oder 1000 Hz)				
Kastengerät . . . . .	Rel 3 W 316a	137 × 266 × 180	3	
Einbaugerät . . . . .	Rel 3 W 316c	115 × 236 × 160	2,5	
PEGELSENDER 0/10 db (800 oder 1000 Hz)				
Kastengerät . . . . .	Rel 3 W 316d	137 × 266 × 180	3	
PEGELSENDER -1,3/+1,7 N (800 od. 1000 Hz)				
Einbaugerät . . . . .	Rel 3 W 316b	115 × 236 × 160	2,5	
<i>Zubehör</i>				
1 Röhre . . . . .	C 3 m	—	—	
3 Schmelzeinsätze 0,125 A (2 als Ersatz) . . . . .	0,125 DIN 41 571	—	—	
1 Signallampe 24 V . . . . .	T1p 2d	—	—	
2 Verbindungsstecker (nur für Ausführung b) . . . . .	Rel stp 23a	—	—	
<i>Nach Bedarf</i>				
1 Einbaurahmen (zum Einbau in Gestelle) . . . . .	9 Rel schn 15c	520 × 270	2	
1 Wechselrichter 12 V—/220 V~ . . . . .	Rel 54 A 2	270 × 266 × 180	7	S. 520
Verbindungsleitungen, z. B. . . . .	9 Rel ltg 28	250, . . . 2000	0,05	S. 512

**Pegelsender — 5/0 N**

200, . . . 4000 Hz

Rel 3 W 320 a

**Pegelsender — 50/0 db**

200, . . . 4000 Hz

Rel 3 W 320 b

**ANWENDUNG** Diese kleinen und handlichen Meßstromquellen sind vor allem für Pegelmessungen im Frequenzbereich der NF-Fernsprechanäle vorgesehen. Die Frequenz ihrer Ausgangsspannung läßt sich entsprechend dem 4000 Hz breiten Band dieser Kanäle nach CCIF auf zwölf verschiedene Werte zwischen 200 und 4000 Hz einstellen. Der Ausgangspegel beträgt bei einem  $R_i = 600 \Omega$  bei



der Ausführung a — 5 bis 0 N, in Schritten zu 0,5 N und stetig einstellbar; die Ausführung b ist in Dezibel geeicht. Mit einem Ausgangspegel von 0 N (0 db) stellt jeder der beiden Pegelsender einen Normalgenerator dar.

Da Ein- und Ausgang der veränderbaren, im Senderausgang liegenden Eichleitung herausgeführt sind, kann sie auch getrennt eingesetzt werden. Ferner enthalten die kleinen Geräte eine auf die Pegelmessung Rel 3 D 327 (S. 299) als Meßempfänger abgestimmte Scheinwiderstands-Meßeinrichtung. Die Pegelmessung entsprechen auch sonst den Pegelsendern, so daß diese zusammen kleine, in sich abgeschlossene Meßplätze (Meßkoffer Rel 3 K 15) für alle wichtigen Messungen an Fernsprechanbindungen darstellen.

Die Pegelsender arbeiten ebenso wie die Pegelmessung Rel 3 D 327 mit Transistoren; die Betriebsspannung (etwa 9 V) liefern zwei eingebaute Flachbatterien (Taschenlampen-Batterien) oder eine fremde Gleichstromquelle für 6 bis 9 V.

**KENNWERTE**

Meßfrequenzen . . . . .	200, 300, 400, 600, 800, 1000, 1600, 2000, 2400, 2800, 3400, 4000 Hz
Frequenzunsicherheit . . . . .	$\pm 2\%$
Klirrfaktor . . . . .	$\leq 2\%$
Stromversorgung . . . . .	etwa 3,5 mA aus eingebauter $2 \times 4,5$ -V-Flachbatterie oder andere Gleichstromquelle 6 bis 9 V

<i>Als Rückkopplungssummer:</i>	<u>Ausführung a</u>   <u>Ausführung b</u>
Innenwiderstand . . . . .	etwa 250 $\Omega$
Zulässiger Belastungswiderstand . . . . .	$\geq 600 \Omega$
Ausgangsspannung an 600 $\Omega$ . . . . .	etwa 0,7 N   etwa d 6b



Als Normalgenerator (mit Eichleitung im Ausgang des Rückkopplungssummers):

Innenwiderstand .....	600 $\Omega$ $\pm$ 1%	
	Ausführung a	Ausführung b
Sendepegel an 600 $\Omega$		
in zehn Schritten von 0,5 N (5 db) .....	0, ... - 5 N	0, ... - 50 db
stetig einstellbar, Ablesung am Instrument .....	0,7 N	6 db
Unsicherheit des Ausgangspegels .....	$\pm$ 0,02 N	$\pm$ 0,2 db

Eichleitung:

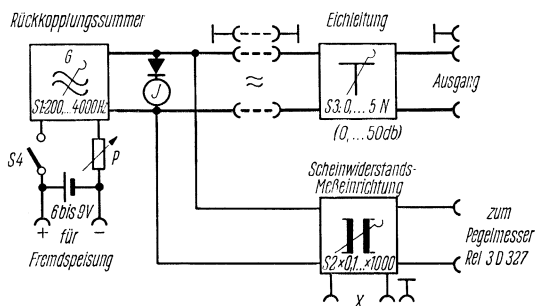
Frequenzbereich .....	0 bis 4000 Hz	
Dämpfungsbereich .....	0, ... 5 N	0, ... 50 db
in Schritten von .....	0,5 N	5 db
Betragsunsicherheit bei 800 Hz .....	$\leq \pm$ 0,01 N	$\leq \pm$ 0,1 db
Frequenzgang des Dämpfungsbetrages .....	$\leq \pm$ 0,01 N	$\leq \pm$ 0,1 db
Wellenwiderstand .....	600 $\Omega$	

Scheinwiderstands-Meßeinrichtung (zusammen mit Pegelmesser Rel 3 D 327):

Frequenzbereich .....	200 bis 4000 Hz
Meßbereich .....	10 $\Omega$ bis 500 k $\Omega$
Meßunsicherheit .....	etwa $\pm$ 5%

ARBEITSWEISE Das Gerät besteht aus einem Rückkopplungssummer, einer Eichleitung und einer Scheinwiderstands-Meßeinrichtung.

Der Rückkopplungssummer, dessen Frequenz sich mit Schalter S1 in elf Schritten zwischen 200 und 4000 Hz einstellen läßt, arbeitet mit einem Transistor TF 75 in Emitter-Schaltung. Der



Ausgangspegel von etwa 0,7 N (6 db) an 600  $\Omega$  kann mit dem Regler P im Stromversorgungskreis stetig herabgesetzt werden. Den eingestellten Wert gibt das Instrument J im Meßkreis an.

Mit der Eichleitung im Ausgang des Rückkopplungssummers ergibt sich ein Normalgenerator, dessen Pegel sich mit Schalter S3 in Schritten zu 0,5 N (5 db) zwischen 0 und - 5 N (0 und - 50 db) und mit dem Regler P stetig ändern läßt. Durch Ziehen der Verbindungsstecker ist die Eichleitung auch für sich einsetzbar.

Zur *Scheinwiderstands-Messung* ist der Pegelmesser Rel 3 D 327 anzuschließen. Scheinwiderstände werden dann durch Anzeige des Stromes bei gegebener konstanter Meßspannung gemessen. Der Gesamtmeßbereich ist durch den Schalter S2 in neun Teilbereiche aufgeteilt.



Meßkoffer Rel 3 K 15 mit Pegelsender Rel 3 W 320 und Pegelmesser Rel 3 D 327

#### ZUBEHÖR, ABMESSUNGEN UND GEWICHTE

Gegenstand	Bezeichnung	Abmessungen in mm	Gewicht etwa kg	Preis
PEGELSENDER — 5/0 N (200, ... 4000 Hz) .....	Rel 3 W 320a	185 × 150 × 85	2,7	
PEGELSENDER — 50/0 db (200, ... 4000 Hz) .....	Rel 3 W 320b	185 × 150 × 85	2,7	
<i>Zubehör</i>				
2 Flachbatterien 4,5 V .....	BDL 4,5 DIN 40850	62 × 66 × 22	0,2	
3 Stecker .....	Rel stp 7c	—	—	
1 Verbindungsleitung (zum Pegelmesser) .....	Rel ltg 552b	250	0,2	
<i>Nach Bedarf</i>				
1 Gleichstromquelle (6 bis 9 V) .....	—	—	—	
1 Koffer mit Pegelsender Rel 3 W 320 und Pegelmesser Rel 3 D 327 .....	Rel 3 K 15	340 × 210 × 130	6,5	
1 Verbindungsleitung (zum Meßobjekt), z. B. ...	Rel ltg 546a, ... d	500, ... 2000	0,2	S. 512

**Pegelsender —4,6/+3,1 N**

30 bis 20000 Hz

Rel 3 W 212 n, q

**Pegelsender —40/+27 db**

30 bis 20000 Hz

Rel 3 W 212 p, r

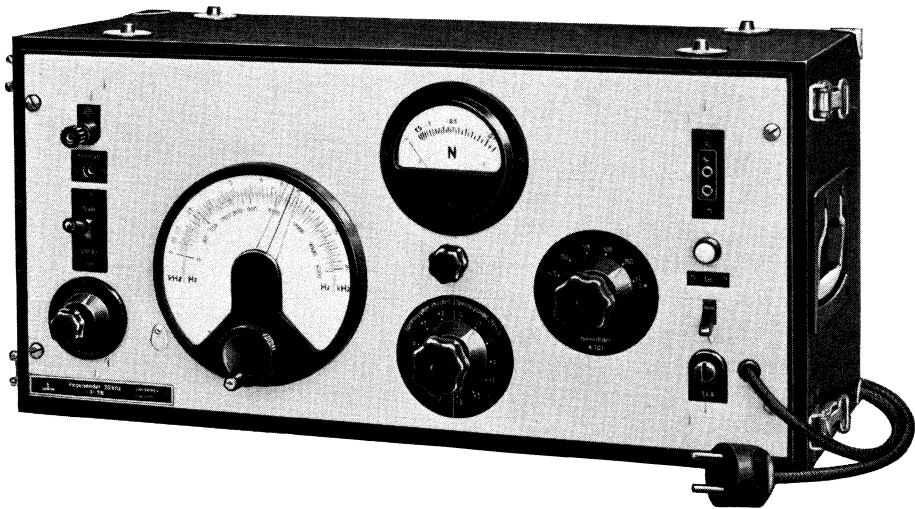
**Wobbelkondensator**

0,1; 0,3; 0,5 Hz

Rel 3 W 912

B

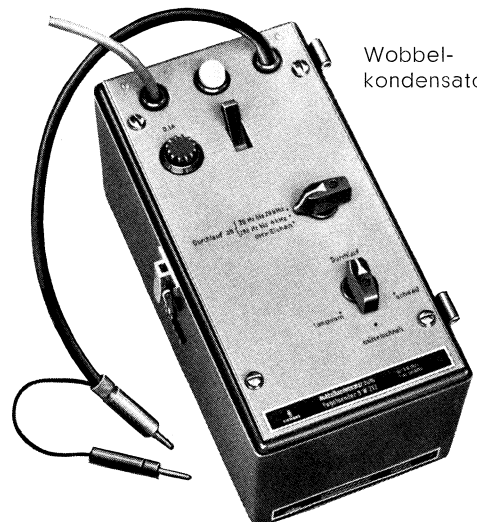
**ANWENDUNG** Die Pegelsender enthalten einen Summer mit stetig veränderbarer Frequenz, einen Verstärker sowie ein Spannungsmessfeld zum genauen Einstellen definierter Ausgangspegel. Sie sind damit die geeigneten Stromquellen für Messungen an Übertragungssystemen und deren Einzel-



teilen, z. B. für Pegel-, Dämpfungs- und Verstärkungs-Messungen im gesamten Tonfrequenzgebiet. Die Pegelsender werden als Tischgerät oder Einbaugerät, mit Neper- oder Dezibeleichung geliefert. Neben der leichten Frequenzeinstellbarkeit kann mit wenigen Handgriffen jeder Pegel zwischen den angegebenen Grenzwerten grob am Sendepegel-Schalter und fein an einem Regler mit Hilfe eines Instruments eingestellt werden. Weitere besondere Vorzüge sind die hohe Konstanz und Frequenzunabhängigkeit des Ausgangspegels, der kleine Klirrfaktor bei ausreichender Frequenzgenauigkeit und -konstanz und die niedrige Brumm- und HF-Restspannung, ferner die weitgehende Unabhängigkeit von Temperatur-, Netzspannungs- und Netzfrequenzänderungen sowie der geringe Stromverbrauch.

Durch Anschalten eines *Wobbelkondensators* Rel 3 W 912 kann man die Pegelsender in Zusammenarbeit mit einem Sichtgerät (z. B. Pegelbildempfänger Rel 3 D 320, S. 294) zur Abbildung von Frequenzgangkurven benutzen.

Die Betriebsspannungen werden über einen eingebauten Netzteil dem Wechselstromnetz 110/220 V entnommen oder bei Betrieb auf der Strecke über einen vorgeschalteten Wechselrichter Rel 54 A 2 (S. 520) einer 12-V-Batterie.



Wobbelkondensator

## KENNWERTE

Frequenz, stetig veränderbar

im Bereich I, Schalter S 3 auf „4000 Hz“ .....	von 30 bis 4000 Hz
im Bereich II, Schalter S 3 auf „20 kHz“ .....	von 30 bis 20000 Hz
Frequenzunsicherheit nach Nullpunkteichung .....	$\pm 2\%$ $\pm 4$ Hz
Frequenzänderung nach 15 min Betriebszeit .....	$< 5$ Hz/Std
bei $\pm 10\%$ Netzspannungsschwankungen .....	$\leq \pm 2$ Hz
Skalenteilung .....	angenähert logarithmisch

	Ausführung n, q	Ausführung p, r
Ausgangspegel (= Spannungspegel) für „ $R_i \approx 0$ “, veränderbar in sieben Schritten von je 1 N (10 db) und stetig mit Feinregler .....	von $-4,6$ bis $+3,1$ N	$-40$ bis $+27$ db
Ausgangspegel (= Spannungspegel an Z bei „ $Z = R_i$ “), veränderbar in sechs Schritten von je 1 N (10 db) und stetig mit Feinregler .....	von $-4,6$ bis $+2,1$ N	$-40$ bis $+21$ db
Skalenumfang des Instruments ablesbar .....	$-1,6$ bis $+0,1$ N	$-10$ bis $+1$ db
Innerer Widerstand bei Schalter S 2 auf „ $\sim 0 \Omega$ “ .....	1 bis 40 $\Omega$	
Vorschaltwiderstände mit Schalter S2 einstellbar auf ..	150, 316, 600 und 950 $\Omega$	
Unsicherheit der Beträge der Vorschaltwiderstände .....	$\pm 1\%$	
Frequenzabhängigkeit der Ausgangsspannung, bezogen auf 800 Hz, Pegel 0 N und Abschluß 600 $\Omega$ .....	$\leq \pm 0,02$ N	$\pm 0,2$ db
Unsicherheit des Ausgangspegels .....	$\leq \pm 0,03$ N	$\pm 0,3$ db
Änderung des Ausgangspegels bei $\pm 10\%$ Netzspannungsschwankungen .....	$\leq \pm 0,005$ N	$\pm 0,05$ db
Größte abgebbare Leistung .....	etwa 0,5 W	
Klirrfaktor der Ausgangsspannung bei $f > 200$ Hz .....	$\leq 1\%$	
bei $f = 60$ bis 200 Hz .....	$\leq 2\%$	
Brummspannung .....	etwa $1\%$	
HF-Restspannung .....	etwa $1\%$	
LC-Ausgang für einen Abschlußwiderstand von .....	$\geq 15$ k $\Omega$	
Spannung am LC-Ausgang bei Belastung mit $\geq 15$ k $\Omega$ .....	bis zu etwa 80 V	
Netzanschluß .....	110/220 V $\pm 10\%$ ; 42 bis 60 (100) Hz; etwa 30 VA	

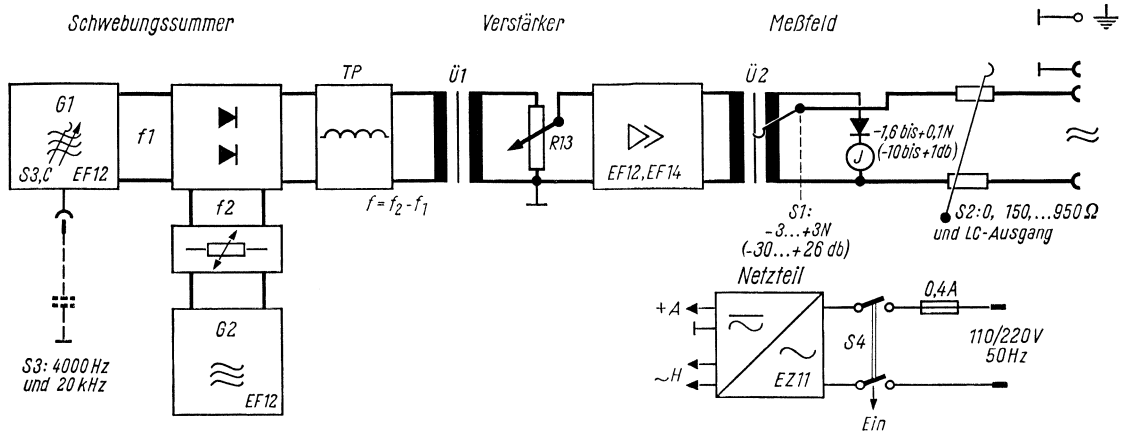
*Wobbelkondensator Rel 3 W 912:*

Durchlauf-Frequenz bei 50-Hz-Netzfrequenz .....	0,1; 0,3; 0,5 Hz
Netzanschluß .....	220 V $\pm 10\%$ ; 42 bis 60 Hz; etwa 5 VA

**ARBEITSWEISE** Die Sendespannung wird in einem Schwebungssummer erzeugt. Die Tonfrequenz  $f$  entsteht als Differenzfrequenz dadurch, daß eine in einem Röhrensummer G 2 erzeugte feste Hochfrequenz  $f_2$  mit einer stetig veränderbaren, im Summer G 1 erzeugten Hochfrequenz  $f_1$  moduliert wird. Die Spannung mit der Frequenz  $f_2$  ist für die Ausgangsamplitude maßgebend und deshalb durch eine besondere Regelschaltung stabilisiert. Ein Tiefpaß (TP) läßt nur die Differenzfrequenz  $f = f_2 - f_1$  durch.

Der zweistufige Leistungsverstärker ist weitgehend stabilisiert. Die niederohmige Ausgangswicklung des Übertragers Ü 2 ergibt ein  $R_i = 0 \Omega$ , was z. B. für die Einpegelung von Rundfunkleitungen wichtig ist. Für Messungen mit angepaßtem Abschlußwiderstand läßt sich der Innenwiderstand  $R_i$

mit Schalter S 2 durch symmetrisch in der a- und b-Ader liegende Vorwiderstände auf übliche Leitungs- und System-Widerstände erhöhen. Schließlich ist zur Abgabe einer hohen Ausgangsspannung (80 V) an hochohmige Verbraucher ein LC-Ausgang vorgesehen. Am Ausgangsübertrager Ü 2 kann der gewünschte Sendepiegel mit Schalter S1 erdsymmetrisch in Schritten von 1 N (10 db)



eingestellt werden; zur Feineinstellung dient der Regler R13 in Verbindung mit dem Instrument J im Meßfeld.

Für Frequenzgangmessungen läßt sich der *Wobbelkondensator Rel 3 W 912* anschalten und mit ihm die Sendefrequenz in den beiden Bereichen mit drei verschiedenen Geschwindigkeiten stetig und ständig durchlaufen.

ZUBEHÖR, ABMESSUNGEN UND GEWICHTE

Gegenstand	Bezeichnung	Abmessungen in mm	Gewicht etwa kg	Preis
PEGELSENDER -4,6/+3,1 N (30 bis 20000 Hz)				
Kastengerät .....	Rel 3 W 212n	550 × 266 × 280	30	
Einbaugerät .....	Rel 3 W 212q	520 × 236 × 190	26	
PEGELSENDER -40/+27 db (30 bis 20000 Hz)				
Kastengerät .....	Rel 3 W 212p	550 × 266 × 280	30	
Einbaugerät .....	Rel 3 W 212r	520 × 236 × 190	26	
<i>Zubehör</i>				
3 Röhren .....	EF 12	—	—	
1 Röhre .....	EF 14	—	—	
1 Gleichrichterröhre .....	EZ 11	—	—	
1 Signallampe 12 V .....	T 1p 2c	—	—	
3 Schmelzeinsätze 0,4 A (2 als Ersatz) .....	0,4/250 DIN 41 571	—	—	
<i>Nach Bedarf</i>				
1 geschirmte Verbindungsleitung, z.B. ....	Rel Itg 546b, 547c oder 548b	1000	0,12	S. 512
1 Wobbelkondensator .....	Rel 3 W 912	137 × 266 × 180	3	
1 Wechselrichter 12 V—/220 V ~ .....	Rel 54 A 2	270 × 266 × 180	7	S. 520

**Pegelsender  $-7/+2N$**

Rel 3 W 23

0,8 bis 320 kHz

**Pegelsender  $-70/+20\text{ db}$**

Rel 3 W 27

0,8 bis 320 kHz

**ANWENDUNG** Diese Pegelsender sind Wechselstromquellen für alle Messungen an Systemen und deren Einzelteilen im Frequenzgebiet von 0,8 bis 320 kHz. Dieser Bereich umfaßt z. B. die Übertragungsbänder der TF-Fernsprechsysteme Z3F und Z12F für Freileitungen, die Bänder der Systeme Z12K, Z12N, Z24 und V 60 für symmetrische Kabelleitungen, die Bänder des Systems VZ12 für



Freileitungen, symmetrische Kabelleitungen und für Funkwege, des Systems V 60 Fu für Funkwege, die Zwischenfrequenzlage (Einspeisung) 84 bis 96 kHz des Trägerfrequenz-Rundfunksystems und schließlich auch die CCIF-Grundgruppe 60 bis 108 kHz.

Nicht nur die Frequenz, auch die Amplitude der Ausgangsspannung ist stetig einstellbar, und zwar von  $-7$  bis  $+2 N$  bei der Ausführung Rel 3 W 23 und von  $-70$  bis  $+20\text{ db}$  bei der Ausführung Rel 3 W 27. Jede Frequenz läßt sich außerdem — z. B. zum Messen von Filterkurven — besonders fein um  $\pm 3\text{ kHz}$  verändern. Der Senderausgang ist umschaltbar für einen inneren Widerstand  $R_i \sim 0\ \Omega$  und für Anpassung an 75, 150, 600  $\Omega$  sowie auf Wunsch an zwei weitere Werte. Schließlich wird der Einsatzbereich der Pegelsender noch dadurch erweitert, daß die Sendespannung mit 150 bis 6000 Hz amplitudenmoduliert werden kann; hierzu ist eine entsprechende Tonfrequenzstromquelle anzuschließen.

Jeder der beiden Pegelsender bildet so zusammen mit dem entsprechend eingerichteten Pegelmessrel Rel 3 K 13 (S. 322) oder Rel 3 D 321 (S. 322) einen Meßplatz, wie er zu Messungen an den Trägerfrequenz-Einrichtungen für symmetrische Leitungen benötigt wird. Ab 800 Hz sind auch Messungen in den NF-Kanälen möglich.

Die Betriebsspannungen werden über einen eingebauten Netzteil dem Wechselstromnetz 110/220 V entnommen oder bei Betrieb auf der Strecke über einen vorgeschalteten Wechselrichter Rel 54 A 2 (S. 520) einer 12-V-Batterie.

## KENNWERTE

Frequenz, stetig veränderbar

im Bereich I ..... von 0,8 bis 170 kHz

im Bereich II ..... von 150 bis 320 kHz

Frequenzunsicherheit .....  $\pm 2\%$

Frequenzänderung nach 15 min Betriebszeit .....  $\leq 20$  Hz/Std

Frequenzeinstellung „fein“ .....  $\pm 3$  kHz

	Ausführung Rel 3 W 23	Rel 3 W 27
--	-----------------------	------------

Sende-Spannungspegel,

stetig einstellbar ..... von  $-7,1$  bis  $+2,1$  N  $-71$  bis  $+21$  db

Unsicherheit des Sendepiegels ..... etwa  $\pm 0,02$  N ..... etwa  $\pm 0,2$  db

Pegelabweichung

bei  $\pm 10\%$  Netzspannungsschwankungen .....  $< 0,02$  N .....  $< 0,2$  db

Innenwiderstand ..... nahezu  $0 \Omega$  (niederohmig gegen  $150 \Omega$ )

umschaltbar auf .....  $600, 150$  und  $75 \Omega$

Klirrfaktor bei  $P \leq 0,5$  W .....  $\leq 2\%$

Brummspannung, bezogen auf Nutzspannung ..... etwa  $1\%$

Hochfrequenz-Restspannung, bezogen auf Nutzspannung .....  $\leq 2\%$

Amplitudenmodulation (Fremdmodulation):

Frequenzbereich .....  $150$  bis  $6000$  Hz

Zulässiger Modulationsgrad .....  $30\%$

Erforderliche Spannung für  $m = 30\%$  (an etwa  $500 \Omega$ ) ..... etwa  $5$  V

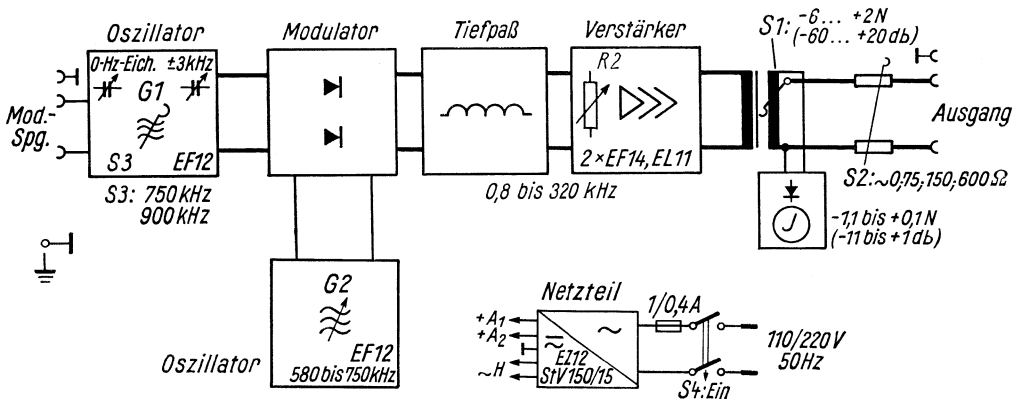
Frequenzgang des Modulationsgrades,

bezogen auf  $800$  Hz .....  $\leq \pm 10\%$  von  $m$

Eingangswiderstand .....  $500 \Omega$

Netzanschluß .....  $110/220$  V  $\pm 10\%$ ;  $40$  bis  $60$  ( $100$ ) Hz; etwa  $50$  V

**ARBEITSWEISE** Die Pegelsender — sie arbeiten nach dem Schwebungsprinzip — bestehen aus dem eigentlichen Generator mit Oszillator G 1 und Oszillator G 2, einem Verstärker, einem Spannungsmeßfeld und einem Netzteil.



Der Oszillator G 1 erzeugt für den Frequenzbereich I ( $0,8$  bis  $170$  kHz) eine Spannung mit der festen Frequenz von etwa  $750$  kHz, die für den Bereich II mit Schalter S 4 um  $150$  kHz erhöht wird; außerdem läßt sich die Frequenz unabhängig von der Haupt-Frequenzeinstellung um

$\pm 3$  kHz zur besonders feinen Einstellung ändern. Durch Überlagerung dieser Spannung mit der des Oszillators G2, deren Frequenz zwischen etwa 750 und 580 kHz stetig verändert werden kann, entstehen hinter dem Modulator Schwingungen mit der Differenz- und Summenfrequenz. Der Tiefpaß scheidet die Spannung mit der Differenzfrequenz aus, ein dreistufiger, linearisierter Verstärker verstärkt sie.

Im Spannungsmessfeld können die erforderlichen Sendepegel mit dem Schalter S1 grob (in 1-N- oder 10-db-Schritten) und mit Hilfe des Instruments Js und des Potentiometers R2 fein (1,2 N oder 12 db) eingestellt werden. Mit dem Schalter S2 ist der Innenwiderstand umschaltbar; für zwei freie Schaltschritte lassen sich Widerstände mit jeweils gewünschten Werten einbauen.

Zur Modulation der Ausgangsspannung mit einer Tonfrequenzspannung wird diese dem Oszillator G1 zugeführt (Anodenstrom-Modulation).

Die Betriebsspannungen sind weitgehend stabilisiert.

#### ZUBEHÖR, ABMESSUNGEN UND GEWICHTE

Gegenstand	Bezeichnung	Abmessungen in mm	Gewicht etwa kg	Preis
PEGELSENDER —7/+2N (0,8 bis 320 kHz) .....	Rel 3 W 23	550 × 368 × 280	29	
PEGELSENDER —70/+20 db (0,8 bis 320 kHz) .....	Rel 3 W 27	550 × 368 × 280	29	
<i>Zubehör</i>				
je 2 Röhren .....	EF 12, EF 14	—	—	
je 1 Röhre .....	EL 11, EZ 12	—	—	
1 Stabilisator .....	StV 150/15	—	—	
1 Signallampe 12 V .....	T lp 2c	—	—	
3 Schmelzeinsätze (2 als Ersatz)				
1 A bei 110 V .....	1/250 DIN 41571	—	—	
0,4 A bei 220 V .....	0,4/250 DIN 41571	—	—	
<i>Nach Bedarf</i>				
1 Verbindungsleitung, z. B. ....	Rel ltg 546a, ... d	500, ... 2000	0,2	S. 512
1 Meßhörer, z. B. ....	9 Fg tph 2a	—	—	
1 Wechselrichter 12 V.../220 V~ .....	Rel 54 A 2	270 × 266 × 180	7	S. 520



**Pegelsender —7,5/+2 N**

4 bis 1200 kHz

Rel 3 W 26 a

**Pegelsender —7,5/+2 N**

0,3 bis 1160 kHz

Rel 3 W 29 a

**Pegelsender —72/+18 db**

0,3 bis 1160 kHz

Rel 3 W 29 b

**Wobbelantrieb**

0,1 bis 3 Hz

Rel 3 W 914

**ANWENDUNG** Die Pegelsender sind allgemein verwendbare Meßstromquellen für den Frequenzbereich bis rund 1200 kHz. Dieses Frequenzgebiet umfaßt z. B. die Übertragungsbänder aller zur Zeit üblichen Trägerfrequenz-Einrichtungen für symmetrische Leitungen und die vieler TF-Einrichtungen für FM-Richtfunkssysteme, außerdem die CCIF-Grundgruppe (60 bis 108 kHz) und



CCIF-Grundübergruppe (312 bis 552 kHz). Der demgegenüber um eine Oktave größere Frequenzbereich ermöglicht auch Messungen im oberen Grenzbereich. Die Ausführungen Rel 3 W 29 — a mit Neper-, b mit Dezibeleichung — schließen ferner den NF-Bereich 300 bis 5000 Hz ein; der Frequenzbereich des in Neper geeichten Pegelsenders Rel 3 W 26a beginnt bei 4000 Hz.

Die Pegelsender sind auf die Pegelmesser Rel 3 D 316 und 332 (S. 332) abgestimmt; sie bilden mit ihnen vollständige, in sich abgeschlossene Meßplätze für alle wichtigen Messungen in Laboratorien und Prüffeldern, bei der Inbetriebnahme und laufenden Betriebsüberwachung der gesamten TF-Einrichtungen und ihren Teilen. Das Anwendungsgebiet der Pegelsender wird ferner dadurch erweitert, daß sie zusammen mit einem Pegelbildempfänger, z. B. Rel 3 K 29 (S. 327), verwendbar sind. Hierzu läßt sich die Achse „Frequenzeinstellung grob“ mit dem mechanischen Wobbelantrieb Rel 3 W 914 (Bild s. S. 331) kuppeln, so daß der eingeschaltete Frequenzbereich bei weitgehend frequenzunabhängigem Ausgangspegel stetig und ständig durchlaufen wird.

Von besonderem Wert für die Messung von Dämpfungen sehr schmaler Filter und dgl. ist die sehr genaue Frequenzeinstellung mit Hilfe der in der Abwicklung etwa 1 m langen Trommelskale und einer zusätzlichen Feineinstellung an einer weiteren etwa 20 cm langen Trommelskale. Die Feineinstellung erlaubt an jeder Stelle des Frequenzbereiches mit gleichbleibender Genauigkeit eine geringe Änderung der Frequenz. Außerdem läßt sich der Absolutwert der Sendefrequenz während des Betriebes (über einen zweiten Ausgang mit einem vom eingestellten Pegel unabhängigen Wert) durch Vergleich mit einer Normalfrequenz prüfen.

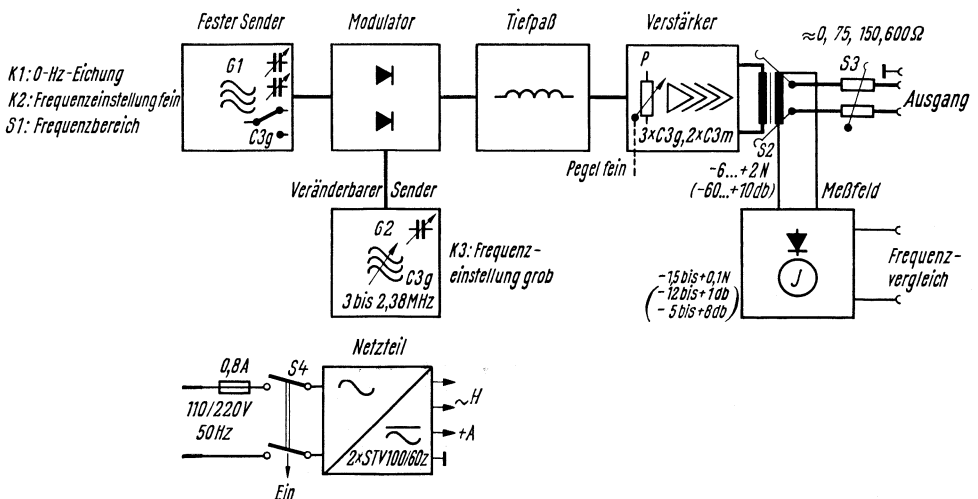
Die Betriebsspannungen liefert über den eingebauten Netzteil das Wechselstromnetz 110/220 V.

KENNWERTE

	Ausführung Rel 3 W 26a	Rel 3 W 29a	Rel 3 W 29b
Frequenz, stetig einstellbar			
im Bereich I . . . . .	4 bis 600 (620) kHz		300 bis 5000 Hz
im Bereich II . . . . .	600 bis 1200 (1220) kHz		4 bis 620 kHz
im Bereich III . . . . .	—		540 bis 1160 kHz
Zusätzliche Feineinstellung, stetig einstellbar			
für Bereich I . . . . .	0 bis $\pm 5$ kHz		—
für Bereich II . . . . .	0 bis $\pm 8$ kHz		0 bis $\pm 5$ kHz
für Bereich III . . . . .	—		0 bis $\pm 8$ kHz
Kleinste ablesbare Frequenzdifferenz			
im Bereich I . . . . .	etwa 50 Hz		50 Hz
im Bereich II . . . . .	etwa 100 Hz		50 Hz
im Bereich III . . . . .	—		100 Hz
Frequenzunsicherheit			
im Bereich I . . . . .	} $\leq \pm 0,5\% \pm 50$ Hz		$\leq \pm 0,5\% \pm 20$ Hz
im Bereich II . . . . .			} $\leq \pm 0,5\% \pm 50$ Hz
im Bereich III . . . . .			
Zeitliche Frequenzänderung 30 min nach Einschalten . . . . .			$\leq 50$ Hz/Std
Frequenzänderung bei $\pm 10\%$ Netzspannungsschwankungen . . . . .			$\leq 10$ Hz
Ausgangsspannungspegel, einstellbar			
in Schritten von 1 N(10 db) . . . . .	— 6 . . . + 2 N	— 6 . . . + 2 N	— 60 . . . + 18 db
stetig herabsetzbar um . . . . .	1,6 N	1,6 N	13 db
kleinster einstellbarer Spannungspegel . . . . .	— 7,5 N	— 7,5 N	— 72 db
Unsicherheit des Ausgangs- spannungspegels in Bandmitte beider Bereiche (Instrument auf 0-N-(0-db)-Marke . . . . .	$\leq \pm 0,02$ N	$\leq \pm 0,02$ N	$\leq \pm 0,2$ db
zusätzlich bei $\pm 10\%$ Netz- spannungsschwankungen . . . . .	$\leq \pm 0,02$ N	$\leq \pm 0,02$ N	$\leq \pm 0,2$ db
Frequenzabhängigkeit des Ausgangsspannungspegels			
im Bereich I . . . . .	$\leq \pm 0,02$ N	} $\leq \pm 0,02$ N	$\leq \pm 0,2$ db
im Bereich II . . . . .	$\leq \pm 0,03$ N		
im Bereich III . . . . .	—		

	Ausführung Rel 3 W 26a	Rel 3 W 29a	Rel 3 W 29b
Innerer Widerstand, umschaltbar			
für Bereich I . . . . .	} $\approx 0, 75, 150, 600 \Omega$	}	$\approx 0$ und $600 \Omega$
für Bereich II . . . . .			
für Bereich III . . . . .			$\approx 0,75, 150, 600 \Omega$
Zulässige Belastung bei $R_i \approx 0 \Omega$			
für Ausgangspegel $< 1,1 \text{ N}$ ( $< 10 \text{ db}$ ) . . . . .			$\geq 75 \Omega$
für Ausgangspegel $> 1,1 \text{ N}$ ( $> 10 \text{ db}$ ) . . . . .			$\geq 600 \Omega$
für Bereich I des Rel 3 W 29a immer . . . . .			$\geq 600 \Omega$
Klirrfaktor bei			
0,3 (4) bis 620 kHz . . . . .			$\leq 1\%$
540 (600) bis 1000 kHz . . . . .			$\leq 2\%$
$> 1000 \text{ kHz}$ . . . . .			$\leq 3\%$
Brummspannung, bezogen auf die Nutzspannung . . . . .			$\leq 0,1\%$
HF-Restspannung, bezogen auf die Nutzspannung . . . . .			$\leq 0,1\%$
Ausgang „Frequenzvergleich“ Spannungspegel (Instrument			
auf 0-N-(0-db)-Marke . . . . .	etwa $1 \text{ N}$	etwa $1 \text{ N}$	$10 \text{ db}$
zulässiger Belastungswiderstand . . . . .	$\geq 10 \text{ k}\Omega$	$\geq 10 \text{ k}\Omega$	$\geq 10 \text{ k}\Omega$
Netzanschluß . . . . .	$110/220 \text{ V} \pm 10\%$ ; 40 bis 60 Hz; etwa 65 VA		
<i>Wobbelantrieb Rel 3 W 914</i> (Bild S. 331):			
Durchlauf Frequenz . . . . .	etwa 0,1 bis 3 Hz		
Netzanschluß . . . . .	$110/220 \text{ V} \pm 10\%$ ; 40 bis 60 Hz; etwa 30 VA		

**ARBEITSWEISE** Die konstante Sendespannung mit stetig veränderbarer Frequenz entsteht durch Überlagerung der Spannung des Oszillators G1 fester Frequenz und der des Oszillators G2 veränderbarer Frequenz in einem Ringmodulator. Aus dem so erzeugten Frequenzgemisch wird im



nachfolgenden Tiefpaß die Differenzfrequenz ausgesiebt. Sie kann an der Trommelskala des zum Oszillator G2 gehörenden Abstimmkondensators K3 unmittelbar abgelesen werden. Durch Abschalten von Schwingkreis-Kondensatoren mit dem Schalter S1 wird die Frequenz des Oszillators G1 umgeschaltet und damit auch die Differenzfrequenz der Teilbereiche. Signallampen zeigen den

jeweils eingeschalteten Bereich an. Zum Feineinstellen der Frequenz läßt sich die des Oszillators G1 außerdem mit dem Drehkondensator K2 und damit auch die Ausgangsfrequenz um 0 bis  $\pm 5000$  Hz oder um 0 bis  $\pm 8000$  Hz verändern. Zum Eichen des Schwebungssenders wird mit dem Drehkondensator K1 die (feste) Frequenz des Oszillators G1 auf die Frequenz des Oszillators G2 abgestimmt, die dieser bei den Skalenwerten „0 Hz“ hat. Schwebungsnul kann entweder durch Ablesen am Instrument J des Meßfeldes oder mit einem Kopfhörer festgestellt werden.

Die Ausgangsspannung des Schwebungssenders läßt sich hinter dem Tiefpaß mit dem Potentiometer P (Pegel, fein) um etwa 1,6 N (13 db) regeln. Der vierstufige Verstärker ist durch Gegenkopplung von Schwankungen der Röhreneigenschaften und der Betriebsspannungen weitgehend unabhängig. In der Endstufe sind zur Erzielung einer hohen Ausgangsleistung zwei Röhren C 3 m parallelgeschaltet. Mit dem Schalter S2 ist der Sendepegel zwischen  $-6$  und  $+2$  N ( $-60$  und  $+10$  db) in acht Schritten zu je 1 N (10 db) einstellbar. Mit dem Potentiometer P wird durch Einstellen des Zeigers auf die 0-N-(0-db)-Marke des unmittelbar am Übertrager Ü angeschlossenen Pegelmessers der Absolutwert des Ausgangsspannungspegels (0,775 V entspricht 0 N [0 db]) eingeregelt. Außerdem gestattet die von  $-1,5$  bis  $+0,1$  N ( $-12$  bis  $+1$  db) geteilte Skale die Einstellung von Zwischenwerten, so daß jeder Pegelwert von  $-7,5$  bis  $+2,1$  N ( $-72$  bis  $+18$  db) gesendet werden kann.

Die Ausgangsschaltung ergibt für alle Stellungen von S2 einen sehr geringen Innenwiderstand, so daß die Ausgangsspannung weitgehend von der Belastung unabhängig ist. Mit dem Schalter S3 läßt sich der Innenwiderstand symmetrisch auf 75, 150 oder 600  $\Omega$  ergänzen (ein oder zwei weitere Widerstände können bei Bedarf zusätzlich eingebaut werden). Dabei wird die als Ursprung wirksame Ausgangsspannung des Senders am Übertrager um 0,7 N (6 db) erhöht, so daß am Belastungswiderstand  $R_a = R_i$  wieder der angezeigte Spannungspegel liegt.

Neben den Buchsen „Ausgang“ hat das Gerät noch einen Ausgang „Frequenzvergleich“; er dient zur genauen Einstellung der Sendefrequenz durch Vergleich mit einem Frequenznormal. Ferner ist dieser zweite Ausgang zur Entnahme einer (von dem mit S2 eingestellten Pegel unabhängigen) Steuerspannung z. B. für die Frequenzablenkung eines Pegelbildempfängers verwendbar.

#### ZUBEHÖR, ABMESSUNGEN UND GEWICHTE

Gegenstand	Bezeichnung	Abmessungen in mm	Gewicht etwa kg	Preis	
PEGELSENDER $-7,5/+2$ N (4 bis 1200 kHz) .....	Rel 3 W 26a	550 × 368 × 280	30		
PEGELSENDER $-7,5/+2$ N (0,3 bis 1160 kHz) .....	Rel 3 W 29a	550 × 368 × 280	30		
PEGELSENDER $-72/+18$ db (0,3 bis 1160 kHz) .....	Rel 3 W 29b	550 × 368 × 280	30		
<i>Zubehör je Gerät</i>					
5 Röhren .....	C 3g	—	—	} S. 512 S. 332	
2 Röhren .....	C 3m	—	—		
2 Stabilisatoren .....	StV 100/60 Z II	—	—		
3 Schmelzeinsätze 0,8 A (2 als Ersatz) .....	0,8/250 DIN 41571	—	—		
2 Signallampen 12 V .....	Fg 1p 62 b	—	—		
1 Signallampe 6 V .....	T 1p 2b	—	—		
<i>Nach Bedarf</i>					
1 Wobbelantrieb .....	Rel 3 W 914	150 × 100 × 150	5		
1 Verbindungsleitung, z. B. .... oder	Rel Itg 546a, .. d Rel Itg 547a, .. e	500, .. 2000 250, .. 2000	0,2 0,2		
Pegelmesser .....	Rel 3 D 316 oder 332	550 × 368 × 280	35		

**Pegelsender —6/+1N**

30 kHz bis 30 MHz

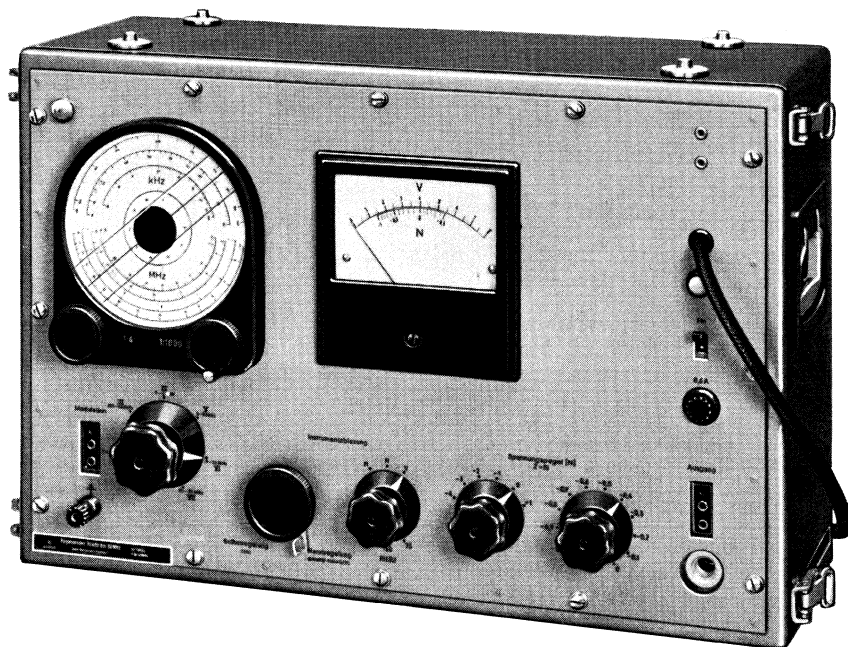
Rel 3 W 53 b

**Pegelsender —60/+10 db**

30 kHz bis 30 MHz

Rel 3 W 53 d

**ANWENDUNG** Die Pegelsender eignen sich als Meßstromquellen im Frequenzbereich von 30 kHz bis 30 MHz z. B. zu Pegel- und Dämpfungsmessungen an koaxialen Übertragungsleitungen für Vielfachfernsehen und Fernsehen bei großer Reserve im oberen Frequenzbereich. Das Frequenz-



band schließt ferner den Kurzwellenbereich ein. Mit Hilfe eines Aufsteckübertragers kann die Meßspannung im Bereich 30 kHz bis 1 MHz für Messungen an symmetrischen Leitungen erdsymmetrisch gemacht werden. In Prüffeldern und Laboratorien dienen die Sender auch als Stromquelle in Meßplätzen für Scheinwiderstands-Messungen an Bauelementen, Baugruppen und Geräten. Die Ausgangsspannung kann von Hand oder mit Motorbetrieb geregelt und konstant gehalten werden. Zur Hörbarmachung von HF-Signalen läßt sich die Hochfrequenzspannung mit einer angelegten Tonfrequenzspannung modulieren.

Die Ausführung b ist in Neper, die Ausführung d ist in Dezibel geeicht.

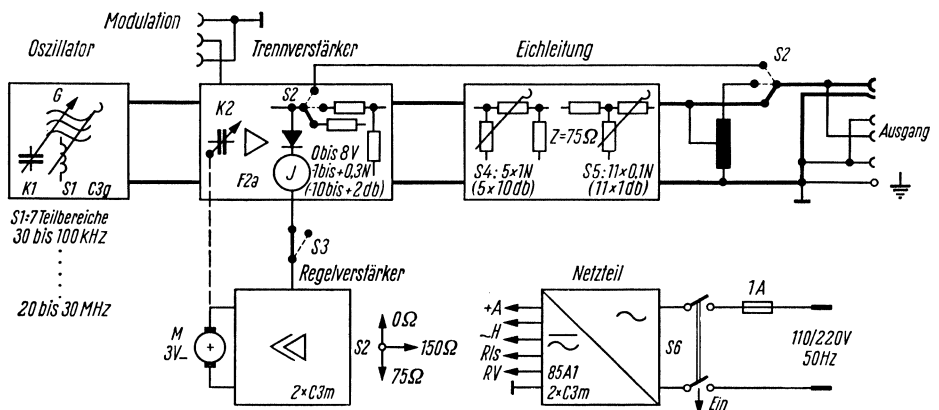
Die Betriebsspannungen liefert über einen eingebauten Netzteil das Wechselstromnetz 110/220V.

**KENNWERTE**

Frequenzbereich .....	30 kHz bis 30 MHz
in sieben Teilbereichen .....	30 bis 100 kHz; .... 20 bis 30 MHz
Frequenzunsicherheit .....	± 1%
Frequenzänderung	
bei ± 10% Netzspannungsschwankungen .....	≤ 3 · 10 <sup>-5</sup>

Innenwiderstand		
zwischen 30 kHz und 30 MHz einstellbar auf	75 $\Omega$	
zwischen 30 kHz und 3 MHz einstellbar auf	150 $\Omega$	
Ausgangspegel,	Ausführung b	Ausführung d
veränderbar in fünf 1-N (10-db)-Schritten		
und elf 0,1-N (1-db)-Schritten von	-5,1 bis +1 N	-51 bis +10 db
zusätzlich mit Feinregler (Handregelung),		
stetig veränderbar zwischen	-1 und +0,3 N	-10 und +2 db
gesamter Pegelbereich	-6,1 bis +1,3 N	-61 bis +12 db
Größte Ausgangsspannung bei $R_i = 0 \Omega$ (ohne Eichleitung),		
$R_a = 600 \Omega$ und $f = 30 \text{ kHz bis } 3 \text{ MHz}$		etwa 8 V
$R_a = 150 \Omega$ und $f = 1 \text{ MHz bis } 30 \text{ MHz}$		etwa 4 V
Unsicherheit der Anzeige des Ausgangspegels	$\leq 0,03 \text{ N}$	$\leq 0,3 \text{ db}$
Unsicherheit der		
Pegelkonstanthaltung bei Motorbetrieb	$\leq 0,015 \text{ N}$	$\leq 0,15 \text{ db}$
Änderung des Ausgangspegels im Handbetrieb		
bei $\pm 10\%$ Netzspannungsschwankungen	$\leq 0,02 \text{ N}$	$\leq 0,2 \text{ db}$
Klirrfaktor der unmodulierten Ausgangsspannung		
bei Pegel $\leq 1 \text{ N}$ (10db) Instrumentanzeige $\leq 0 \text{ N}$ (0db) und		
$f$ bis 10 MHz		$\leq 2\%$
$f$ bis 30 MHz		$\leq 5\%$
Fremdmodulation		modulierbar mit Tonfrequenz
größte zulässige Modulationsspannung		20 V
Netzanschluß		110/220 V $\pm 10\%$ ; 40 bis 60 Hz; etwa 90 VA

**ARBEITSWEISE** Der Oszillator ist induktiv rückgekoppelt (Röhre C 3g); am Bereichschalter S 1 können sieben sich überlappende Frequenzbereiche eingestellt werden. Zur stetigen Abstimmung dient der Kondensator K 1, der durch einen zusätzlichen Feintrieb 1:1000 eine Frequenzeinstellung  $< 10^{-5}$  zuläßt.



Die ausgekoppelte Spannung wird über den regelbaren kapazitiven Spannungsteiler K 2 dem Trennverstärker (Röhre F 2a) zugeführt und von hier über den  $R_i$ -Wahlschalter S 2 an die mit S 4 und S 5 veränderbare Eichleitung ( $Z = 75 \Omega$ ) gegeben. In der Stellung  $R_i = 150 \Omega$  wird der Verbraucherwiderstand an die Eichleitung durch einen Übertrager angepaßt. In der Stellung

$R_i = 0 \Omega$  liegen der Trennverstärker und das Instrument unmittelbar am Ausgang. Das Instrument ist für  $R_i = 75 \Omega$  und  $150 \Omega$  in Neper, für  $R_i = 0 \Omega$  in Volt geeicht.

Die Ausgangsspannung kann über den kapazitiven Spannungsteiler K 2 von Hand oder im Motorbetrieb geregelt werden. Bei Motorbetrieb wird der Pegel am Eingang der eingebauten Eichleitung selbsttätig auf 1 N konstant gehalten. Die Regelspannung für den Motor liefert ein Regelverstärker durch Vergleich der Ausgangsspannung mit der konstant bleibenden Spannung einer Glühmstrecke.

Zur Fremdmodulation wird eine Tonfrequenz an das Steuergitter der Röhre F 2a gelegt. Bei 10 V Eingangsspannung,  $R_i < 1 \text{ k}\Omega$  und  $f = 800 \text{ Hz}$  erhält man z. B. einen Modulationsgrad von etwa 15 %.

Der Netzteil liefert stabilisierte Betriebsspannungen.



ZUBEHÖR, ABMESSUNGEN UND GEWICHTE

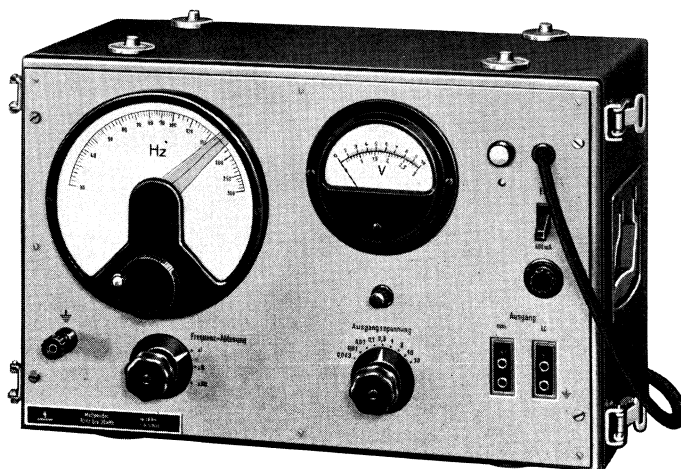
Gegenstand	Bezeichnung	Abmessungen in mm	Gewicht etwa kg	Preis
PEGELSENDER $-6/+1 \text{ N}$ (30 kHz bis 30 MHz) .....	Rel 3W 53b	550 × 368 × 280	30	
PEGELSENDER $-60/+10 \text{ db}$ (30 kHz bis 30 MHz) .....	Rel 3 W 53 d	550 × 368 × 280	30	
<i>Zubehör</i>				
je 1 Röhre .....	C3g, F2a	—	—	
4 Röhren .....	C3m	—	—	
1 Stabilisator .....	85 A 1	—	—	
1 Eisenwasserstoff-Widerstand 0,45 A/5,5 bis 16,5 V .....	Osram Nr.9900	—	—	
1 Signallampe 24 V .....	T1p 2d	—	—	
3 Schmelzeinsätze 1 A (2 als Ersatz) .....	1/250 DIN 41 571	—	—	
<i>Nach Bedarf</i>				
1 koaxiale Verbindungsleitung mit $Z = 150 \Omega$ .....	Rel Itg 590a, ..h	300, ..3000	0,2	} S. 512
mit $Z = 75 \Omega$ .....	Rel Itg 533a, ..f	300, ..2000	0,2	
2 symmetrische Verbindungsleitungen, z. B. ...	Rel Itg 546a, ..d	500, ..2000	0,2	
1 Aufsteckübertrager (30 kHz bis 1 MHz) .....	Rel 3 B 28	50 × 120 × 45	0,2	
1 Tonfrequenz-Stromquelle zur Fremdmodulation, z. B. Pegelsender (30 bis 20000 Hz) .....	Rel 3 W 212	550 × 266 × 280	30	S. 27

## Meßsender

30 bis 30 000 Hz

Rel 3 W 36

**ANWENDUNG** Dieser Meßsender ist eine allgemein verwendbare Meßstromquelle für den gesamten Tonfrequenzbereich von 30 bis 30 000 Hz. Seine übersichtliche Frequenzskale und dekadische Frequenzstufung ermöglichen eine leichte Einstellung der Frequenz. Auch die Amplitude der Ausgangsspannung läßt sich in weiten Grenzen einstellen und am eingebauten Instrument ablesen.



Der Meßsender dient als Meßstromquelle z. B. zu Messungen an elektroakustischen Geräten, wie Verstärkern, Rundfunkempfängern und Lautsprechern, ferner zur Speisung von Meßbrücken, wie Scheinwiderstands-, Induktivitäts- und Kapazitäts-Meßbrücken; er wird deshalb gern im Einzelteile-Prüffeld und in Laboratorien verwendet. Das Gerät eignet sich auch zur Fremdmodulation von Prüfendern. Schließlich ist der Meßsender für Messungen an Übertragungseinrichtungen geeignet, z. B. zu Pegel-, Dämpfungs- und Verstärkungs-Messungen an Fernsprech- und Rundfunkleitungen.

Die Betriebsspannungen werden über einen eingebauten Netzteil dem Wechselstromnetz 110/220 V entnommen oder z. B. bei Betrieb auf der Strecke über einen vorgeschalteten Wechselrichter Rel 54 A 2 (S. 520) einer 12-V-Batterie.

### KENNWERTE

Frequenzbereich .....	30 bis 30 000 Hz
in den drei Schritten .....	30 bis 300 Hz; 300 bis 3 000 Hz; 3 000 bis 30 000 Hz
Unsicherheit der Frequenzeinstellung .....	$\pm 2\%$ $\pm 1$ Hz
Frequenzänderung	
bei $\pm 10\%$ Netzspannungsschwankungen .....	$< 2 \cdot 10^{-4}$
Ausgangsspannung an den Buchsen „Ausgang sym.“	
veränderbar in neun Schritten .....	0,003; 0,01; ... 10; 30 V
zusätzlich mit Feinregler, die Schritte überlappend .....	stetig veränderbar
Ausgangsspannung an den Buchsen „Ausgang LC“	
bei Abschlußwiderstand $R_a \geq 12 \text{ k}\Omega$ .....	etwa 80 V
Größte abgebbare Leistung .....	0,4 W



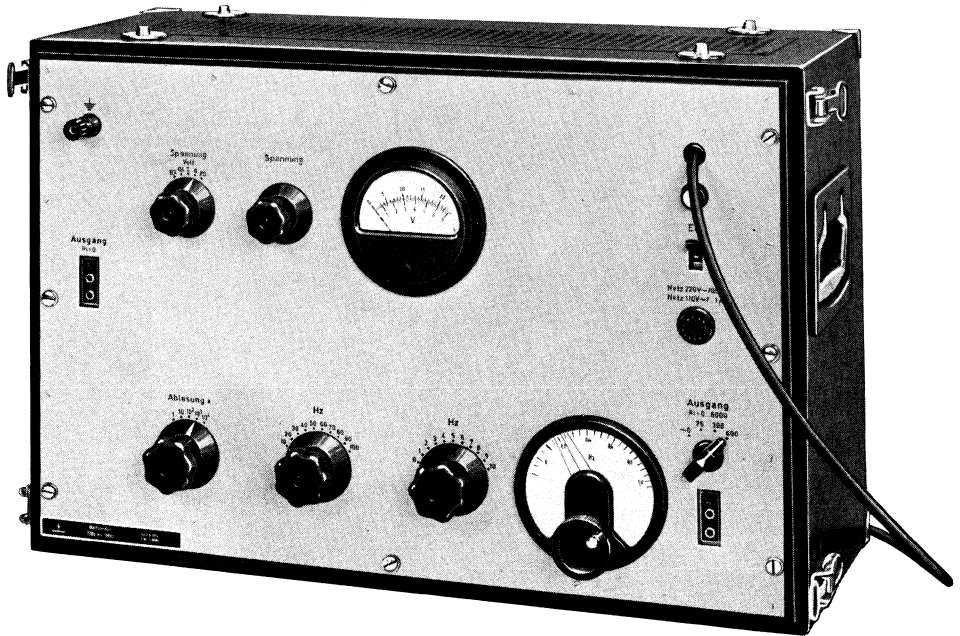


**Meßsender**

10 Hz bis 1 MHz

Rel 3 W 317

**ANWENDUNG** Dieser Meßsender wird vor allem dort verwendet, wo neben unmittelbarer und stetiger Einstellbarkeit eine hohe Frequenzgenauigkeit erforderlich ist, z.B. bei Filtermessungen und bei Scheinwiderstands-Messungen an Kabeln. Die dekadische Stufung ermöglicht eine leichte



Einstellung der Frequenz, und die hohe Frequenzgenauigkeit macht einen besonderen Frequenzmesser zumeist entbehrlich. Dabei umfaßt der große Frequenzbereich des Senders sowohl den Tonfrequenzbereich als auch die Übertragungsbereiche der Trägerfrequenz-Fernsprecheinrichtungen für symmetrische Kabelleitungen und für Freileitungen. Die Ausgangsspannung ist erdsymmetrisch und läßt sich in weiten Grenzen stetig einstellen und an einem Instrument ablesen.

Die Betriebsspannungen liefert über einen eingebauten Netzteil das Wechselstromnetz 110/220V-

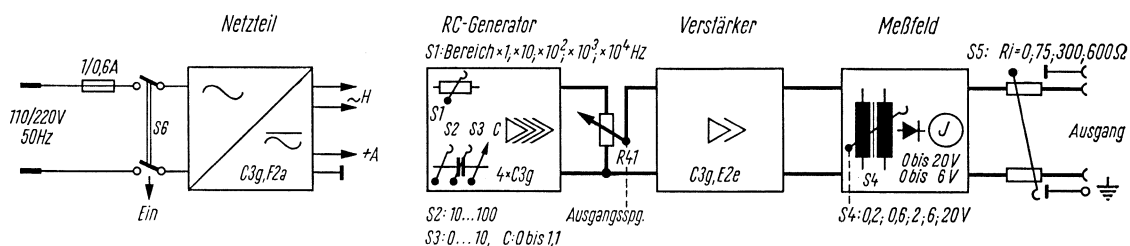
**KENNWERTE**

Frequenzbereich	10 Hz bis 1 MHz
dekadisch mit den Schritten	10, 20, ... 100; 0, 1, 2, ... 10
stetig	von 0 bis 1,1
mit den Bereichen	$\times 1$ ; $\times 10$ ; $\times 10^2$ ; $\times 10^3$ ; $\times 10^4$ Hz
Frequenzunsicherheit	
zwischen 10 und 1000 Hz	$1,5\text{‰} \pm 0,5$ Hz
zwischen 1 und 100 kHz	$\pm 2\text{‰}$
zwischen 100 und 500 kHz	0,5‰
zwischen 500 und 1000 kHz	1‰
bei 5‰ Netzspannungsschwankungen zusätzlich	$\leq 0,3\text{‰}$
Einstell- und Ableseunsicherheit	$\leq 1\text{‰}$
Ausgangsspannung, stetig einstellbar zwischen	50 mV und 20 V

Frequenzgang der Ausgangsspannung .....	$\leq \pm 2\%$
Unsicherheit der Ausgangsspannung .....	$\leq \pm 3\%$
Innerer Widerstand, umschaltbar .....	$\approx 0; 75; 300$ und $600 \Omega$
Klirrfaktor bei 0,4 W Ausgangsleistung	
zwischen 50 Hz und 50 kHz .....	etwa $1\%$
zwischen 50 und 500 kHz .....	$< 3\%$
zwischen 10 und 50 Hz sowie über 500 kHz .....	$< 5\%$
Größte Ausgangsleistung .....	0,4 W
Netzanschluß .....	110/220 V $\pm 10\%$ ; 42 bis 60 Hz; 110 VA



**ARBEITSWEISE** Der Sender arbeitet als RC-Generator mit einer Wien-Robinson-Schaltung. Die Frequenz wird stufenweise (S 2, S 3) und stetig (C), der Frequenzbereich durch Widerstandsänderungen (S 1) eingestellt. Eine besondere Regeleinrichtung stabilisiert die Amplitude der Generator-



spannung und hält sie über den ganzen Frequenzbereich konstant. Die Ausgangsspannung läßt sich am Ausgangsübertrager des gegengekoppelten Verstärkers in den Schritten 20; 6; 2; 0,6; 0,2 V einstellen (S 4), die mit einem Feinregler am Eingang (R 41) überbrückt werden. Im Ausgangskreis liegt ein Meßkreis, an dessen Instrument J die Sendespannung abgelesen werden kann. Mit Schalter S 5 lassen sich Innenwiderstände von  $\approx 0; 75; 300$  und  $600 \Omega$  einstellen. Der große Frequenzbereich des Senders wird mit vier Ausgangsübertragern erfaßt, die der Bereichsschalter S 1 mit umschaltet.

**ZUBEHÖR, ABMESSUNGEN UND GEWICHTE**

Gegenstand	Bezeichnung	Abmessungen in mm	Gewicht etwa kg	Preis	
MESS-SENDER (10 Hz bis 1 MHz) .....	Rel 3 W 317	550 × 368 × 280	35	} S. 512	
<i>Zubehör</i>					
6 Röhren .....	C 3g	—	—		
je 1 Röhre .....	E 2e, F 2a	—	—		
3 Schmelzeinsätze (2 als Ersatz)					
0,6 A bei 220 V .....	0,6/250 DIN 41 571	—	—		
1 A bei 110 V .....	1/250 DIN 41 571	—	—		
1 Signallampe 6 V .....	T lp 2b	—	—		
<i>Nach Bedarf</i>					
1 symmetrische Verbindungsleitung, z. B. .... oder	Rel Itg 547a, ..e Rel Itg 546a, ..d	250, ..2000 500, ..2000	0,2 0,2		

## 10-W-Meßverstärker

Rel 3 W 92

300 Hz bis 1 MHz

**ANWENDUNG** Mit diesem Meßverstärker läßt sich im Frequenzbereich 300 Hz bis 1 MHz die Leistung von Meßsendern bis auf etwa 10 W erhöhen. Dadurch wird es z. B. möglich, große Dämpfungen oder kleine Kopplungen an Kabeln zu messen. Das Gerät kann z. B. an die Meßsender



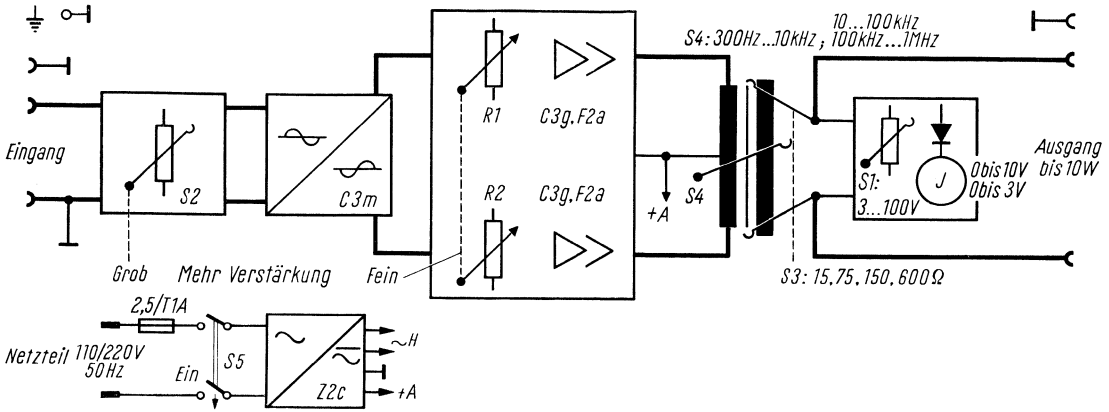
Rel 3 W 36 (S. 40), Rel 3 W 317 (S. 42), Rel 3 W 23/27 (S. 30), Rel 3 W 26/29 (S. 33) oder andere geschaltet werden, wenn diese mindestens 2 V an etwa 300 k $\Omega$  (parallel 80 pF) abgeben. Der Ausgang ist erdfrei und über einen Differentialtrimmer symmetriert. Das Gerät kann deshalb sowohl für Messungen an symmetrischen als auch für Messungen an einseitig geerdeten Systemen oder Meßobjekten eingesetzt werden.

Die Betriebsspannungen liefert über einen eingebauten Netzteil das Wechselstromnetz 110/220 V.

### KENNWERTE

Frequenzbereich .....	300 Hz bis 1 MHz
in drei Teilbereichen...	300 Hz bis 10 kHz; 10 bis 100 kHz; 100 kHz bis 1 MHz
Ausgangsleistung bei voller Verstärkung und 2 V Eingangsspannung ...	etwa 10 W
Frequenzgang der Verstärkung .....	$\leq 10\%$
Klirrfaktor bei 5 W Ausgangsleistung .....	$\leq 3\%$
bei 10 W Ausgangsleistung .....	$\leq 10\%$
Eingang .....	unsymmetrisch etwa 300 k $\Omega$ parallel 80 pF
Eingangsspannung für 10 W .....	$\geq 2$ V
Eingangsspannungsteiler in Schritten von .....	1:1; 1:10; 1:30; 1:100
Eingangsspannungsregler stetig bis zu .....	1:3,5
Ausgang .....	symmetrisch, erdfrei
umschaltbar für Verbraucherwiderstand $R_a =$ .....	15; 75; 150; 600 $\Omega$
Meßbereiche des Ausgangsspannungsmessers, umschaltbar .....	3; 10; 30; 100 V
Fremdspannung bei $R_a = 600 \Omega$ (Eingang kurzgeschlossen) .....	$\leq 100$ mV
Netzanschluß .....	110/220 V $\pm 10\%$ ; 42 bis 60 Hz; etwa 150 VA

**ARBEITSWEISE** Das Gerät hat einen unsymmetrischen Eingang mit einem fünfstufigen Spannungsteiler S 2. Die Eingangswchelspannung wird im Teilverhältnis 1:1, 1:3, 1:10, 1:30 oder 1:100 an das Gitter der Phasenumkehröhre (C 3 m) gelegt. Diese speist über den symmetrischen Verstärkungsregler R 1/R 2 die Gegentakt-Treiberstufe. Daran schließt sich eine ebenfalls RC-ge-



koppelte Gegentakt-Endstufe an. Die Ausgangsleistung wird je nach Frequenzbereich über einen von drei Ausgangsübertragern abgegeben. Mit dem Frequenzbereich-Schalter S 4 läßt sich der jeweils erforderliche Ausgangsübertrager auswählen. Jeder von ihnen hat mehrere mit dem Schalter S 3 auswählbare Anzapfungen, um den Ausgangswiderstand an vier verschiedene Werte des Verbraucherwiderstandes (15, 75, 150 und 600  $\Omega$ ) anpassen zu können.

Zur Messung der Ausgangsspannung dient das Instrument J, dessen Anzeige unabhängig von der Frequenz und von dem Abschlußwiderstand ist. Im 100-V-Meßbereich kann die Ausgangsspannung unmittelbar abgelesen werden, in den Bereichen 3, 10 und 30 V aus Sicherheitsgründen jedoch nur, wenn eine Taste gedrückt wird.

**ZUBEHÖR, ABMESSUNGEN UND GEWICHTE**

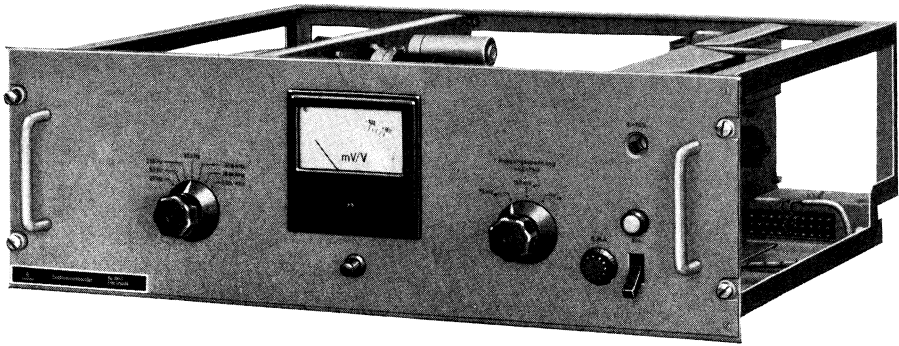
Gegenstand	Bezeichnung	Abmessungen in mm	Gewicht etwa kg	Preis
10-W-MESSVERSTÄRKER (300 Hz bis 1 MHz) .....	Rel 3 W 92	550 × 300 × 280	27	} S. 512
<i>Zubehör</i>				
je 1 Röhre .....	C 3 m, Z 2 c	—	—	
je 2 Röhren .....	C 3 g, F 2 a	—	—	
3 Schmelzeinsätze (2 als Ersatz)				
1,0 A trag bei 220 V .....	T 1,0/250 DIN 41 571	—	—	
2,5 A bei 110 V .....	2,5/250 DIN 41 571	—	—	
1 Signallampe 6 V .....	T 1 p 2 b	—	—	
<i>Nach Bedarf</i>				
1 Verbindungsleitung zum Meßsender, z. B. ....	Rel Itg 546 a, .. d	500, ..2000	0,2	
1 Verbindungsleitung zum Meßobjekt, z. B. ....	Rel Itg 547 a, .. e	250, ..2000	0,2	

## Meßsender

Rel 3 W 63

20, 50, 250 Hz; 60, 556, 2544 kHz; 5 MHz

**ANWENDUNG** Dieser Meßsender ist für Messungen im Videoband und im TF-Fernsprechband bei Breitband-Richtfunk- und Koaxialstrecken vorgesehen. Er gibt sieben feste Frequenzen ab, deren Lage so gewählt ist, daß sie für Überwachungsmessungen ausreichen. Die Frequenzen 20, 50 und



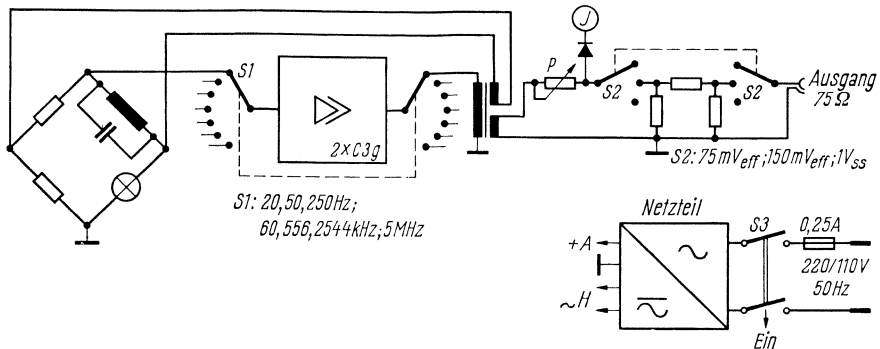
250 Hz dienen zu Messungen im unteren Video-Frequenzbereich; 60 und 556 kHz sind übliche Meßfrequenzen in Fernsprech-Übertragungssystemen mit zehn Übergruppen (z.B. V 600 Fu); 2544 kHz ist eine Meßfrequenz bei Systemen mit 16 Übergruppen (V 960); 5 MHz schließlich die obere Frequenzgrenze für das Videoband.

Der Meßsender wird als Einbaugerät für Meßgestelle und Übertragungsgestelle gebaut (s. S. 402). Die Betriebsspannungen liefert über den eingebauten Netzteil das Wechselstromnetz 110/220 V.

### KENNWERTE

Festfrequenzen .....	20, 50, 250 Hz; 60, 556, 2544 kHz; 5 MHz
Frequenzunsicherheit	
der Frequenzen 20, 50, 250 Hz und 60 kHz .....	$\leq \pm 1\% \pm 0,5 \text{ Hz}$
der Frequenzen 556, 2544 kHz und 5 MHz .....	$\leq \pm 0,5\%$
Frequenzänderung bei $\pm 10\%$ Netzspannungsschwankungen und	
bei 20, 50, 250 Hz, 60 kHz .....	$\leq 0,5\%$
bei 556, 2544 kHz, 5 MHz .....	$\leq 0,1\%$
Innenwiderstand .....	75 $\Omega$
Ausgangsspannung einstellbar auf .....	75 mV <sub>eff</sub> , 150 mV <sub>eff</sub> , 1 V <sub>SS</sub>
Unsicherheit der Ausgangsspannung	
bei Nacheichen mit Hilfe des eingebauten Instruments .....	$\leq \pm 2\%$
Änderung der Ausgangsspannung	
bei $\pm 10\%$ Netzspannungsschwankungen .....	etwa $\pm 1\%$
Klirrfaktor der Ausgangsspannung	
bei 250 Hz, 60, 556, 2544 kHz .....	$\leq 1\%$
bei 20, 50 Hz und 5 MHz .....	$\leq 2\%$
Ausgang .....	Buchse für Stecker 4/13
Netzanschluß .....	110/220 V $\pm 10\%$ ; 42 bis 60 Hz; 20 VA

**ARBEITSWEISE** Das Gerät arbeitet als brückenstabilisierter Sender: Der Oszillator besteht aus einem zweistufigen linearen Verstärker, der über eine Regelbrücke rückgekoppelt ist. Diese Regelbrücke enthält auch die frequenzbestimmenden Elemente für die sieben Festfrequenzen: RC-Glieder bei den Frequenzen 20, 50, 250 Hz und 60 kHz und LC-Glieder bei den Frequenzen 556, 2544 kHz und 5 MHz; sie werden mit dem Frequenzwahlschalter S 1 umgeschaltet.



Die Begrenzung und Stabilisierung der Schwingungsamplitude und damit auch der Ausgangsspannung übernimmt der amplitudenabhängige Widerstand einer Regellampe. Den inneren Widerstand des HF-Ausgangs von  $Z = 75 \Omega$  bestimmen sorgfältig ausgewählte Schichtwiderstände vor dem Ausgang; sie sind als umschaltbarer Spannungsteiler in  $\pi$ -Schaltung angeordnet und mit dem Schalter „Ausgangsspannung“ (S 2) in drei Stellungen umschaltbar. Der Meßkreis ist vor diesem Spannungsteiler angeschlossen, zeigt also die Ursprungsspannung des Generators an. Zur Eichung und zum Feinregeln der Ursprungsspannung dient das Potentiometer P.

#### ZUBEHÖR, ABMESSUNGEN UND GEWICHTE

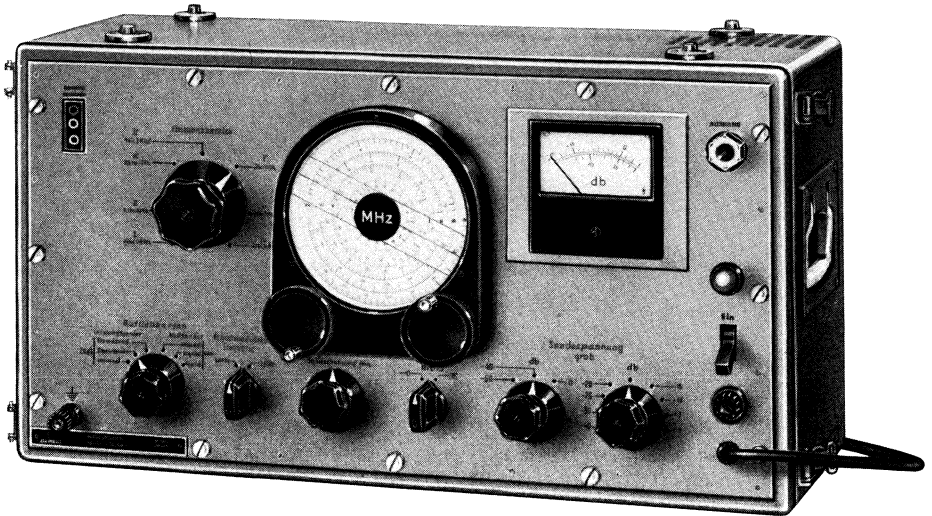
Gegenstand	Bezeichnung	Abmessungen in mm	Gewicht etwa kg	Preis
MESS-SENDER (20, 50, 250 Hz; 60, 556, 2544 kHz; 5 MHz) . . . .	Rel 3 W 63	520 × 168 × 416	11	
<i>Zubehör</i>				
2 Röhren . . . . .	C 3 g	—	—	
1 Signallampe 12 V . . . . .	T 1 p 2 c	—	—	
3 Schmelzeinsätze 0,25 A (2 als Ersatz) . . . . .	0,25/250 DIN 41571	—	—	
<i>Nach Bedarf</i>				
1 Verbindungsleitung, z. B. . . . .	Rel Itg 598e	1500	0,18	S. 512

## Meßsender

Rel 3 W 514

30 kHz bis 30 MHz

**ANWENDUNG** Dieser Meßsender wird ganz allgemein dort verwendet, wo im Frequenzbereich 30 kHz bis 30 MHz eine Meßstromquelle für Eigen- und Fremdmodulation benötigt wird. Durch seinen zweistufigen Aufbau ergeben sich auch bei starken Belastungsschwankungen nur geringfügige



Änderungen der Frequenz. Dies und der weite Regelbereich der definierten Ausgangsspannung machen das Gerät ebenso geeignet als Leistungssender wie zu Messungen an Empfängern mit sehr kleinen Spannungen (Empfänger-Prüfgenerator).

Die Betriebsspannungen liefert über den eingebauten Netzteil das Wechselstromnetz 110/220 V.

### VORLÄUFIGE KENNWERTE

Frequenzbereich (in sieben Teilbereichen) .....	30 kHz bis 30 MHz
Frequenzunsicherheit .....	$\pm 1\%$
Frequenzänderung bei 10% Netzspannungsschwankungen .....	$\leq 10^{-4}$
Innenwiderstand, umschaltbar .....	0 $\Omega$ und 75 $\Omega$
Größter Ausgangs-Spannungspegel (unmoduliert) an 75 $\Omega$ :	
als Leistungssender	
im Bereich 30 kHz bis 3 MHz .....	$\geq 20$ db
im Bereich 3 bis 30 MHz .....	$\geq 13$ db
als Prüfgenerator	
im Bereich 30 kHz bis 3 MHz .....	$\geq 0$ db ( $\cong 0,775$ V)
im Bereich 3 bis 30 MHz .....	$\geq -7$ db
Ausgangs-Spannungspegel	
herabsetzbar mit Eichteiler (mit $R_i = 75 \Omega$ )	
in Schritten von 5 db .....	um 0 ... 120 db
zusätzlich mit stetig einstellbarem Feinregler .....	etwa 7 db



**Frequenzgang der Ausgangsspannung**

- in den Bereichen 30 kHz bis 3 MHz .....  $\leq \pm 0,5$  db
- in den Bereichen 3 bis 30 MHz .....  $\leq \pm 1$  db
- Unsicherheit der Anzeige des Ausgangspegels .....  $\leq 0,3$  db
- Änderung des Ausgangspegels
  - bei 10% Netzspannungsschwankungen .....  $\leq 0,2$  db
- Klirrfaktor der unmodulierten Ausgangsspannung
  - als Leistungssender .....  $\leq 7\%$
  - als Prüfgenerator .....  $\leq 2\%$

**Amplitudenmodulation:**

**Eigenmodulation:**

- Frequenz ..... 400 und 1000 Hz
- Modulationsgrad  $m$  ..... etwa 30%

**Fremdmodulation:**

- Frequenz
  - im Bereich 30 kHz bis 3 MHz ..... 30 bis 12000 Hz
  - im Bereich 3 bis 30 MHz ..... 30 Hz bis 150 kHz

**Modulationsgrad  $m$ :**

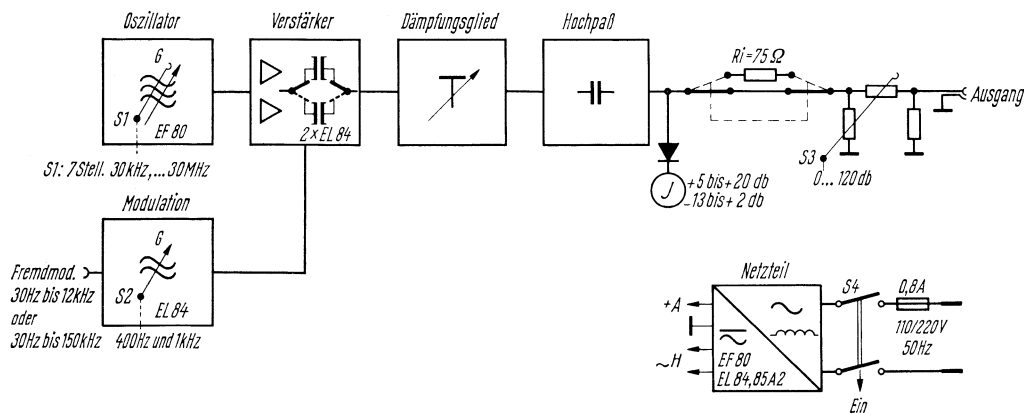
- als Leistungssender ..... bis 30%
- als Prüfgenerator ..... bis 90%

**Eingangsspannung:**

- als Leistungssender und für  $m = 30\%$  ..... etwa 3,7 V
- als Prüfgenerator und für  $m = 30\%$  ..... etwa 1,7 V
- als Prüfgenerator und für  $m = 90\%$  ..... etwa 3,9 V

Netzanschluß ..... 110/220 V  $\pm 10\%$ ; 40 bis 60 Hz; etwa 100 VA

**ARBEITSWEISE** Der Meßsender ist zweistufig aufgebaut, und zwar mit einer Schwingstufe (Oszillator) und einer aperiodischen Endstufe (Verstärker). Die Schwingstufe arbeitet mit induktiver Rückkopplung, wobei die HF-Amplitude durch einen Regelheißleiter begrenzt und konstant gehalten



wird, der dem Schwingkreis parallel liegt. Die Auskopplung zur Gegentaktendstufe erfolgt über eine symmetrische Wicklung. Die beiden Ausgangsübertrager (für 30 kHz bis 3 MHz und 3 bis 30 MHz) werden beim Frequenzbereichwechsel (zwischen  $>$  und  $<$  3 MHz) durch ein Kleinrelais

mit umgeschaltet. Zum Betrieb als Meßsender schaltet ein anderes Relais vor die Endstufe einen kapazitiven Spannungsteiler, der die Gitterspannung der Endröhren auf den zehnten Teil herabsetzt und die Rückwirkung der Endstufe auf den Schwingteil vermindert.

Die Endstufe wird über die Schirmgitter moduliert. Zur Verstärkung der Fremdmodulationsspannung (30 bis 12000 Hz oder 30 Hz bis 150 kHz) dient eine Verstärkerstufe (Modulation), die bei Eigenmodulation als Generator geschaltet ist und wahlweise eine 400- oder 1000-Hz-Spannung erzeugt.

Am Ausgangsübertrager der Gegentaktendstufe liegt zur stufenlosen Spannungsregelung ein veränderbares T-Glied. Da sich trotz Gleichtaktmodulation der Schirmgitter eine Restspannung mit der Frequenz der Modulationsspannung ergeben kann, ist ein Hochpaß eingebaut. Dieser wird mit dem Ausgangsübertrager zusammen umgeschaltet. Ferner sind ein Spannungsmesskreis und ein Schalter zur Einfügung eines 75-Ω-Widerstandes in den Ausgang vorgesehen. Unmittelbar vor dem Ausgang liegt ein Eichteiler, einstellbar in 5-dB-Schritten, für eine größte Dämpfung von 120 db.

Die Betriebsspannungen sind stabilisiert.

#### ZUBEHÖR, ABMESSUNGEN UND GEWICHTE

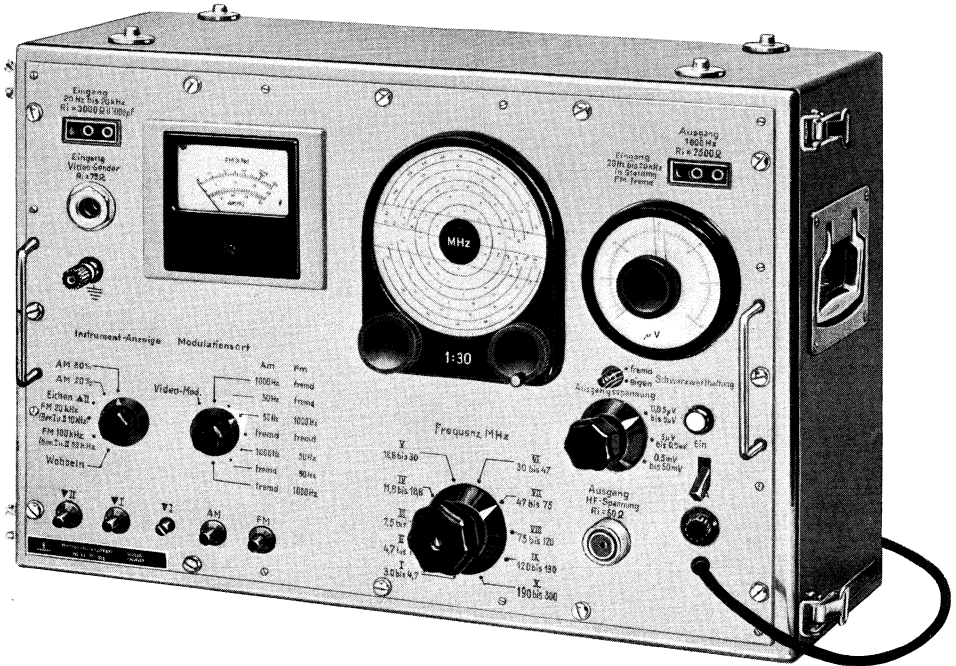
Gegenstand	Bezeichnung	Abmessungen in mm	Gewicht etwa kg	Preis
MESS-SENDER (30 kHz bis 30 MHz) .....	Rel 3 W 514	550 × 300 × 280	35	} S. 512
<i>Zubehör</i>				
2 Röhren .....	EF 80	—	—	
4 Röhren .....	EL 84	—	—	
1 Stabilisator .....	85 A 2	—	—	
3 Schmelzeinsätze 0,8 A (2 als Ersatz) .....	0,8/250 DIN 41571	—	—	
1 Signallampe 6 V .....	T 1p 2b	—	—	
<i>Nach Bedarf</i>				
1 Verbindungsleitung, z. B. ....	Rel ltg 533a, ... h	500, ... 2000	0,2	
1 Verbindungsleitung (für Fremdmodulation), z. B. .... oder	Rel ltg 546a, ... d Rel ltg 547a, ... e	500, ... 2000 250, ... 2000	0,2 0,2	

**AM-/FM-/VM-Meßsender**

Rel 3 W 44

3 bis 300 MHz

**ANWENDUNG** Dieser Meßsender wird in erster Linie als Spannungsquelle für Messungen an Kurzwellen-, UKW- und Fernseh-Empfängern eingesetzt. Außerdem dient er zu Untersuchungen im Zwischenfrequenzbereich der Funksysteme. Die Frequenz seiner Ausgangsspannung ist zwischen 3 und 300 MHz, die Amplitude der Ausgangsspannung zwischen 0,1  $\mu$ V und 50 mV stetig veränder-



bar. Amplituden- und Frequenzmodulation sind einzeln und gemeinsam sowohl als Eigen- wie auch als Fremdmodulation möglich. Es kann dabei mit einer 50-Hz- oder 1000-Hz-Spannung eigenmoduliert werden; bei Fremdmodulation darf die Frequenz der NF-Spannung im Bereich 20 bis 20000 Hz liegen. Damit läßt sich die Störanfälligkeit von UKW-Empfängern und der Tonteile von Fernseh-Empfängern gegen Amplitudenmodulation bis zu einer Zwischenfrequenz von 3 MHz herab prüfen.

Für Video-Signale, mit denen eine Fernsehmodulation der Hochfrequenzspannung oberhalb etwa 30 MHz möglich ist, steht ein besonderer Eingang zur Verfügung. Die negativ modulierte HF-Spannung ist damit auch zum Prüfen der HF- und ZF-Teile von Fernseh-Bildempfängern verwendbar.

Die Eigenmodulationsspannung mit der Frequenz 1000 Hz kann dem Sender an einem besonderen Ausgang z. B. zur Synchronisation von Kathodenstrahl-Oszillographen entnommen werden.

Die Betriebsspannungen liefert über einen eingebauten Netzteil das Wechselstromnetz 110/220 V.

**VORLÄUFIGE KENNWERTE**

Frequenzbereich (in zehn Teilbereichen) .....	3 bis 300 MHz
Frequenzunsicherheit .....	$\pm 0,5\%$
Einstellunsicherheit $\Delta//f$ .....	$10^{-4}$

HF-Ausgangsspannung bei Belastung mit 60  $\Omega$ ,  
 stetig einstellbar ..... von 0,1  $\mu\text{V}$  bis 50 mV  
 Ausgang ..... Buchse 6/16  
 Unsicherheit der Spannungsteilung .....  $\pm 10\%$   $\pm 0,1 \mu\text{V}$   
 Frequenzabhängigkeit der HF-Spannungsanzeige .....  $\pm 10\%$

*NF-Modulation:*

Eigenmodulations-Frequenz ..... 1000 Hz  $\pm 5\%$  und 50 Hz (Netzfrequenz)  
 Fremdmodulations-Frequenzbereich ..... 20 bis 20000 Hz  
 Modulationsgrad bei Amplitudenmodulation,  
 einstellbar in zwei Bereichen:  
 Bereich I ..... 0 bis 80 %  
 Bereich II ..... 0 bis 20 %  
 Frequenzhub bei Frequenzmodulation,  
 einstellbar in zwei Bereichen:  
 Bereich I ..... 0 bis 100 kHz  
 Bereich II ..... 0 bis 20 kHz

Im Frequenzbereich 3 bis 9 MHz gelten die halben Werte

Unsicherheit der Modulationsgrad- und der Frequenzhub-Anzeige .....  $\pm 10\%$   
 Spannungsbedarf bei Fremdmodulation

je Prozent Modulationsgrad:

Bereich I ..... etwa 0,25  $V_{\text{eff}}$   
 Bereich II ..... etwa 1  $V_{\text{eff}}$

je Kilohertz Frequenzhub:

Bereich I ..... etwa 0,2  $V_{\text{eff}}$   
 Bereich II ..... etwa 1  $V_{\text{eff}}$

Im Frequenzbereich 3 bis 9 MHz gelten die doppelten Werte

Größte zulässige Fremdmodulationsspannung ..... etwa 25 V bei AM oder FM  
 Eingangswiderstand ..... etwa 3 k $\Omega$  parallel 1000 pF  
 Eingangsbuchsen ..... für dreipolige geschirmte Stecker  
 Klirrfaktor

bei 30% Modulationsgrad .....  $< 2\%$   
 bei 100 kHz Frequenzhub ..... etwa 2%

Stör-Frequenzmodulation bei 80% Modulationsgrad .....  $\Delta f/f < 10^{-4}$

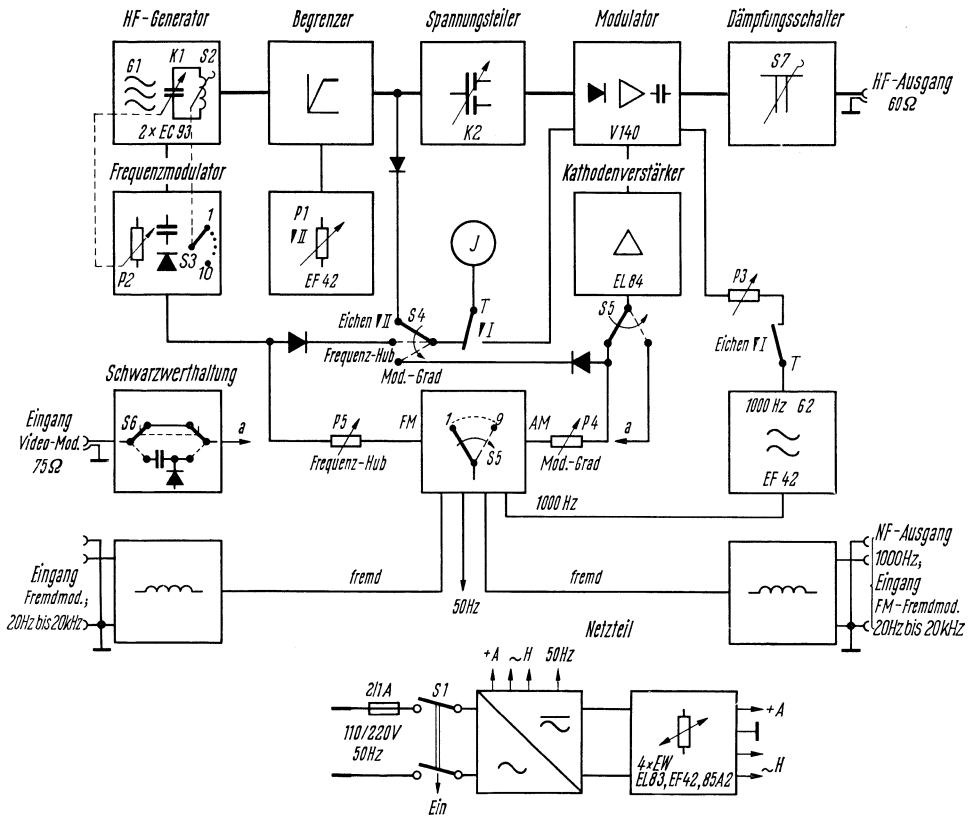
Stör-Amplitudenmodulation bei 100 kHz Frequenzhub .....  $< 5\%$

*Video-Amplitudenmodulation:*

Modulationsart ..... Negativ-Modulation  
 Modulationsfrequenz ..... 50 Hz bis 10 MHz  
 Aussteuerbereich ..... 100 bis 10% der unmod. Ausgangsspannung  
 Modulationsspannung für Vollaussteuerung (10% Restträger) ..... 6  $V_{\text{ss}}$   
 Eingangswiderstand ..... 75  $\Omega$   
 Eingangsbuchse ..... für Stecker 4/13  
 Frequenzgang der Aussteuerung im Bereich der Fernsehmodulationsfrequenz  
 bis 6 MHz .....  $\leq 1$  db  
 bis 10 MHz .....  $\leq 3$  db

Netzanschluß ..... 220 V  $\pm 10\%$ ; 42 bis 60 Hz; 80 VA

**ARBEITSWEISE** Der HF-Generator G1 dieses Meßsenders besteht aus einer Gegentakt-Schwingstufe mit zwei Röhren EC 93. Der Frequenzbereich von 3 bis 300 MHz wird mit zehn Spulen (Spulenrad S2) und dem Abstimmkondensator K1 überstrichen. Am Schwingkreis liegt eine Richtleiterschaltung für die Frequenzmodulation (Frequenzmodulator). Der nachstellbare Begrenzer sorgt für die Einhaltung des Eichwertes der HF-Spannung bei allen Modulationsarten und Frequenzbereichen. Durch den symmetrischen Aufbau des Schwingkreises und der Richtleiterschaltung für Begrenzung und Frequenzmodulation wird gewährleistet, daß im gesamten Frequenzbereich eine genügend große und gleichmäßige Amplitude der HF-Spannung vorhanden



ist. Mit einem kapazitiven Spannungssteiler läßt sich die Ausgangsspannung über 40 db stetig regeln. In Verbindung mit dem koaxialen Dämpfungsschalter am HF-Ausgang ergibt sich damit ein HF-Spannungsbereich von 0,1 µV bis 50 mV. Die Röhre V 140 hinter dem Spannungssteiler dient als Trennröhre, verhindert also jede Rückwirkung vom Verbraucher auf den HF-Generator. Außerdem wird sie in Verbindung mit der Röhre EL 84, die als Kathodenverstärker für die Modulationsspannung wirkt, zur Amplituden- und Fernsehmodulation verwendet.

Der NF-Generator G2 mit der Röhre EF 42 erzeugt eine Spannung mit der Frequenz 1000 Hz. Diese NF-Spannung dient zur Eigenmodulation (FM oder AM); sie kann auch am Ausgang „1000 Hz“ allein entnommen werden. Weiter ist eine Eigenmodulation mit einer 50-Hz-Wechselspannung (Netzfrequenz) möglich. Über den Eingang „20 Hz bis 20 kHz“ können dem Sender NF-Spannungen für beide Modulationsarten zugeführt werden. Die Modulationsarten sind in verschiedenen Kombinationen als Fremd- und Eigenmodulation je nach Stellung des Schalters S5 möglich.

Für Video-Signale ist ein besonderer 75-Ω-Eingang vorgesehen. Die Signale gelangen unmittelbar oder über die „Schwarzwert-Haltung“ zum Modulator mit vorgeschaltetem Kathodenverstärker. Dort wird die Fernsehmodulation der HF-Spannung bei Frequenzen oberhalb 30 MHz als Negativ-Modulation aufgeprägt. Falls der für die Modulation benutzte Video-Sender eine eigene Schwarzwert-Haltung enthält, kann man mit Schalter S6 die Schwarzwert-Haltung des Meßsenders ausschalten.

Der eingebaute Richtleiter-Spannungsmesser zeigt Modulationsgrad und Frequenzhub an. Die HF-Spannung wird durch Ändern der Begrenzerspannung auf einen bestimmten Wert eingeregelt (Eichmarke auf dem Instrument). Der Wert der HF-Ausgangsspannung läßt sich dann am Dämpfungsschalter und kapazitivem Spannungsteiler einstellen und ablesen.

Die Betriebsspannungen werden, soweit notwendig, durch Röhrenregelung stabilisiert.

#### ZUBEHÖR, ABMESSUNGEN UND GEWICHTE

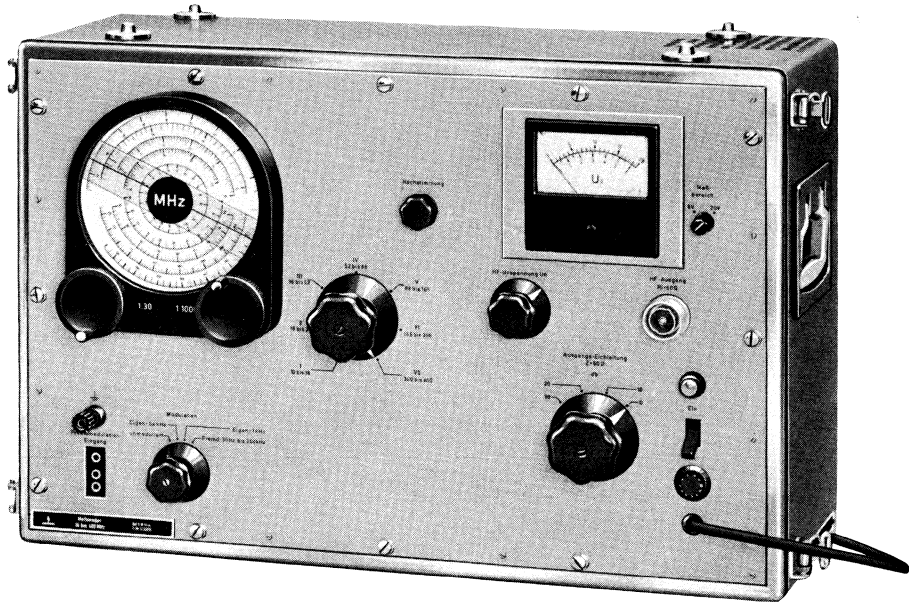
Gegenstand	Bezeichnung	Abmessungen in mm	Gewicht etwa kg	Preis
AM-/FM-/VM-MESS-SENDER (3 bis 300 MHz) .....	Rel 3 W 44	550 × 368 × 200	35	
<i>Zubehör</i>				
je 1 Röhre .....	V 140, EL 83, EL 84	---	---	
2 Röhren .....	EC 93	---	---	
3 Röhren .....	EF 42	---	---	
1 Stabilisator .....	85 A 2	---	---	
je 1 Eisenwasserstoff-Widerstand .....	Osram, Soffitenform	---	---	
	3 bis 9 V; 0,5 A	---	---	
	3 bis 9 V; 0,4 A	---	---	
	3 bis 9 V; 0,8 A	---	---	
	3,1 bis 9,3 V; 0,4 A	---	---	
3 Schmelzeinsätze 1 A (2 als Ersatz)				
1 A für 220 V .....	1/250 DIN 41 571	---	---	
2 A für 110 V .....	2/250 DIN 41 571	---	---	
<i>Nach Bedarf</i>				
zur Fremdmodulation:				
Pegelsender (30 bis 20000 Hz) .....	Rel 3 W 212 n, p	550 × 265 × 280	30	S. 27
Video-Meßsender (20 Hz bis 40 MHz) .....	Rel 3 W 28	550 × 396 × 500	65	S. 382
1 Verbindungsleitung für HF-Ausgang .....	Rel Itg 555a	300, ... 4000	0,6	} S. 512
2 Verbindungsleitungen für NF-Modulations-Eingänge, z. B. ....	Rel Itg 546 a, ... d	500, ... 2000	0,2	
oder	Rel Itg 547 a, ... e	250, ... 2000	0,2	
für Video-Eingang 4/13 .....	Rel Itg 533 a, ... h	300, ... 3000	0,2	

**Meßsender**

10 bis 400 MHz

Rel 3 W 51

ANWENDUNG Dieser Meßsender dient im Frequenzbereich 10 bis 400 MHz (30 m bis 75 cm) als Leistungsmessender. In Verbindung mit der Eichleitung Rel 3 D 17 (S. 140) oder anderen Dämpfungsgliedern und Spannungsteilern kann der Sender auch als Empfänger-Prüfgenerator verwendet



werden. Durch den zweistufigen Aufbau wird eine hohe Rückwirkungsfreiheit erzielt, so daß Modulationsvorgänge oder starke Belastungsänderungen selbst bei großer Leistungsentnahme nur geringfügige Änderungen der Frequenz ergeben.

Die hohe Frequenzkonstanz und eine feine Frequenzabstimmung ermöglichen die Verwendung des Senders besonders zur Messung an steilen Filterkreisen, ferner zur Speisung von Brücken, Meßleitungen, Anpassungsmessern und ganz allgemein als Meßstromquelle bei der Entwicklung und Prüfung von UKW-Richtfunk- und Fernsehgeräten.

Die Betriebsspannungen liefert über den eingebauten Netzteil das Wechselstromnetz 110/220 V.

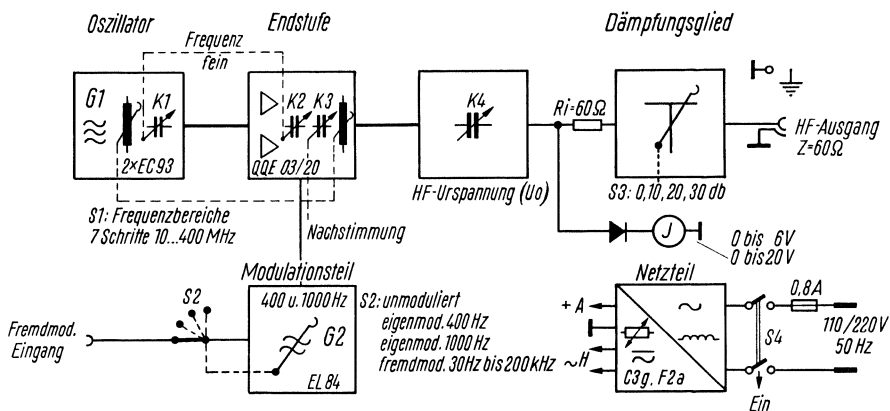
**KENNWERTE**

Frequenzbereich in sieben Teilbereichen .....	10 bis 400 MHz
Frequenzunsicherheit .....	$\pm 1\%$
Frequenzänderung	
bei Fehlabschluß .....	$< 5 \cdot 10^{-4}$
bei $-15, +5\%$ Netzspannungsschwankungen .....	$< 5 \cdot 10^{-5}$
Ausgangsleistung .....	etwa 0,5 W

Ausgang .....	Buchse 6/16
Größte Ausgangsspannung	
zwischen 10 und 300 MHz .....	etwa $6 V_{\text{eff}}$ an $60 \Omega$
zwischen 300 und 400 MHz .....	etwa $4 V_{\text{eff}}$ an $60 \Omega$
Meßbereich des Instruments (Urspannung) .....	bis 6 V, bis 10 V
entsprechend einem Leistungspegel .....	bis 22 dbm, bis 32 dbm
Unsicherheit der Ausgangsspannungsanzeige .....	$< 10\%$
Bereiche des Dämpfungsschalters .....	0, 10, 20, 30 db
Kleinste einstellbare Spannung .....	30 mV
Innenwiderstand .....	$60 \Omega$
Eigenmodulation (Amplitudenmodulation):	
Frequenz .....	etwa 400 Hz und 1000 Hz
Modulationsgrad .....	etwa $50\%$
Fremdmodulation (Amplitudenmodulation):	
Frequenz .....	30 Hz bis 200 kHz
Erforderliche Eingangsspannung .....	etwa 25 mV je $1\%$ Modulationsgrad
Modulationsgrad .....	bis $80\%$
Eingangswiderstand .....	$500 \text{ k}\Omega$ parallel $80 \text{ pF}$
Netzanschluß .....	$110/220 \text{ V} - 15, + 5\%$ ; 48 bis 52 Hz; etwa 150 VA

**ARBEITSWEISE** Der Sender ist zweistufig aufgebaut, und zwar mit den beiden Stufen Oszillator und Endstufe.

Der *Oszillator* arbeitet mit zwei Trioden EC 93 in Gegentaktschaltung. Als Kreiskapazität dient ein UKW-Drehkondensator (K1) mit kleiner Anfangskapazität. Der gesamte Frequenzbereich ist



in sieben sich überlappende Teilbereiche unterteilt, die über ein Spulenrad (mit Schalter S1) geschaltet werden.

Die im Oszillator erzeugte HF-Energie gelangt kapazitiv zur *Endstufe*. Diese hat ebenfalls einen UKW-Drehkondensator (K2) und ein Spulenrad (S1) und arbeitet mit der Doppeltetrode QQE 03/20. Die Frequenz wird über einen einzigen Antrieb eingestellt; dieser ermöglicht sowohl rasche Frequenzänderung als auch eine feine Einstellung.



Die HF-Energie wird aus dem Anodenkreis der Endröhre induktiv ausgekoppelt und einem stetig veränderbaren kapazitiven Teiler (K4) zugeführt. Sie gelangt über einen reellen Widerstand ( $R_i = 60 \Omega$ ) und ein mit Schalter S 3 umschaltbares Dämpfungsglied (0, 10, 20, 30 db) an die Ausgangsbuchse. Das eingebaute Drehspulinstrument — in Volt und Dezibel geeicht — zeigt Ursprung an. Der Richtleiter ist unmittelbar vor dem Widerstand angeschlossen, der den reellen Innenwiderstand bestimmt.

Der Sender kann wahlweise unmoduliert, eigenmoduliert oder fremdmoduliert betrieben werden. Zur Eigenmodulation dienen im Modulationsteil erzeugte Sinusschwingungen von 400 oder 1000 Hz. Die Senderspannung läßt sich aber auch bei Fremdmodulation mit Spannungen der Frequenz 30 Hz bis 200 kHz modulieren. In diesem Fall ist der Modulationsteil als Verstärker geschaltet.

Das Gerät ist weitgehend geschirmt, so daß sich in Verbindung mit einem außen anschaltbaren Teiler, z.B. Veränderbare Eichleitung Rel 3 D 17 (S. 140), Spannungen bis zu einigen Mikrovolt herab einstellen lassen.

Die Betriebsspannungen sind stabilisiert.



#### ZUBEHÖR, ABMESSUNGEN UND GEWICHTE

Gegenstand	Bezeichnung	Abmessungen in mm	Gewicht etwa kg	Preis
MESS-SENDER (10 bis 400 MHz) .....	Rel 3 W 51	550 × 368 × 280	35	} S. 512
<i>Zubehör</i>				
2 Röhren .....	EC 93	—	—	
je 1 Röhre .....	QQE 03/20, EL 84, C 3g, F 2a	—	—	
3 Schmelzeinsätze 0,8 A (2 als Ersatz) .....	0,8/250 DIN 41571	—	—	
1 Signallampe 6 V .....	T 1p 2b	—	—	
<i>Nach Bedarf</i>				
1 Verbindungsleitung, z.B. ....	Rel ltg 557 a	Länge nach Wahl	—	
1 Verbindungsleitung (für Fremdmodulation), z.B. ....	Rel ltg 546 a, ... d	500, ... 2000	0,2	
oder	Rel ltg 547 a, ... e	250, ... 2000	0,2	

**Meßsender**

10 bis 400 MHz

Rel 3 W 56

**ANWENDUNG** Dieser Meßsender eignet sich als Wechselstromquelle für Messungen im Bereich von 10 bis 400 MHz (30 m bis 75 cm). Er kann z. B. zusammen mit dem Anpassungsmesser Rel 3 R 21 (S. 180) für Anpassungsmessungen an Sende- und Empfangsleitungen oder in Verbindung mit



Dämpfungsgliedern oder Spannungsteilern (S. 131) bei der Entwicklung und Prüfung von UKW-Richtfunk- und -Fernschempfängern verwendet werden.

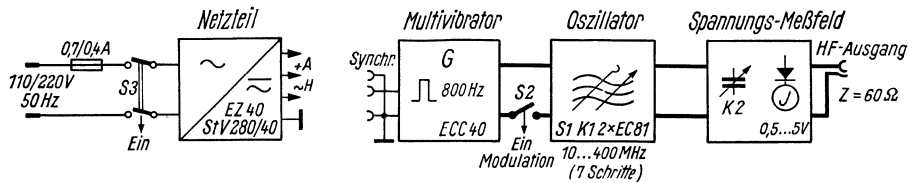
Die Sendespannung ist mit dem 800-Hz-Rechteckpuls eines eingebauten Rechteckgenerators modulierbar. Es ist möglich, diesen Puls mit einer von einem fremden 800-Hz-Generator gelieferten Sinusspannung zu synchronisieren.

Die Betriebsspannungen liefert über den eingebauten Netzteil das Wechselstromnetz 110/220 V.

**KENNWERTE**

Frequenzbereich .....	10 bis 400 MHz
unterteilt in sieben Teilbereiche .....	etwa 10 bis 18; ..... 240 bis 400 MHz
Frequenzunsicherheit .....	$\pm 2\%$
Frequenzabweichung durch Änderung der Ausgangsspannung	
bei reellem Abschlußwiderstand $Z = 60 \Omega$ .....	$\leq 5\%$
Spannungsmessbereich des Instruments .....	0,5 bis 5 V
Unsicherheit der Ausgangsspannungs-Anzeige .....	$\leq 10\%$
Größe Ausgangsspannung bei $R_a = 60 \Omega$ und	
bei $f = 10$ bis 200 MHz .....	etwa 5 V
bei $f = 200$ bis 400 MHz .....	etwa 2,5 V
Änderung der Ausgangsspannung	
bei $\pm 10\%$ Netzspannungsschwankungen .....	$< 2\%$
Tastfrequenz (rechteckförmig) .....	800 Hz $\pm 10\%$
Tastverhältnis .....	etwa 1:1
Erforderliche Synchronisierpannung für die Modulationsfrequenz .....	etwa 10 V
Netzanschluß .....	110/220 V $\pm 5\%$ ; 48 bis 52 Hz; etwa 35 VA

**ARBEITSWEISE** Als Kreiskapazität des Oszillators dient ein UKW-Drehkondensator (K 1) mit kleiner Anfangskapazität. Der gesamte Frequenzbereich ist in sieben sich überlappende Teilbereiche unterteilt, die mit dem Schalter S 1 (Spulenrad) geschaltet werden. Die Spannung wird über eine zweite Wicklung der Schwingspule abgenommen. Ein kapazitiver HF-Spannungsteiler (K 2) und das Instrument J ermöglichen die genaue Einstellung der Ausgangsspannung. Das Instrument ist ein in Effektivwerten geeichter Spitzenspannungsmesser.



Der Sender kann wahlweise (S 2) getastet oder ungetastet betrieben werden. In der Stellung „Modulation ein“ des Schalters S 2 erzeugt die Doppeltriode ECC 40 in einer Multivibrator-Schaltung eine 800-Hz-Rechteckspannung, die mit einem Tastverhältnis von etwa 1:1 die Sendespannung tastet. Die Rechteckformspannung wurde gewählt, um den Anteil an Frequenzmodulation klein zu halten. Die 800-Hz-Rechteckspannung kann mit einer 800-Hz-Sinusspannung fremsynchronisiert werden. Diese Sinusspannung wird an die Buchse „Synchr“ gelegt, die über einen Kondensator mit dem Gitter eines Triodenteiles der Multivibratorröhre verbunden ist.

Zur Verringerung von Frequenzschwankungen ist die vom Netzteil abgegebene Anodenspannung stabilisiert (StV 280/40).

Besonderer Wert ist auf eine gute HF-Abschirmung gelegt, so daß sich in Verbindung mit einem außen anschaltbaren Teiler, z. B. mit Dämpfungsgliedern 10 und 20 db, Rel 3 B 314/315 (S. 144) HF-Spannungen bis zu einigen Mikrovolt herab einstellen lassen.

#### ZUBEHÖR, ABMESSUNGEN UND GEWICHTE

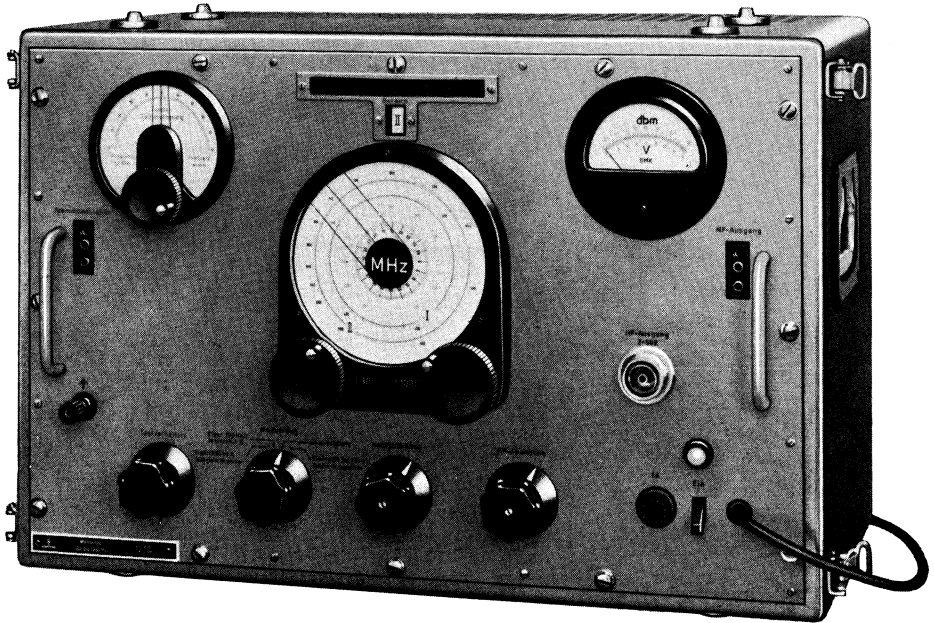
Gegenstand	Bezeichnung	Abmessungen in mm	Gewicht etwa kg	Preis
MESS-SENDER (10 bis 400 MHz) .....	Rel 3 W 56	550 × 266 × 280	23	
<i>Zubehör</i>				
2 Röhren .....	ECC 40, EZ 40	—	—	
je 1 Röhre .....	StV 280/40	—	—	
1 Stabilisator .....	T lp 2b	—	—	
3 Schmelzeinsätze (2 als Ersatz)				
0,4 A bei 220 V .....	0,4/250 DIN 41571	—	—	
0,7 A bei 110 V .....	0,7/250 DIN 41571	—	—	
<i>Nach Bedarf</i>				
Dämpfungsglieder (0 bis 5 GHz)				
mit Teilverhältnis 1: $\sqrt{10}$ (10 db) .....	Rel 3 B 314	65 × 30 Ø	0,17	} S. 144
mit Teilverhältnis 1:10 (20 db) .....	Rel 3 B 315	100 × 30 Ø	0,24	
1 Veränderbare Eichleitung (0 bis 1000 MHz) ...	Rel 3 D 17	550 × 198 × 280	18	} S. 140
1 geschirmte Verbindungsleitung 60 Ω, z. B. ....	Rel Itg 532a, ... f	300, ... 2000	0,3	
mit 1 Übergangsstück von 6/16 auf 4/13 .....	9 Rel stp 17a	—	—	} S. 512
oder nur 1 Steckerteil 6/16 .....	Kab stv 2aa	—	—	
oder Verbindungsleitung 6/16, z. B. ....	Rel Itg 555a	300, ... 4000	0,6	
1 Verbindungsleitung, z. B. ....	Rel Itg 546a, ... d	500, ... 2000	0,2	

**Meßsender**

300 bis 1000 MHz

Rel 3 W 58

**ANWENDUNG** Ganz allgemein wird dieser Leistungs-Meßsender im Frequenzbereich 300 bis 1000 MHz bei der Entwicklung und Prüfung von UHF-Geräten und deren Einzelteilen eingesetzt. Durch seine hohe Ausgangsleistung lassen sich viele Messungen auch mit wenig empfindlichen Meßempfängern durchführen.



Die guten elektrischen Eigenschaften des Meßsenders werden durch Verwendung von koaxialen Rohrleitungen als Resonanzkreise erzielt. Eine einwandfreie und definierte Kontaktgabe der zur Abstimmung der koaxialen Kreise verwendeten Kurzschlußschieber ist gewährleistet. Die damit erzielte hohe Frequenzkonstanz, die feine und wiederholbare Einstellmöglichkeit der Frequenz auf  $10^{-6}$  genau und eine zusätzliche Feinabstimmung ermöglichen den Einsatz des Meßsenders besonders auch bei Knotenpunktmessungen an Meßleitungen, bei Messungen an Filtern mit steilen Dämpfungskurven und bei der Ermittlung der hohen Güte von Topfkreisen.

Der zweistufige Aufbau des Meßsenders bewirkt eine hohe Rückwirkungsfreiheit, so daß selbst bei großer Leistungsentnahme ( $> 250$  mW) starke Belastungsänderungen nur geringfügige Frequenzabweichungen ergeben.

In Verbindung z. B. mit der Eichleitung Rel 3 D 17 (S. 140) oder dem Kapazitiven Spannungsteiler Rel 3 B 75 (S. 150) wird das Gerät auch als Empfänger-Prüfsender verwendet.

Die Betriebsspannungen liefert über einen eingebauten Netzteil das Wechselstromnetz 110/220 V.

**KENNWERTE**

Frequenzbereich .....	300 bis 1000 MHz
Variationsbereich der Fein-Frequenzeinstellung auf 180°-Skale .....	etwa $10^{-3}$
Unsicherheit der Frequenzeichung .....	$\pm 5 \cdot 10^{-3}$
Einstellunsicherheit der Frequenz .....	etwa $10^{-6}$

Frequenzinkonstanz nach 15 min Betriebszeit	$\pm 10^{-4}/5$ min
im Betriebszustand	$\pm 2 \cdot 10^{-5}/5$ min
Frequenzabweichung	
bei $\pm 10\%$ Netzspannungsschwankungen	$\leq \pm 1,5 \cdot 10^{-4}$
bei Verändern der Ausgangsspannung	
durch die Regler „HF-Spannung“ und „Nachstimmung“	$\leq \pm 8 \cdot 10^{-5}$
bei Änderung einer rein imaginären Belastung	
von $-$ bis $+\infty \Omega$	$\leq \pm 3 \cdot 10^{-5}$
Größte HF-Ausgangsleistung (ungetastet) bei Belastung mit $Z=60 \Omega$	
an den Bandgrenzen	$> 250$ mW
entsprechend einem Ausgangspegel von	24 dbm
oder einer Urspannung von	etwa 8 $V_{\text{eff}}$
in der Bandmitte	etwa 500 mW
entsprechend einem Ausgangspegel von	27 dbm
oder einer Urspannung von	etwa 11 $V_{\text{eff}}$
Bereich der Pegelanzeige	0 bis 30 dbm
Unsicherheit der Anzeige	$\leq \pm 1,5$ db
Bereich der Spannungsanzeige (Urspannung)	0 bis 16 $V_{\text{eff}}$
Unsicherheit der Anzeige	$\leq \pm 20\%$
Regelbereich der Ausgangs-Urspannung	
mit dem Regler „HF-Spannung“	etwa 40 db
Innenwiderstand $R_i$	60 $\Omega$
Reflexionsfaktor bis 600 MHz	$\leq 0,03$
bis 1000 MHz	$\leq 0,08$
Stör-Frequenzmodulation	etwa $10^{-6}$
Stör-Amplitudenmodulationsgrad	$< 10^{-3}$
entsprechend einem Störabstand	$> 60$ db
Eigenmodulation:	
Pulsmodulation, Folgefrequenz	1000 Hz $\pm 2\%$
Tastverhältnis, fest	etwa 1:10
regelbar	etwa 1:1 bis 1:10
Modulationsgrad	100%
Fremdmodulation:	
Pulsmodulation, Folgefrequenz	0,8 bis 5 kHz
Tastverhältnis, regelbar	etwa 1:1 bis 1:10
Erforderliche sinusförmige Fremdspannung für Tastverhältnis 1:1	etwa 2 $V_{\text{eff}}$
Eingangswiderstand an den Buchsen „Fremdmodulation“	600 $\Omega$
Netzanschluß	110/220 V $\pm 10\%$ ; 48 bis 60 Hz; etwa 180 VA



**ARBEITSWEISE** Das Gerät ist zweistufig aufgebaut, um eine hohe Rückwirkungsfreiheit bei großer Ausgangsleistung zu erzielen. Oszillator- und Verstärkerstufe enthalten je eine Scheibentriode 2 C 39 A in Gitterbasis-Schaltung. Die einzelnen Schwingkreise werden durch übereinandergeschobene Rohrleitungen gebildet und durch Kurzschlußschieber abgestimmt. Durch geeignete Wahl der Wellenwiderstände dieser Leitungen läßt sich gleiche Abstimmteilheit erzielen, so daß der gesamte Hochfrequenzteil in Einknopfbedienung betrieben werden kann. Die Frequenz ist über Grob- und Feintrieb einstellbar.

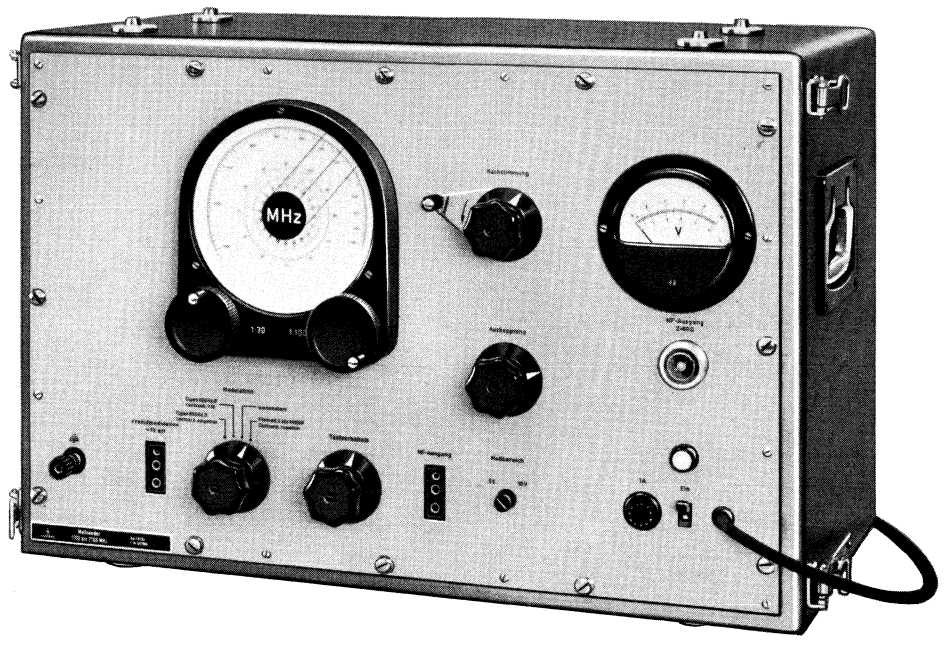
Die Senderspannung läßt sich wahlweise eigen- oder fremdmodulieren. In beiden Fällen wird die Sinusspannung in eine Rechteckspannung mit veränderbarem oder festem Tastverhältnis um-



**Meßsender**  
1,6 bis 2,7 GHz

Rel 3 W 59

ANWENDUNG Dieser Meßsender eignet sich im Frequenzbereich 1,6 bis 2,7 GHz als Stromquelle für Anpassungsmessungen an Geräten, Antennen, Sender- und Empfängerleitungen sowie für Messungen an UHF-Einzelteilen (z.B. Abschlußwiderständen). Er kann wahlweise unmodu-



liert und pulsmoduliert betrieben werden. Folgefrequenz und Tastverhältnis sind so gewählt, daß der Sender z.B. an den Geräten des Pulsphasen-Modulations-Systems PPM 24/2500 für Betriebskontrollen verwendbar ist. Solche Untersuchungen sind z.B. Filtermessungen (vgl. hierzu das Bild auf S. 14), Streckendämpfungs-Messungen, Kontrolle der Nachstimmvorrichtung im Sendergestell und Empfindlichkeitsprüfungen der Empfänger.

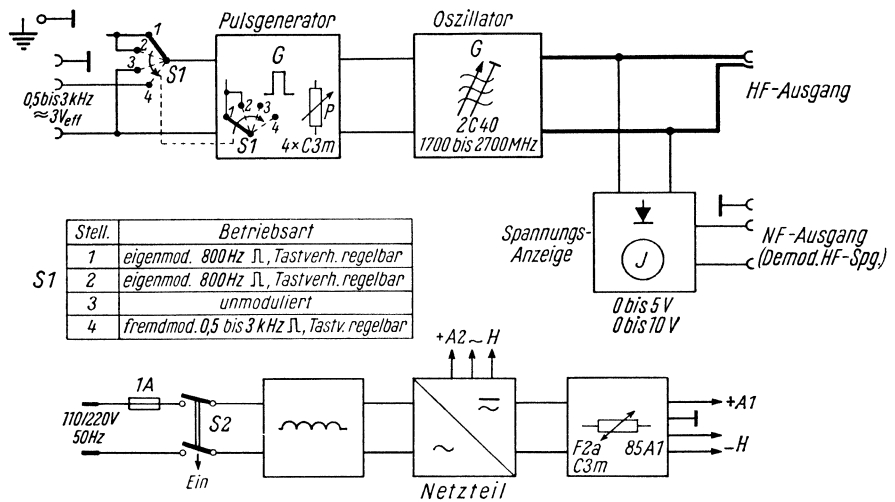
Die Betriebsspannungen liefert über einen eingebauten Netzteil das Wechselstromnetz 110/220 V.

**KENNWERTE**

Frequenzbereich .....	1,6 bis 2,7 GHz
entsprechend einer Wellenlänge .....	18,7 bis 11,1 cm
Unsicherheit der Frequenzeichung .....	$\pm 1\%$
Einstellunsicherheit der Frequenz .....	$10^{-6}$
Frequenzinkonstanz bei fester Belastung und kurzer Betriebszeit ....	etwa $5 \cdot 10^{-4}$
Frequenzänderung bei $\pm 10\%$ Netzspannungsschwankungen .....	$< 10^{-4}$
Größte Ausgangsleistung ( $Z = 60\Omega$ )	
bei 1,7 GHz .....	etwa 450 mW
bei 2,0 GHz .....	etwa 250 mW
bei 2,5 GHz .....	etwa 150 mW
bei 2,7 GHz .....	etwa 30 mW

- Ausgangsspannung  
 stetig einstellbar ..... bis herab zu etwa 0,2 V  
 mit Spannungsteiler, z. B. Rel 3 B 75 (S. 150) ..... bis etwa 1  $\mu$ V  
 Unsicherheit der Ausgangsspannungsanzeige .....  $\pm 20\%$   
 Ausgangsbuchse: Buchsenteil der Steckverbindung 6/16 ..... Kab stv 2  
 Eigenmodulation:  
 Pulsmodulation, Folgefrequenz ..... etwa 800 Hz  
 Tastverhältnis, regelbar ..... von etwa 1:3 bis 1:10  
 Fremdmodulation:  
 Pulsmodulation, Folgefrequenz ..... 500 bis 3000 Hz  
 Tastverhältnis, regelbar ..... von etwa 1:3 bis 1:10  
 Erforderliche Spannung (sinusförmig) ..... 2 bis 3 V<sub>eff</sub>  
 Netzanschluß ..... 110/220 V  $\pm 5\%$ ; 48 bis 52 Hz; 150 VA

ARBEITSWEISE Im Oszillator dieses Meßsenders wird die Scheibentriode 2C 40 in Gitterbasis-schaltung verwendet. Der Anoden-Gitterkreis und der Gitter-Kathodenkreis sind als koaxiale Leitungen mit einem verschiebbaren Kurzschlußkolben ausgeführt. Zur Einstellung der Frequenz werden die beiden Rohrkreise mittels eines Antriebes für Grob- und Feinabstimmung gleichzeitig abgestimmt. Durch die Feineinstellung sind kleinste Frequenzänderungen möglich, so daß mit



Sicherheit auch auf die Resonanzfrequenz von Kreisen höchster Güte abgestimmt werden kann. Die HF-Leistung wird induktiv aus dem Gitter-Anodenkreis ausgekoppelt. Die schwenkbar angeordnete Kopplungsschleife gestattet eine stetige Veränderung der Ausgangsspannung. Diese wird unmittelbar vor der Ausgangsbuchse mit Richtleiter und Drehspulinstrument gemessen.

Die einwandfreie Schirmung des Oszillators sowie aller Hochfrequenz führenden Teile ermöglicht es, die Ausgangsspannung des Senders durch Zwischenschalten eines kapazitiven Spannungsteilers (z. B. Rel 3 B 75, S. 150) bis zu einem Mikrovolt herab definiert zu teilen, so daß der Sender auch für Empfindlichkeitsmessungen an Empfängern geeignet ist.

Der Sender kann wahlweise unmoduliert, eigenmoduliert oder fremdmoduliert betrieben werden. Bei Eigenmodulation erzeugen vier Röhren C 3 m in einer Oszillatorstufe und zwei nachfolgenden



Begrenzer- und Verstärkerstufen Rechteckpulse mit einer Folgefrequenz von etwa 800 Hz und einem Tastverhältnis, das wahlweise fest (etwa 1:10) und veränderbar zwischen 1:3 und 1:10 eingestellt werden kann. Bei Fremdmodulation wird eine von außen zugeführte Sinusspannung, deren Frequenz 500 bis 3000 Hz betragen kann, im Modulator in Rechteckpulse von der gleichen Folgefrequenz umgewandelt. Das Tastverhältnis der Pulse läßt sich von etwa 1:3 bis 1:10 verändern; die Modulation der Hochfrequenzspannung erfolgt am Gitter der Röhre 2 C 40. An den Buchsen „NF-Ausgang“, die im Richtleiterkreis der Spannungsanzeige liegen, kann die Tastung z. B. mit einer Kathodenstrahlröhre überwacht werden.

Die Anodenspannung und die Heizspannung für die Oszillatorröhre sind stabilisiert, ebenso die Anodenspannung für den Modulator.

#### ZUBEHÖR, ABMESSUNGEN UND GEWICHTE

Gegenstand	Bezeichnung	Abmessungen in mm	Gewicht etwa kg	Preis
MESS-SENDER (1,6 bis 2,7 GHz) .....	Rel 3 W 59	550 × 368 × 375	40	
<i>Zubehör</i>				
1 Röhre .....	2 C 40	—	—	
1 Röhre .....	F 2a	—	—	
5 Röhren .....	C 3m	—	—	
1 Stabilisator .....	85 A 1	—	—	
1 Signallampe 24 V .....	T 1p 2d	—	—	
1 Eisenwasserstoff-Widerstand .....	3,1—9,3 V/0,8 A	—	—	
3 Schmelzeinsätze 1 A (2 als Ersatz) .....	1,0/250 DIN 41 571	—	—	
3 Schmelzeinsätze 0,1 A (2 als Ersatz) .....	0,1/500 DIN 41 571	—	—	
<i>Nach Bedarf</i>				
1 Verbindungsleitung, z. B. ....	Rel ltg 557a	Länge nach Wahl	—	} S. 512
2 Verbindungsleitungen, z. B. ....	Rel ltg 547 a, ... e	250, ... 2000	0,2	
1 Tonfrequenz-Stromquelle, z. B. Pegelsender (30 bis 20 000 Hz) .....	Rel 3 W 212	550 × 266 × 280	30	S. 27
1 Oszillograph, z. B. ....	OSCILLARZET	120 × 225 × 315	7,5	S. 474
1 Kapazitiver Spannungsteiler 40 bis 120 db (0,3 bis 3 GHz) .....	Rel 3 B 75	250 × 100 × 28	0,5	S. 150

## Meßsender

2,4 bis 4,5 GHz

Rel 3 W 513

**ANWENDUNG** Dieser Leistungsmeßsender für den Frequenzbereich 2,4 bis 4,5 GHz zeichnet sich durch hohe Frequenzkonstanz und durch feine und genaue Wiedereinstellmöglichkeit von Frequenz (Einknopfbedienung) und Leistung aus; er ermöglicht somit z. B. Messungen an Filtern mit steilen



Dämpfungskurven und an Resonanzkreisen. In Meßplätzen mit Meßleitungen sind durch seine große Ausgangsleistung Anpassungs- und Scheinwiderstands-Messungen auch mit wenig empfindlichen Anzeigegeräten durchführbar. Ferner ist der Sender auf Grund des großen Regelbereichs der Ausgangsleistung und der guten Schirmung zur Messung der Empfängerempfindlichkeit, der Mischverstärkung und ähnlichem geeignet.

Der Sender ist eigen- und fremdmodulierbar; mit fremden Pulsen kann er bis herab zu einer Impulsdauer von  $1 \mu\text{s}$  und mit Folgefrequenzen von 0,1 bis 200 kHz betrieben werden. Zusätzlich ist es möglich, den Sender (mit kleinen Frequenzhuben) fremd und eigen zu wobbeln. Somit läßt sich mit diesem Sender, dem Wobbelantrieb Rel 3 W 918 und dem Pegelbildempfänger Rel 3 K 217 ein Wobbelmeßplatz (Rel 33 K 71) für großen Durchlaufbereich aufbauen.

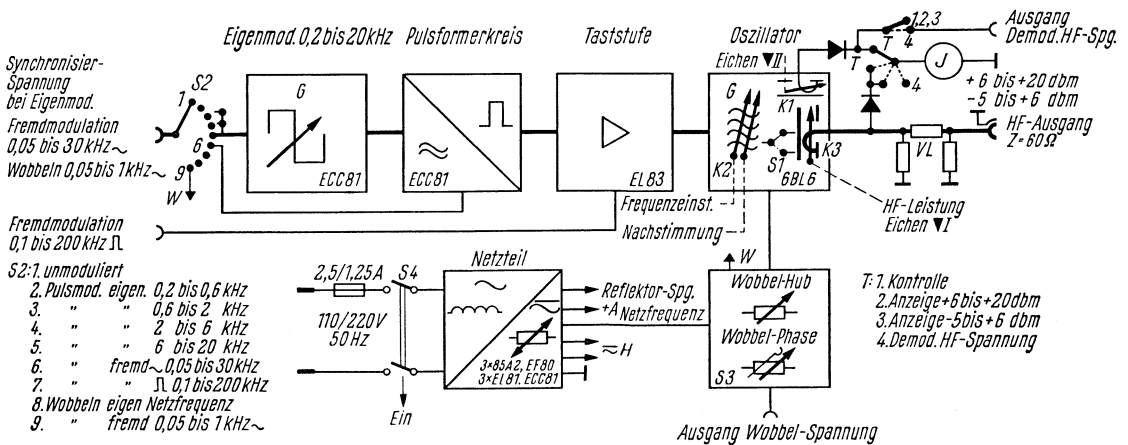
Die Betriebsspannungen liefert über einen eingebauten Netzteil das Wechselstromnetz 110/220 V.

### KENNWERTE

Frequenzbereich .....	2,4 bis 4,5 GHz
Unsicherheit der Frequenzzeichnung .....	$\pm 5 \cdot 10^{-3}$
Einstellunsicherheit der Frequenz .....	$< 3 \cdot 10^{-6}$
Frequenzinkonstanz im Betriebszustand .....	$2 \cdot 10^{-5}/5 \text{ min}$
Frequenzabweichung bei $\pm 10\%$ Netzspannungsschwankungen .....	$\pm 2 \cdot 10^{-4}$

- Einfluß von Änderungen der Ausgangsleistung  
 auf die Frequenz, vom größten Leistungspegel bis  $-5$  dbm .....  $< 10^{-3}$
- HF-Ausgangsleistung an  $60 \Omega$  ..... etwa 10 bis 30 mW  
 entsprechend einem HF-Ausgangspegel ..... etwa 10 bis 15 dbm  
 mit eingebautem Teiler stetig  
 herabsetzbar bis ..... etwa  $-120$  dbm
- Nennwert des Innenwiderstands .....  $60 \Omega$
- Bereiche der Pegelanzeige .....  $-5$  bis  $+6$  dbm,  $6$  bis  $20$  dbm
- Unsicherheit des Eichpegels (0 dbm) .....  $< \pm 1$  db
- Eigenmodulation:  
 Pulsmodulation, Folgefrequenz (synchronisierbar) ..... 0,2 bis 20 kHz  
 Tastverhältnis ..... etwa 1:1  
 Modulationsgrad ..... 100%
- Eigen-Frequenz-Wobbelung:  
 Frequenz ..... Netzfrequenz  
 Wobbelhub, stetig einstellbar ..... von 0 bis etwa  $\pm 2$  (5) MHz  
 Wobbelspannung ..... etwa  $50 V_{eff}$   
 in der Phase für Synchronisierung stetig regelbar um ..... etwa  $250^\circ$
- Fremdmodulation:  
 Pulsmodulation, Folgefrequenz ..... 0,1 bis 200 kHz  
 Erforderliche Eingangsspannung an  $60 \Omega$  ..... etwa  $5 V_{ss}$
- Pulsmodulation mit Sinusspannung:  
 Folgefrequenz ..... 50 Hz bis 30 kHz  
 Tastverhältnis ..... etwa 1:1  
 Erforderliche Eingangsspannung an  $10 k\Omega$  ..... etwa  $5 V_{eff}$
- Fremdfrequenz-Wobbelung:  
 Wobbelfrequenz ..... 50 bis 1000 Hz  
 Wobbelhub, stetig einstellbar ..... 0 bis etwa  $\pm 2$  (5) MHz  
 erforderliche Spannung, sinusförmig .....  $\leq 50 V_{eff}$  an etwa  $10 k\Omega$
- Netzanschluß ..... 110/220 V  $\pm 10\%$ ; 42 bis 60 Hz; etwa 150 VA

**ARBEITSWEISE** Der Oszillator enthält zur Schwingungserzeugung ein Reflex-Klystron. Als Resonanzkreis dient eine koaxiale Leitung, die sich mit einem kontaktlosen, kapazitiv wirkenden Kurzschlußkolben abstimmen läßt. Die Reflektorspannung am Klystron wird gleichzeitig mit der Ab-



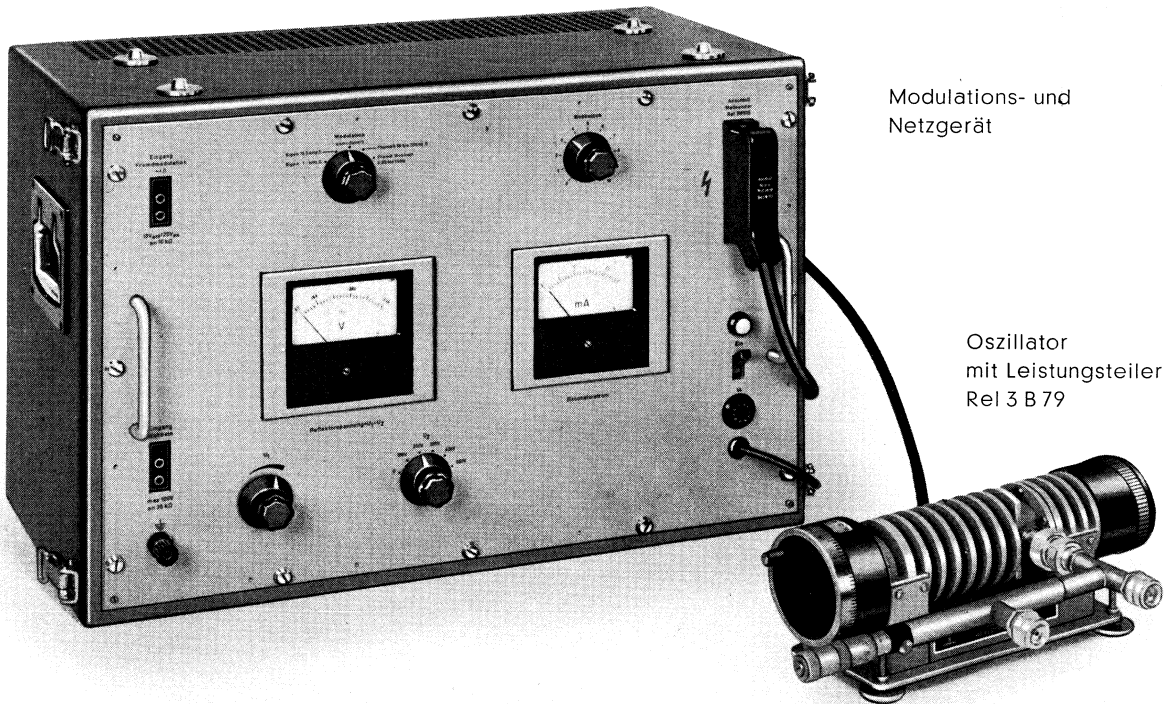


**Meßsender**

4,4 bis 9,1 GHz

Rel 3 W 515/913

**ANWENDUNG** Dieser Meßsender dient im Frequenzbereich 4,4 bis 9,1 GHz als Leistungsquelle für Anpassungsmessungen an Antennen, Sender- und Empfängerleitungen sowie zu Messungen an Einzelteilen. Sein Frequenzbereich umfaßt die Richtfunkbänder 4,4 bis 5 GHz und 5,85 bis 8,5 GHz.

Modulations- und  
NetzgerätOszillator  
mit Leistungssteller  
Rel 3 B 79

Der Sender kann wahlweise unmoduliert und pulsmoduliert betrieben werden. Außerdem ermöglicht Frequenzwobbelung eine einfache Abbildung von Filter- und Resonanzkreis-Kurven in einem Oszillographen.

Die Schaltung ist aufgeteilt in den eigentlichen Oszillator Rel 3 W 515 und das Modulations- und Netzgerät Rel 3 W 913.

Die Betriebsspannungen liefert über das genannte Netzgerät das Wechselstromnetz 110/220 V.

**KENNWERTE***Oszillator Rel 3 W 515*

Frequenzbereich .....	4,4 bis 9,1 GHz
Frequenz mittels Eichkurve einstellbar auf .....	etwa $\pm 5 \cdot 10^{-3}$
Einstellunsicherheit der Frequenz .....	$10^{-6}$
Frequenzinkonstanz nach etwa zweistündiger Betriebszeit .....	etwa $10^{-5}$

Größte HF-Ausgangsleistung an  $Z = 60 \Omega$   
 in der Bandmitte ..... etwa 200 mW  
 an den Bandgrenzen ..... etwa 40 mW  
 Ausgangsbuchse ..... Buchsenteil der Steckverbindung 3,5/9,5

*Modulations- und Netzgerät Rel 3 W 913*

Eigenmodulation:

Pulsmodulation, Folgefrequenz ..... 1 kHz und 19,5 kHz  
 Tastverhältnis ..... etwa 1:1

Fremdmodulation:

Pulsmodulation, Folgefrequenz ..... 50 Hz bis 20 kHz  
 Erforderliche Spannung ..... etwa  $20 V_{ss}$

Rechteckmodulation mit Sinusspannung:

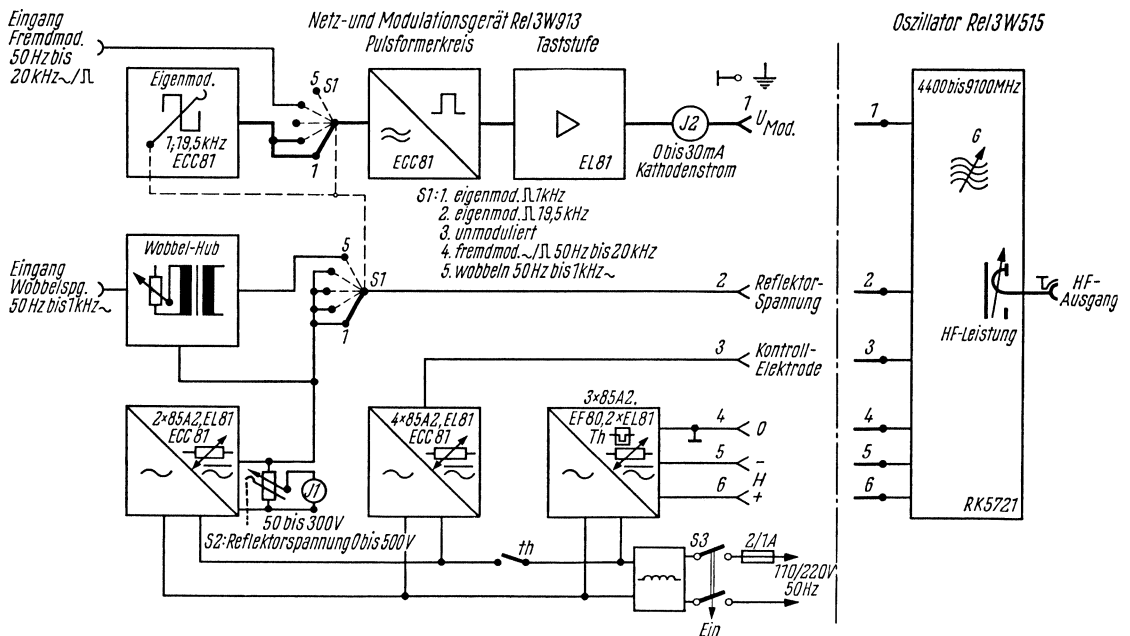
Folgefrequenz ..... 50 Hz bis 20 kHz  
 Erforderliche Eingangsspannung (an etwa  $10 k\Omega$ ) ..... etwa  $10 V_{eff}$

Frequenzwobbelung:

Wobelfrequenz ..... 50 Hz bis 1 kHz  
 Wobbelhub, stetig einstellbar ..... von 0 bis etwa 5 MHz

Netzanschluß .....  $110/220 V \pm 10\%$ ; 42 bis 60 Hz; etwa 170 VA

**ARBEITSWEISE** Der Oszillator enthält zur Schwingungserzeugung ein Reflex-Klystron. Als Resonanzkreis dient eine koaxiale Leitung, die mit einem kontaktlosen, kapazitiv wirkenden Kurzschlußkolben abgestimmt wird. Mit einem Spindeltrieb läßt sich der Kolben mit hoher Einstell- und Ablesegenauigkeit verschieben. Die Frequenz wird über Eichkurven aus der Ableseung an der Trommelskala des Spindeltriebs bestimmt. Relative Frequenzänderungen von  $10^{-6}$  lassen sich noch genau einstellen.



Die HF-Leistung wird induktiv aus dem Schwingraum ausgekoppelt und an den koaxialen Ausgang 3,5/9,5 geführt. Durch Verändern der Auskopplung läßt sich die HF-Spannung über etwa 40 db regeln.

Der Sender kann wahlweise unmoduliert, eigen- oder fremdmoduliert betrieben werden. Zur Eigenmodulation wird im eingebauten Rechteckgenerator eine Rechteckspannung mit der Folgefrequenz 19,5 oder 1 kHz erzeugt. Außerdem ist die Rechteckmodulation mit einer von außen zugeführten Sinus- oder Rechteckspannung mit Folgefrequenzen von 50 Hz bis 20 kHz möglich. Eine Frequenzwobbelung läßt sich bis zu einem Frequenzhub von 10 MHz ( $\pm 5$  MHz) mit einer von außen zugeführten Wechselspannung durchführen, die der Reflektor-Spannung überlagert wird.

Die Betriebsspannungen werden, soweit dies erforderlich ist, in elektronischen Regelschaltungen stabilisiert. Netzspannungsschwankungen können sich somit vor allem nicht auf die Reflektorspannung auswirken, die für jede Frequenz nach Eichkurve einzustellen ist.

#### ZUBEHÖR, ABMESSUNGEN UND GEWICHTE

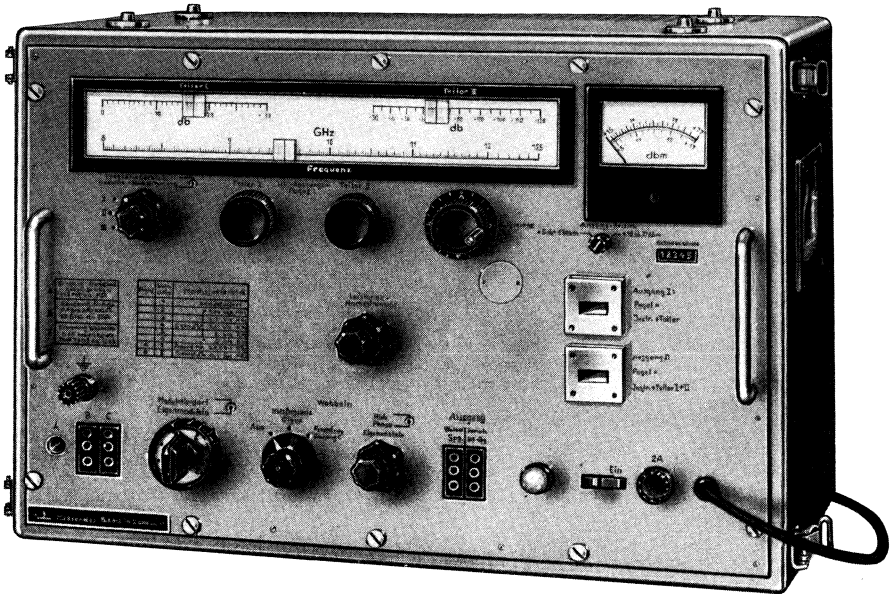
Gegenstand	Bezeichnung	Abmessungen in mm	Gewicht etwa kg	Preis
MESS-SENDER (4,4 bis 9,1 GHz) bestehend aus:				
OSZILLATOR.....	Rel 3 W 515	290 × 110 × 100	5	
<i>Zubehör</i>				
1 Reflex-Klystron .....	RK 5721	—	—	
1 Eichkurve .....	Rel Bv 35 W 262	—	—	
MODULATIONS- UND NETZGERÄT .....	Rel 3 W 913	550 × 368 × 375	30	
<i>Zubehör</i>				
5 Röhren .....	EL 81	—	—	
1 Röhre .....	EF 80	—	—	
4 Röhren .....	ECC 81	—	—	
9 Stabilisatoren .....	85 A 2	—	—	
1 Eisenwasserstoff-Widerstand .....	3 bis 9 V/0,8 A Osram-Soffittenform	—	—	
1 Signallampe 12 V .....	T 1p 2c	—	—	
3 Schmelzeinsätze (2 als Ersatz)				
1 A für 220 V .....	1 C DIN 41 571	—	—	
2 A für 110 V .....	2 C DIN 41 571	—	—	
3 Schmelzeinsätze 0,3 A (2 als Ersatz).....	0,3 C DIN 41 571	—	—	
6 Schmelzeinsätze 0,1 A (4 als Ersatz) .....	0,1/1,2 DIN 41 570	—	—	
<i>Nach Bedarf</i>				
1 Verbindungsleitung .....	Rel Itg 554 a	300, ... 4000	0,5	S. 512
1 Frequenzmesser (5,85 bis 8,5 GHz).....	Rel 3 F 135	230 × 210 × 90	3	S. 108
1 Übergangsstück 3,5/9,5 auf 34 × 15 .....	Rel 3 B 341	70 × 80 × 80	0,4	S. 510
1 Abschlußwiderstand (4 bis 13 GHz) .....	Rel 3 B 380	100 × 24 $\varnothing$	0,15	
1 Leistungsteiler (4 bis 10 GHz) .....	Rel 3 B 79	180 × 70 × 25	0,5	
1 Tonfrequenz-Stromquelle, z. B. Pegelsender (30 bis 20 000 Hz) .....	Rel 3 W 212	550 × 266 × 280	30	S. 27

## Meßsender

8,2 bis 12,4 GHz

Rel 3 W 516

**ANWENDUNG** Der Meßsender ist eine Wechselstromquelle definierter Frequenz und Ausgangsleistung für den Frequenzbereich 8,2 bis 12,4 GHz. Dieses Frequenzband wird in drei Bereichen überstrichen, die sich auf der geeichten Skale weit überlappen. Durch seine große und in weiten



Grenzen regelbare Ausgangsleistung, durch seine hohe Frequenzkonstanz und seine Modulationsmöglichkeiten kann der Meßsender vielseitig verwendet werden, insbesondere bei Messungen an Antennen, Verstärkern und Wellenleitern, bei der Messung des Mischverlustes von Mischstufen, der Empfindlichkeit von Empfängern und bei der Messung von Anpassung und Dämpfungs-Frequenzgang von Hohlleiter-Bauteilen. Die Möglichkeit, die Frequenz des Senders wobbeln zu können, erlaubt die Darstellung von Güte- und Resonanzkurven von Hohlraum-Resonatoren auf dem Schirm einer Kathodenstrahlröhre.

Mit dem eingebauten Modulationsteil läßt sich der Meßsender mit Rechteckspannungen (Folgefrequenz zwischen 60 und 20000 Hz) tasten. Die Ausgangsspannung kann auch mit Fremdspannungen (sinusförmig von 50 bis 30000 Hz oder mit Pulsen bis zu 1  $\mu$ s Pulsbreite von einer Folgefrequenz 0,1 bis 200 kHz) getastet werden. Außerdem ist es möglich, sie mit der Netzfrequenz oder mit einer anzulegenden Sinus- oder Sägezahn-Spannung (50 bis 1000 Hz) zu wobbeln.

Die Betriebsspannungen liefert über den eingebauten Netzteil das Wechselstromnetz 110/220 V.

### VORLÄUFIGE KENNWERTE

Frequenzband in drei Bereichen .....	8,2 bis 12,4 GHz
Unsicherheit der Frequenzzeichnung .....	$\pm 10^{-2}$
Einstellunsicherheit der Frequenz .....	$\leq 10^{-6}$



Frequenzinkonstanz innerhalb 5 Minuten	
nach 15 Minuten Betriebszeit	$\leq 10^{-4}$
nach 2 Stunden Betriebszeit	$\leq 2 \cdot 10^{-5}$
bei $\pm 10\%$ , $-15\%$ Netzspannungsschwankungen	$\leq 2 \cdot 10^{-4}$

Ausgang:

Rechteckhohlleiter	$22 \times 10$
oder Koaxialsteckverbindung	3,5/9,5

*Bei Betrieb als Leistungsmessender (Pegel  $> 0$  dbm):*

HF-Ausgangsleistung, stetig einstellbar,

an den Bandgrenzen mindestens	etwa 50 mW (17 dbm)
in der Bandmitte	etwa 100 mW (20 dbm)

Unsicherheit des Ausgangspegels  $\pm 2$  db

Inkonstanz der Pegelanzeige

bei $\pm 10\%$ , $-15\%$ Netzspannungsschwankungen	$\pm 0,1$ db
--	--------------

*Bei Betrieb als Empfänger-Messender (Pegel  $< 0$  dbm):*

Eichpegel 0 dbm

Unsicherheit der Eichpegelanzeige  $\pm 1$  db

Ausgangspegel, stetig einstellbar bis herab zu  $-120$  dbm

Frequenzgang der Teilerdämpfung  $\pm 1$  db

*Modulation:*

Eigenmodulation (Pulsmodulation):

Folgefrequenz	60 bis 20000 Hz
Tastverhältnis	etwa 1:1
Anstiegszeit	$< 0,5 \mu\text{s}$
Modulationsgrad	100 %

Fremdmodulation:

mit Sinusspannungen (werden in Rechteck umgeformt):

Frequenzbereich	50 bis 30000 Hz
Tastverhältnis	etwa 1:1
Anstiegszeit	$< 0,5 \mu\text{s}$
Modulationsgrad	100 %
Eingangsspannung	etwa $5 V_{\text{eff}}$
Eingangsscheinwiderstand	etwa $10 \text{ k}\Omega$

Pulsmodulation:

Folgefrequenz	0,1 bis 200 kHz
Kürzeste Pulsdauer	$1 \mu\text{s}$
Modulationsgrad	100 %
Anstiegszeit	$< 0,3 \mu\text{s}$
Eingangsscheinwiderstand	$75 \Omega$
Eingangsspannung	etwa $5 V_{\text{ss}}$

Störfrequenzmodulation  $< 10^{-6}$

Störampplitudenmodulationsgrad  $< 10^{-3}$

entsprechend einem Störabstand von  $> 60$  db

Wobbeln:

Eigen:

Modulationsfrequenz ..... Netzfrequenz  
 Hub, stetig einstellbar (3 db Abfall) ..... 0 bis etwa  $\pm 20$  ( $\pm 40$ ) MHz  
 Form der Spannung ..... sinusförmig  
 Abgebare Synchronisierspannung ..... etwa 50 V<sub>eff</sub>  
 in der Phase stetig regelbar ..... etwa 250°

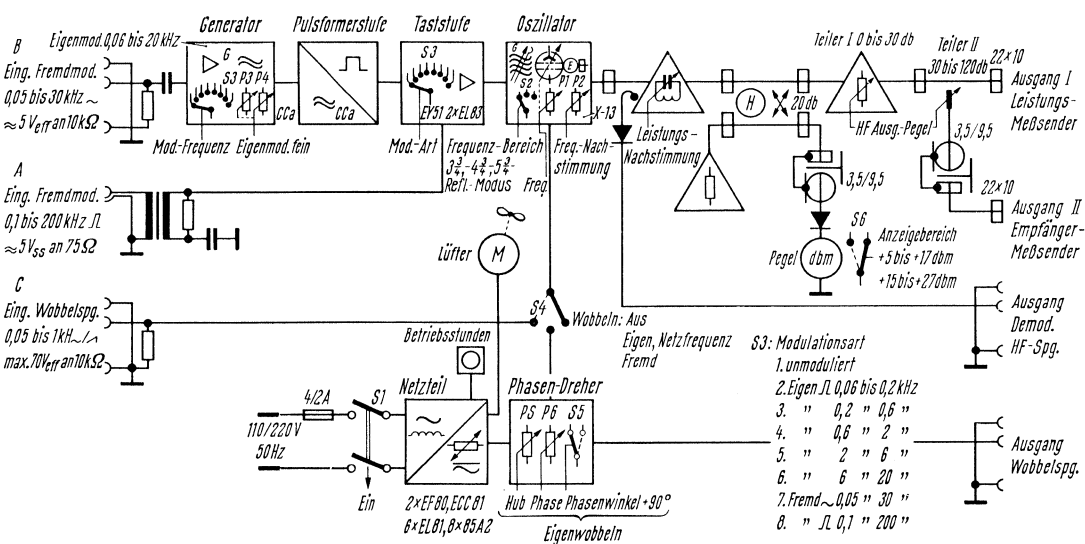
Fremd:

Modulationsfrequenz ..... 30 bis 1000 Hz  
 Hub ..... bis etwa  $\pm 20$  ( $\pm 40$ ) MHz  
 Form der Spannung ..... sägezahn- oder sinusförmig  
 Eingangsscheinwiderstand ..... etwa 100 k $\Omega$

Netzanschluß ..... 110/220 V  $\pm 10\%$  - 15%; 42 bis 60 Hz; etwa 200 VA

ARBEITSWEISE Der Meßsender besteht aus drei Teilen: Dem HF-Teil, dem Modulationsteil und dem Netzteil.

Zur Schwingungserzeugung im *Oszillator* dient das Reflexionsklystron X—13 mit eingebautem Resonator. Bei der Abstimmung dieses Resonators wird die Reflektorspannung am Klystron



selbsttätig eingestellt. Das Frequenzband ist in drei sich weit überlappende Bereiche eingeteilt (Bereichschalter). An den Ausgang des Reflexionsklystrons schließt sich ein Anpassungsglied an, mit dem sich auf größte Leistung abstimmen läßt. Über einen Richtungskoppler, dessen Koppelzweig zum Leistungsmesser führt — die dabei gleichgerichtete HF-Leistung kann den Buchsen „Demod.HF-Spg.“ entnommen werden —, wird die Oszillatorenergie einem geeichten Dämpfungsglied (Teiler I) zugeführt (Leistungsreglung). Der anschließende stetig veränderbare Teiler II liegt vor dem Ausgang „Empfänger-Meßsender“.

Der *Modulationsteil* enthält einen stetig durchstimmbaren RC-Generator, einen Pulsformerkreis mit der Taststufe für Pulsmodulation, ferner einen Amplituden- und Phasenregler für den Wobbel-

betrieb. Der Modulationswahlschalter S 3 gestattet unmodulierten Betrieb, Eigenmodulation durch Rechteckspannungen, Modulation mit sinusförmiger Fremdspannung (Eingang B), die im Pulsformerkreis in eine Rechteckspannung umgewandelt wird, sowie mit fremden Pulsen (Eingang A). Der Wobbelschalter S 4 gestattet wahlweise Eigenwobbeln mit der Netzspannung bei einstellbarem Hub oder Wobbeln mit sinus- oder sägezahnförmiger Fremdspannung (Eingang C). Ferner liefert der Modulationsteil bei Eigenwobbeln eine dem Wobbelübertrager entnommene Spannung, die mittels Phasenregler um etwa 250° gedreht und als Synchronisationsspannung für einen Oszillographen verwendet werden kann (Ausgang „Wobbelspannung“). Pulsmodulation und Wobbeln sind gleichzeitig möglich.

Der *Netzteil* arbeitet mit elektronischen Regelschaltungen. Alle Betriebsspannungen sind bei Netzspannungsschwankungen sehr stabil (hohe Frequenzkonstanz und geringe Störmodulation). Am Netzteil liegt auch das Gebläse mit Luftfilter für die Kühlung des Klystrons.

Das Gerät ist sorgfältig verdrosselt und gut geschirmt.

#### ZUBEHÖR, ABMESSUNGEN UND GEWICHTE

Gegenstand	Bezeichnung	Abmessungen in mm	Gewicht etwa kg	Preis
MESS-SENDER (8,2 bis 12,4 GHz) .....	Rel 3 W 516	550 × 368 × 400	45	
<i>Zubehör</i>				
6 Röhren .....	EL 81	—	—	
je 1 Röhre .....	ECC 81, EY 51	—	—	
je 2 Röhren .....	CCa EF 80, EL 83	—	—	
1 Reflex-Klystron .....	X—13	—	—	
8 Stabilisatoren .....	85 A 2	—	—	
1 Eisenwasserstoff-Widerstand .....	3 bis 9 V/1,35 A, CPY Osram- Soffittenform	—	—	
1 Signallampe 12 V .....	T 1p 2c	—	—	
je 3 Schmelzeinsätze (2 als Ersatz)				
2 A bei 220 V .....	2/250 DIN 41571	—	—	
4 A bei 110 V .....	4/250 DIN 41 571	—	—	
0,2 A .....	0,2/250 DIN 41571	—	—	
0,5 A .....	0,5/250 DIN 41571	—	—	
0,3 A .....	0,3/250 DIN 41 571	—	—	
<i>Nach Bedarf</i>				
1 Verbindungsleitung 3,5/9,5 z. B. ....	Rel Itg 554a, b, c	300, ... 4000	0,5	} S. 512
1 Verbindungsleitung (für Fremdmodulation), z. B. ....	Rel Itg 546a, ... d	500, ... 2000	0,2	
und	Rel Itg 592a, ... h	300, ... 3000	0,2	
1 Abschlußwiderstand 22 × 10 .....	Rel 3 B 343	135 × 55 × 45	0,2	S. 510



Blick in eines unserer Prüffelder für Nachrichten-Meßgeräte

# B 2

## Frequenz- meßgeräte

### ÜBERSICHT

Gerät	Bezeichnung Rel 3	Meßbereich	Meßunsicherheit	Seite
Tonfrequenzmesser . . . . .	Ms-List.-Nr. 230631	16 bis 100000 Hz	$\pm 1,5 \cdot 10^{-2}$	78
Frequenz-Meßbrücke $10^{-3}$ .	F 11	30 Hz bis 100 kHz	$\pm 1$ bis $3 \cdot 10^{-3}$	80
Frequenzzähler mit Frequenznormal . . . . . und mit Frequenzumsetzer	F 128 + F 129 F 130	10 Hz bis 1 MHz bis 100 MHz	$\pm 10^{-7}$ $\pm 10^{-7}$	83
Frequenz-Vergleichsgerät . .	F 127	1, . . . 550 kHz	—	
Frequenz-Vergleichsgerät . .	F 131	60 kHz/60 kHz; 60 kHz/1860 kHz	—	90
Frequenzmesser $10^{-3}$ . . . . .	F 19	30 bis 300 kHz	$\pm 10^{-3}$	92
Frequenz-Eichgerät . . . . .	F 122	1, . . . 1000 MHz	$\pm 2 \cdot 10^{-5}$	94
Frequenzmesser $5 \cdot 10^{-3}$ . . .	F 116	80 bis 2000 MHz	$\pm 5 \cdot 10^{-3}$	96
Frequenzmesser $5 \cdot 10^{-3}$ . . .	F 111	0,8 bis 5,5 GHz	$\pm 5 \cdot 10^{-3}$	98
Frequenzmesser $5 \cdot 10^{-6}$ . . . .	F 113	0,7 bis 5,5 GHz	$\pm 5 \cdot 10^{-6}$	100
Frequenzmesser $5 \cdot 10^{-4}$ (6/16) . . . . .	F 120	1,5 bis 5 GHz	$\pm 5 \cdot 10^{-4}$	104
Frequenzmesser $5 \cdot 10^{-4}$ (58 × 29) . . . . .	F 121	3,3 bis 5 GHz	$\pm 5 \cdot 10^{-4}$	
Frequenzmesser $5 \cdot 10^{-5}$ . . . .	F 112	2,4 bis 2,7 GHz	$\pm 5 \cdot 10^{-5}$	106
Frequenzmesser $2 \cdot 10^{-4}$ (34 × 15) . . . . .	F 135	5,85 bis 8,5 GHz	$\pm 2 \cdot 10^{-4}$	108
Frequenzmesser $5 \cdot 10^{-4}$ (22 × 10) . . . . .	F 136	8,2 bis 12,4 GHz	$\pm 5 \cdot 10^{-4}$	

## Tonfrequenzmesser

Ms-List.-Nr. 230 631

16 bis 100 000 Hz

**ANWENDUNG** Mit diesem Gerät können die Frequenzen des gesamten Tonfrequenzbereiches und darüber hinaus bis 100 kHz schnell und mit einer für viele Zwecke ausreichenden Genauigkeit gemessen werden. Man liest die Frequenz an einem eingebauten Drehspulinstrument mit linear



geteilter Doppelskala unmittelbar ab. Die Messung ist in sehr weiten Grenzen unabhängig von der Amplitude der Spannung. Etwaige Veränderungen des eingebauten Stabilisators lassen sich durch Nachstellen eines äußerlich zugänglichen Drehwiderstandes ausgleichen. Hierzu kann man die angezeigte Frequenz entweder mit der Netzfrequenz durch Betätigen eines Druckknopfes oder aber mit einer beliebigen, den Klemmen  $f_x$  zugeführten Normalfrequenz vergleichen.

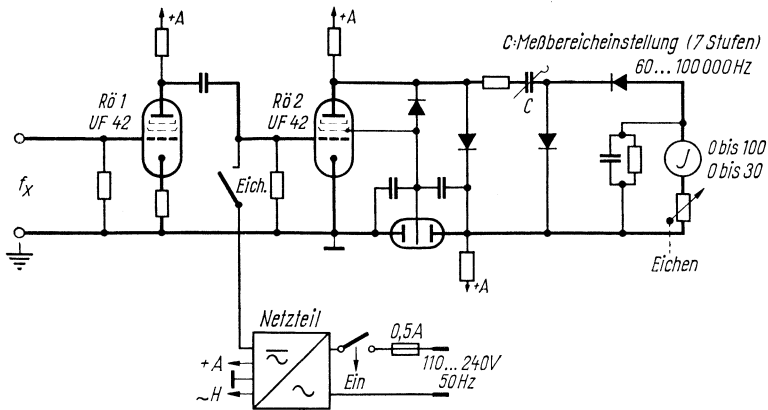
Die Betriebsspannungen liefert über einen eingebauten Netzteil das Wechselstromnetz 110/220 V.

### KENNWERTE

Meßbereich .....	16 bis 100 000 Hz
unterteilt in sieben Teilbereiche	
mit den Endwerten .....	60, 300, 1000, 3000, 10 000, 30 000, 100 000 Hz
Meßunsicherheit .....	$\pm 1,5\%$
Eingangsspannung .....	0,6 bis 100 V
Eingangswiderstand .....	$> 1 \text{ M}\Omega$
Netzanschluß .....	110, 125, 150, 220, 240 V $\pm 10\%$ ; 40 bis 60 Hz; 15 VA

**ARBEITSWEISE** Die Spannung mit der zu messenden Frequenz wird über die Klemmen  $f_x$  der Verstärkerstufe (Röhre 1) zugeführt. Die verstärkte Wechselspannung steuert die darauffolgende Schalteröhre (2) so weit aus, daß die Röhre wie ein Relais arbeitet und den Anodenstromkreis im Takt der zu messenden Frequenz ein- und ausschaltet. Die Anode dieser Schalteröhre liegt über zwei Richtleiter an der oberen Glimmstrecke eines Stabilisators. An die Mitte dieser Richtleiter einerseits und die obere Elektrode des Stabilisators andererseits ist ein umschaltbarer Meßkreis angeschlossen. Dieser enthält ein Drehspulinstrument, das ebenfalls über Richtleiter im Ladekreis

eines Kondensators liegt. Der Strom im Drehspulinstrument ist von einer bestimmten kleinsten Eingangsspannung an unabhängig von dieser und direkt proportional der Frequenz, da der Meßkondensator stets auf einen ganz bestimmten, gleichbleibenden Spannungswert aufgeladen wird.



Der Meßwert kann von der Kurvenform der Eingangsspannung nur in einem schmalen Gebiet, nämlich zwischen 0 und 0,6 V beiderseits der Nulllinien, beeinflußt werden. In diesem Gebiet können Einsattelungen das Meßergebnis fälschen. Es ist in solchen Fällen, die selten auftreten, am sichersten, die Eingangsspannung so zu vergrößern, daß etwaige Einsattelungen außerhalb dieses Gebietes liegen. Wenn diese Bedingung erfüllt wird, ist der Meßwert immer richtig.

#### ZUBEHÖR, ABMESSUNGEN UND GEWICHTE

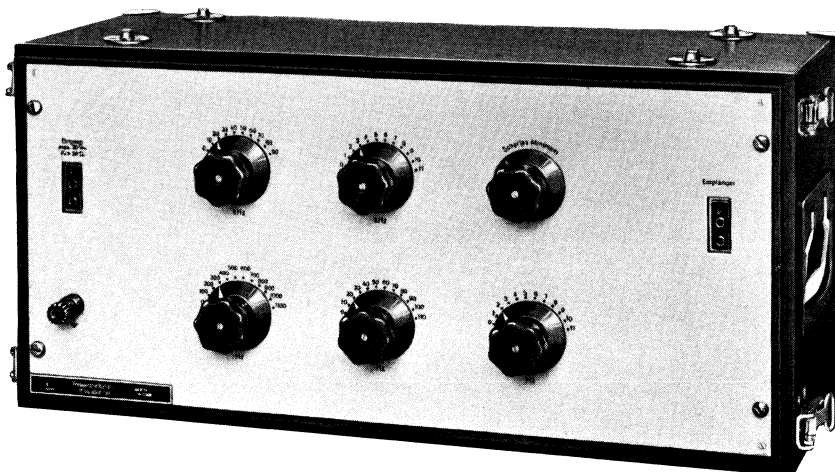
Gegenstand	Bezeichnung	Abmessungen in mm	Gewicht etwa kg	Preis
TONFREQUENZMESSER (16 bis 100000 Hz).....	Ms-List.-Nr. 230631	320 × 220 × 170	8,5	
<i>Zubehör</i>				
2 Röhren .....	UF 42	—	—	
1 Stabilisator .....	StV 150/20	—	—	
3 Schmelzeinsätze 0,5 A (2 als Ersatz) .....	0,5/250 DIN 41 571	—	—	
1 Netzanschlußleitung mit üblichem Gerätestecker .....	—	—	—	
<i>Nach Bedarf</i>				
Verbindungsleitungen, z.B. ....	9 Rel ltg 28	250, ... 2000	0,05	S. 512

## Frequenz-Meßbrücke $10^{-3}$

Rel 3 F 11

30 Hz bis 100 kHz

**ANWENDUNG** Frequenzbestimmungen bei der Entwicklung und bei der Fertigung von Geräten der Nachrichtentechnik müssen mit hoher Genauigkeit durchgeführt werden. Auch der Betrieb verlangt für eine Reihe von Messungen eine Frequenzgenauigkeit, die über die der normalen Strom-



quellen und Frequenzzeiger hinausgeht. Dies ist z. B. bei Scheinwiderstands-Messungen an Leitungen zur Fehlerortsbestimmung, bei Dämpfungs- und Scheinwiderstands-Messungen an Siebketten, bei Resonanzmessungen aller Art der Fall, kurz überall da, wo die Meßgröße stark frequenzabhängig ist.

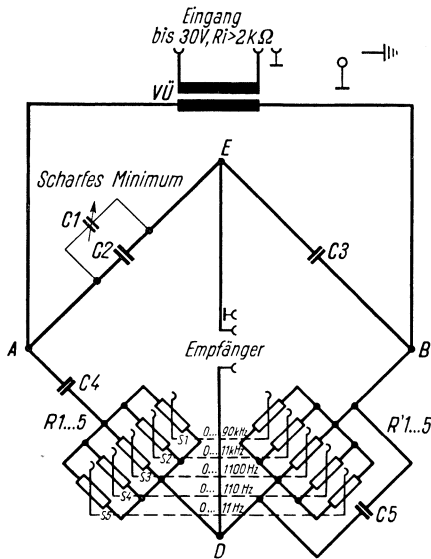
Für diese Messungen ist der Einsatz von Frequenzmeßgeräten mit einer Meßunsicherheit von wenigen Promille notwendig. Die *Frequenz-Meßbrücke* Rel 3 F 11 mit einem Frequenzbereich von 30 Hz bis 100 kHz erfüllt diese Forderung. Als Empfänger genügt im Bereich von etwa 100 bis 4000 Hz ein Meßhörer. Den gesamten Frequenzbereich der Brücke erfaßt z. B. der Überlagerungsempfänger Rel 3 U 412 (S. 459) oder Rel 3 U 420 (S. 459), mit denen sich ein sehr einfacher Meßvorgang ergibt; außerdem bieten Überlagerungsempfänger noch den Vorteil, daß sie auch als Anzeigeverstärker bei den obengenannten Messungen verwendet werden können. Die Überlagerungsempfänger lassen sich durch Breitband-Spannungsmesser mit entsprechendem Meß- und Frequenzbereich ersetzen, wenn man ihnen Tief- oder Bandpässe vorschaltet.

### KENNWERTE

Meßbereich .....	30 Hz bis 100 kHz
einstellbar in Schritten von .....	1 Hz
Meßunsicherheit	
für Frequenzen von 30 bis 30000 Hz .....	$\pm 1\text{‰}$ $\pm 1$ Hz
für Frequenzen von 30 bis 60 kHz .....	$\pm 2\text{‰}$
für Frequenzen von 60 bis 100 kHz .....	$\pm 3\text{‰}$
Eingangswiderstand bei allen Frequenzen .....	$> 2$ k $\Omega$
Größte zulässige Eingangsspannung bei allen Frequenzen .....	30 V

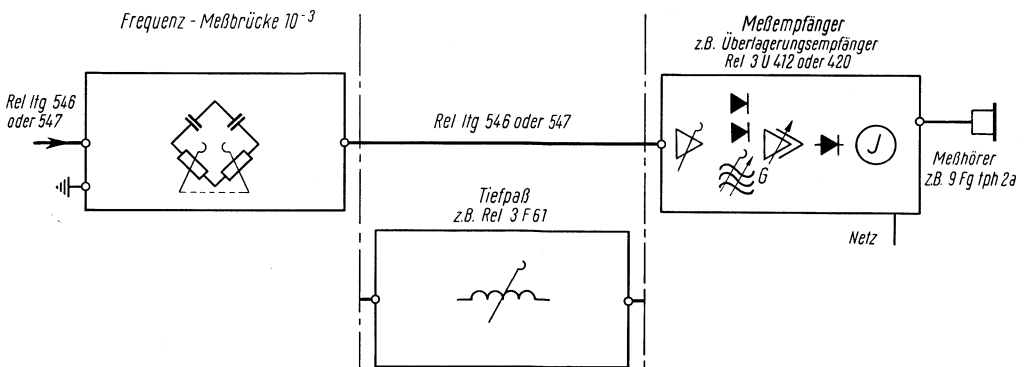


**ARBEITSWEISE** Dem Gerät liegt eine von Wien-Robinson angegebene Brückenschaltung zugrunde, die für Frequenzmessungen besonders geeignet ist. Die Kondensatoren C 4 und C 5 sind ebenso wie die gemeinsam geschalteten Widerstände R 1...5 und R' 1...5 einander gleich. Bei der Kreisfrequenz  $\omega = 2 \pi f$  herrscht im Nullzweig ED Tonminimum, wenn  $C 3 = 2 (C 1 + C 2)$  ist. Damit



auch für andere Kreisfrequenzen ein Tonminimum erzielt wird, ist es nur nötig, entsprechende R- (oder C-)Werte einzustellen. Die mit den Schaltern S 1 bis S 5 geschalteten Widerstandsgruppen R 1 bis R 5 können also in Hertz beschriftet werden. Durch sorgfältige Herstellung und Alterung haben die Widerstände ausreichende Konstanz und Winkelgleichheit. Als Folge der Fehlwinkel der Widerstände muß das Verhältnis C 2 : C 3 mit C 1 („Scharfes Minimum“) geändert werden können, womit aber kein Fehler in der Frequenzmessung verbunden ist. Der Vorübertrager VÜ verhindert, daß Änderungen in den Erdungsverhältnissen der zu messenden Spannung einen störenden Einfluß auf das Meßergebnis haben. Die Eingangsschaltung ist so gewählt, daß der Eingangswiderstand des Gerätes im gesamten Frequenzbereich  $> 2 \text{ k}\Omega$  bleibt.

**AUFBAU DES MESSPLATZES** Bei ausreichender Brücken-Eingangsspannung genügt als Meßempfänger für den Frequenzbereich von etwa 100 bis 4000 Hz ein Meßhörer allein. Bei unzureichender Eingangsspannung wird die Brückenrestspannung z.B. mit dem Spannungsmesser 10 mV/100 V,



Rel 3 U 122 (S. 412) verstärkt. Dieses Gerät ist für den Frequenzbereich 30 bis 20 000 Hz eingerichtet, eignet sich also auch zur Anzeige in diesem Bereich.

Da Oberwellen durch die Brücke nur wenig gedämpft werden, können vor allem bei hohen Eingangsspannungen und bei mehr als 5% Klirrfaktor der Spannung im selektiven Empfangsverstärker durch Übersteuerung Spannungen mit der Grundfrequenz auftreten; in breitbandigen Empfangsverstärkern wird die Erkennbarkeit des Minimums verschlechtert. In diesen Fällen muß ein Tiefpaß Rel 3 F 61 (S. 120) dem Empfangsverstärker vorgeschaltet werden. Bei Verwendung des Überlagerungsempfängers Rel 3 U 412 (S. 459) oder Rel 3 U 420 (S. 459), des Pegelmessers Rel 3 K 13 a (S. 322) vom Meßplatz für Trägerfrequenz-Einrichtungen und anderer selektiver Pegelmesser werden diese Störungen bei den zulässigen Eingangsspannungen ohne Tiefpaß sicher vermieden.

#### ZUBEHÖR, ABMESSUNGEN UND GEWICHTE

Gegenstand	Bezeichnung	Abmessungen in mm	Gewicht etwa kg	Preis
FREQUENZ-MESSBRÜCKE $10^{-3}$ (30 Hz bis 100 kHz) . . . . .	Rel 3 F 11	550 × 266 × 280	20	
<i>Nach Bedarf</i>				
1 Meßhörer, z. B. . . . .	9 Fg tph 2a	—	—	
1 Überlagerungsempfänger (30 Hz bis 1 MHz) . . . . .	Rel 3 U 412	550 × 300 × 280	26	S. 459
oder				
1 Überlagerungsempfänger (30 Hz bis 1 MHz) . . . . .	Rel 3 U 420	550 × 300 × 280	26	S. 459
oder				
1 Spannungsmesser 10 mV/100 V (30 bis 20 000 Hz) . . . . .	Rel 3 U 122	137 × 266 × 180	4	S. 412
1 Siebenstufiger Tiefpaß				
30 bis 300 Hz . . . . .	Rel 3 F 61 a	550 × 220 × 280	25	} S. 120
300 bis 3000 Hz . . . . .	Rel 3 F 61 b	550 × 220 × 280	21	
3 bis 30 kHz . . . . .	Rel 3 F 61 c	550 × 220 × 280	18	
30 bis 300 kHz . . . . .	Rel 3 F 61 d	550 × 220 × 280	12	
1 oder 2 Verbindungsleitungen, z. B. . . . .	Rel ltg 546 a, . . . d	500, . . . 2000	0,2	} S. 516
oder	Rel ltg 547 a, . . . e	250, . . . 2000	0,2	

**Frequenzzähler  $10^{-7}$**

10 Hz bis 1 MHz

Rel 3 F 128

**Frequenznormal**

100 Hz; 1, 10, 100 kHz; 1 und 10 MHz

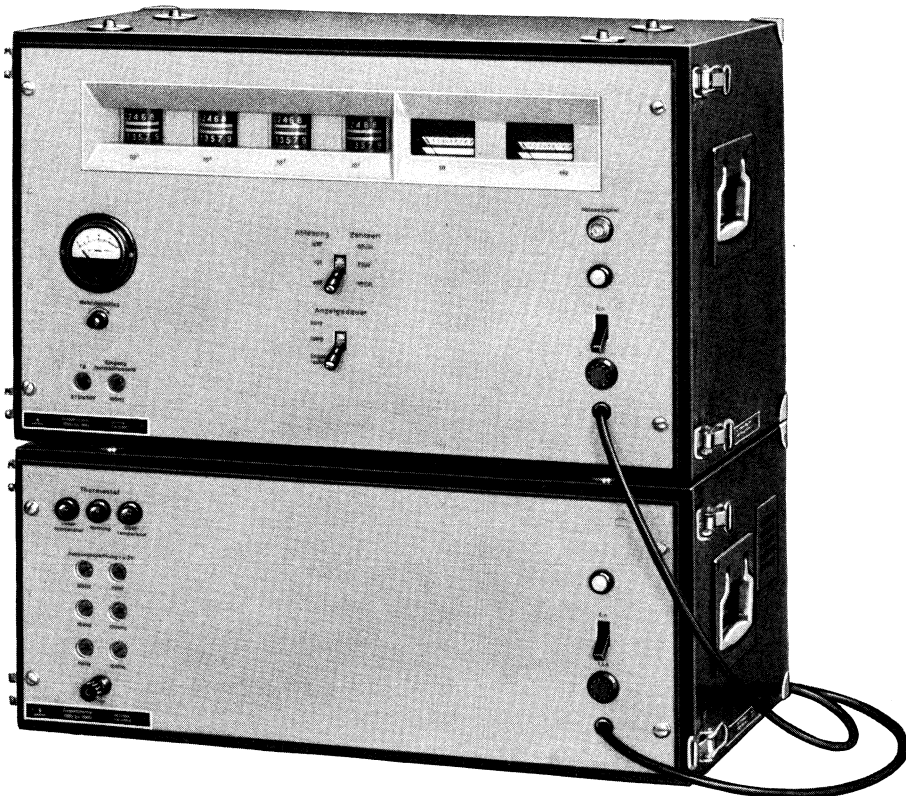
Rel 3 F 129

**Frequenzumsetzer**

1 bis 100 MHz

Rel 3 F 130

ANWENDUNG Der *Frequenzzähler* Rel 3 F 128 — er arbeitet nach dem elektronischen Zählprinzip — dient zum Bestimmen von Frequenzen im Bereich von 100 Hz bis 1 MHz. Die dazu erforderliche Steuerfrequenz liefert das *Frequenznormal* Rel 3 F 129, das Frequenzen von 100 Hz, ... 10 MHz



Frequenzzähler (oben) und Frequenznormal (unten)

mit einer Unsicherheit von  $10^{-7}$  abgibt. Zusammen mit dem *Frequenzumsetzer* Rel 3 F 130 sind Frequenzmessungen bis 100 MHz möglich. Ferner stellen die Geräte Rel 3 F 129 + Rel 3 F 130 einen *Normalfrequenzen-Generator* für die Frequenzen 1, 2, 3, ... 99 MHz dar.

Der Vorzug des Frequenzzählers und auch des gesamten Gerätesatzes — er trägt die Bezeichnung Rel 33 F 11 — ist die unmittelbare und eindeutige Anzeige des Meßwertes ohne schwierige Abstimmarbeiten. Somit kann auch ungeschultes Personal Frequenzmessungen mit sehr hoher Genauigkeit durchführen. Durch die Möglichkeit, an Stelle der Frequenz die Periodendauer messen zu können, erreicht man auch bei Frequenzen unter 10 kHz die gleiche hohe Genauigkeit.

Der Frequenzzähler wird z.B. bei der Fertigungsüberwachung und zur Prüfung von Schwingquarzen sowie zum Eichen von Sendern und Empfängern verwendet; ferner zur Betriebsüberwachung von Trägerversorgungs-Einrichtungen der TF-Fernsprechsysteme.

Die Betriebsspannungen liefert bei allen drei Geräten über eingebaute Netzteile das 220-V-Wechselstromnetz.

#### KENNWERTE

##### *Frequenzzähler Rel 3 F 128:*

Meßbereich .....	10 Hz bis 1 MHz
Meßunsicherheit .....	$\pm 1 \cdot 10^{-7} \pm 1$ Zählinheit
Erforderliche und zulässige Eingangsspannung .....	0,1 bis 50 V
Eingangswiderstand .....	100 k $\Omega$ parallel 50 pF
Erforderliche Normalfrequenz .....	100 Hz
bei einer Eingangsspannung (Sinusspannung) .....	2 V an 1 M $\Omega$
Zählzeit, umschaltbar .....	0,1; 1; 10 s
Ablesezeit, umschaltbar .....	2 s, 6 s, dauernd
Netzanschluß .....	220 V $\pm 10\%$ ; 40 bis 60 Hz; 300 VA

##### *Frequenznormal Rel 3 F 129:*

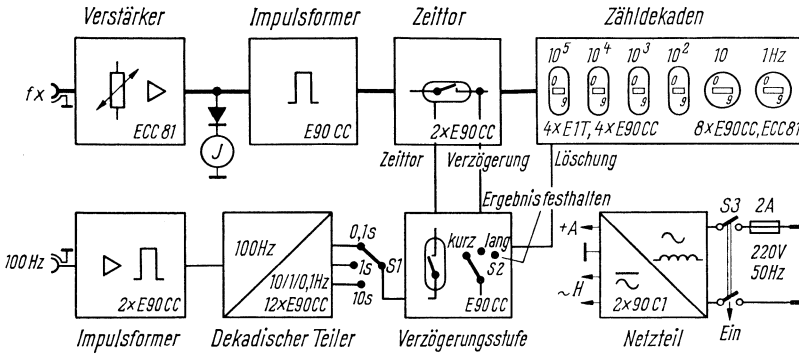
Normalfrequenzen .....	100 Hz; 1, 10, 100 kHz; 1 und 10 MHz
Frequenzunsicherheit .....	$\pm 1 \cdot 10^{-7}$
Ausgangsspannung .....	etwa 2 V
Netzanschluß .....	220 V $\pm 10\%$ ; 40 bis 60 Hz; 150 VA

##### *Frequenzumsetzer Rel 3 F 130:*

Frequenzbereich	
Eingang .....	1 bis 100 MHz
Ausgang .....	0 bis 1,2 MHz
Erforderliche Umsetzerfrequenzen (aus Frequenznormal) .....	1 und 10 MHz
Erforderliche Eingangsspannung .....	0,1 bis 5 V
Eingangswiderstand .....	60 $\Omega$
Ausgangsspannung (0 bis 1 MHz) für Frequenzzähler .....	etwa 0,5 V an 75 $\Omega$
Als Normalfrequenz-Generator:	
Frequenzen .....	zwischen 1 und 99 MHz
in Schritten von .....	1 MHz
Frequenzunsicherheit bestimmt Frequenznormal, also .....	$\pm 1 \cdot 10^{-7}$
Ausgangsspannung .....	$> 0,3$ V an 60 $\Omega$
Netzanschluß .....	220 V $\pm 10\%$ ; 40 bis 60 Hz; 240 VA

**ARBEITSWEISE** Die Frequenz ergibt sich im *Frequenzzähler* durch Auszählen der Nulldurchgänge während einer bestimmten Zeit. Für diese Zählzeit ist nach mehrmaliger dekadischer Teilung das Frequenznormal bestimmend; sie beträgt wahlweise 0,1; 1 oder 10 s. Bei einer Zählzeit von 1 s entspricht die gezählte Impulszahl unmittelbar der Frequenz in Hertz, bei 10 s ist sie durch 10 zu teilen, bei 0,1 s mit 10 zu multiplizieren.

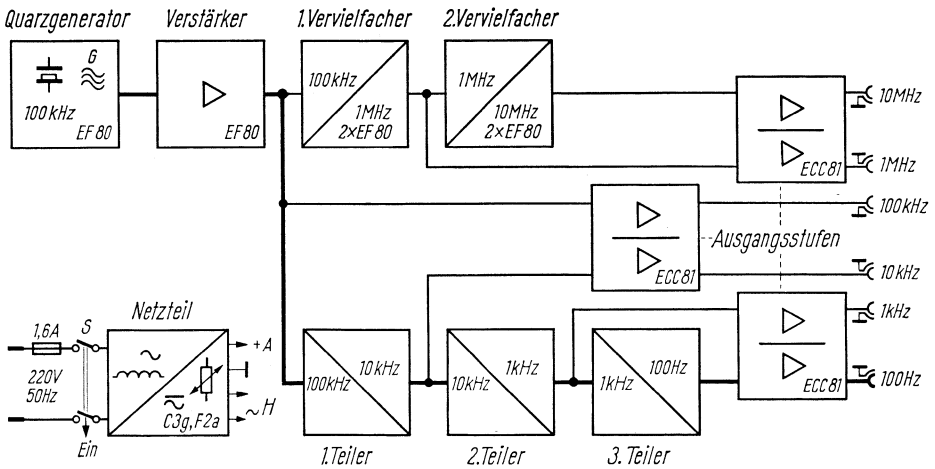
Gezählt wird in sechs Dekaden. Zur Anzeige der Einer- und Zehnerdekaden dienen von Flip-Flop-Teilern gesteuerte Instrumente. Für die übrigen Dekaden ( $10^2$  bis  $10^5$ ) werden elektronische Zählröhren benutzt. Nach jeder Zählung ist zur Gewinnung einer ausreichenden Ableszeit das Gerät



Frequenzzähler Rel 3F 128

für eine einstellbare Zeit blockiert. Nach Ablauf dieser Zeit wird das Ergebnis gelöscht und erneut gezählt. In Stellung „Ergebnis festhalten“ bleibt der Zählwert beliebig lange stehen.

Bei niedrigen Frequenzen wäre die Meßunsicherheit (durch die Streuung der letzten Stelle um  $\pm 1$  Zählinheit) groß. Um wieder eine Unsicherheit von nur  $10^{-7}$  zu erreichen, werden in diesem Fall eine Normalfrequenz-Spannung (1 MHz) an die Buchse „ $f_x$ “ und die Spannung mit der zu



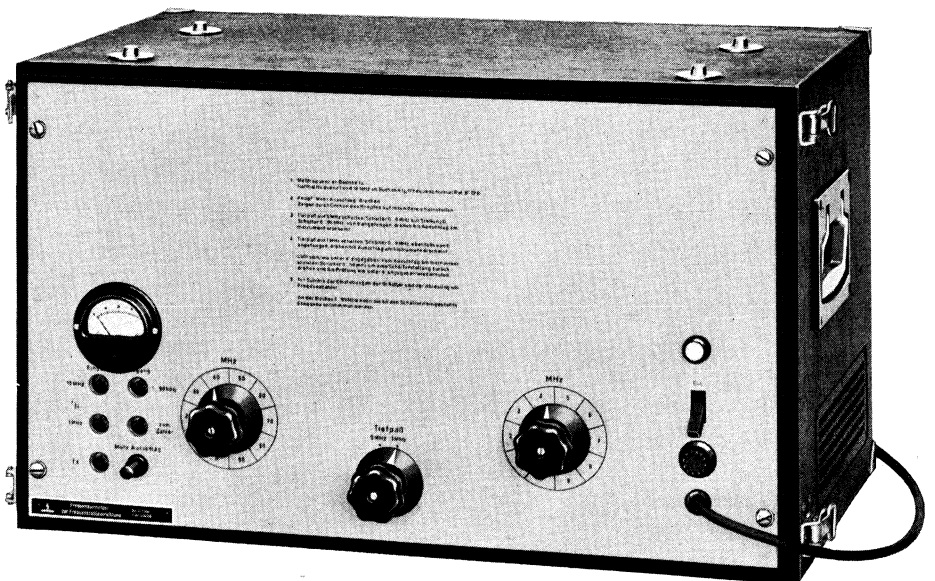
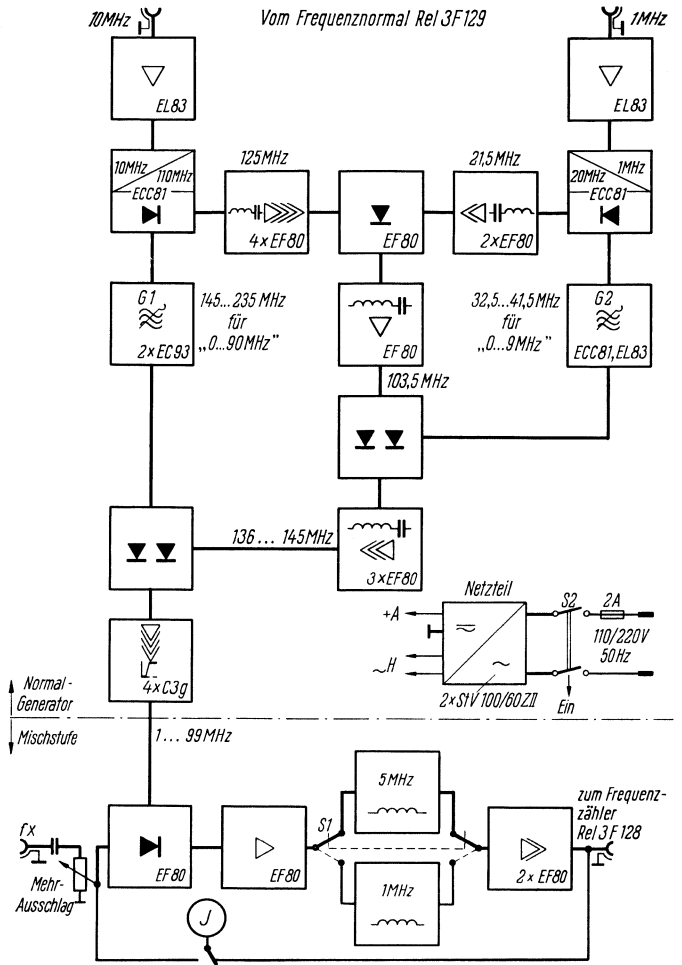
Frequenznormal Rel 3F 129

messenden Frequenz an den Eingang „Normalfrequenz 100 Hz“ gelegt. Bei dieser Messung ergibt sich die Periodendauer, d.h. der Kehrwert der Frequenz, in Mikrosekunden.

Das *Frequenznormal* enthält einen Quarzsender, der durch einen Thermostaten auf konstanter Temperatur gehalten wird und der eine Schwingung von 100 kHz erzeugt. Ihre Frequenz wird auf 1 MHz und 10 MHz vervielfacht, sowie auf 10 kHz, 1 kHz und 100 Hz heruntergeteilt. Das Gerät liefert somit auch die Normalfrequenzen, die für den mit dem Frequenzumsetzer Rel 3 F 130 vervollständigten Meßsatz im Frequenzbereich von 100 Hz bis 100 MHz benötigt werden.

Der Frequenzumsetzer besteht aus einem Normalfrequenzen-Generator (oberer Schaltbildteil), der, vom Frequenznormal gesteuert, ganzzahlige Frequenzen zwischen 1 und 99 MHz liefert, und einer Mischstufe (unterer Schaltbildteil). Beim Messen wird zunächst diejenige Normalfrequenz gesucht, die zusammen mit der zu messenden Frequenz eine Differenz kleiner oder gleich 1 MHz bildet. Da sich die Einer und die Zehner der Normalfrequenz unabhängig voneinander einstellen lassen, ist dieser Suchvorgang sehr einfach. Die entstehende Schwebungsfrequenz am Ausgang der Mischstufe wird dann, wie oben beschrieben, mit dem Frequenzzähler gemessen. Zur Gewinnung der Normalfrequenzen von 1, ... 99 MHz werden aus einem 1-MHz- und einem 10-MHz-Raster, die beide von dem gleichen 100-kHz-Quarz des Frequenznormals abgeleitet sind, die gewünschten Frequenzen — getrennt nach Einern und Zehnern — ausgesiebt und zusammengesetzt. Das angewandte Verfahren ergibt einfache Bedienbarkeit und sichere Arbeitsweise.

Alle Verbindungen werden mit Verbindungsleitungen Rel Itg 533 vorgenommen.



Frequenzumsetzer Rel 3 F 130

ZUBEHÖR, ABMESSUNGEN UND GEWICHTE

Gegenstand	Bezeichnung	Abmessungen in mm	Gewicht etwa kg	Preis
FREQUENZ-MESSGERÄTESATZ 10 <sup>-7</sup> (100 Hz bis 100 MHz) .....	Rel 33 F 11	—	—	
bestehend aus:				
FREQUENZZÄHLER 10 <sup>-7</sup> (100 Hz bis 1 MHz) .....	Rel 3 F 128	550 × 368 × 375	50	
<i>Zubehör</i>				
30 Röhren .....	E 90 CC	—	—	
2 Röhren .....	ECC 81	—	—	
4 Röhren .....	E 1 T	—	—	
2 Stabilisatoren .....	90 C 1	—	—	
3 Schmelzeinsätze 2 A (2 als Ersatz) .....	2/250 DIN 41571	—	—	
1 Signallampe 6 V .....	T lp 2b	—	—	
1 Signallampe 110 V .....	T lp 12d	—	—	
1 geschirmte Verbindungsleitung, z.B. ....	Rel ltg 533c	750	0,14	} S. 512
1 geschirmte Verbindungsleitung, z.B. ....	Rel ltg 533d	1000	0,15	
FREQUENZNORMAL 10 <sup>-7</sup> (100 Hz ... 10 MHz) .....	Rel 3 F 129	550 × 232 × 375	33	
<i>Zubehör</i>				
6 Röhren .....	EF 80	—	—	
3 Röhren .....	ECC 81	—	—	
3 Röhren .....	E 90 CC	—	—	
1 Röhre .....	C 3 g	—	—	
1 Röhre .....	F 2 a	—	—	
3 Schmelzeinsätze 1,6 A (2 als Ersatz) .....	1,6/250 DIN 41571	—	—	
1 Signallampe 6 V .....	T lp 2b	—	—	
3 Signallampen 24 V .....	T lp 2d	—	—	
FREQUENZUMSETZER (1 bis 100 MHz) .....	Rel 3 F 130	550 × 368 × 375	45	
<i>Zubehör</i>				
je 3 Röhren .....	ECC 81, EL 83	—	—	
2 Röhren .....	EC 93	—	—	
15 Röhren .....	EF 80	—	—	
4 Röhren .....	C 3 g	—	—	
2 Stabilisatoren .....	Stv 100/60 Z II	—	—	
1 Eisenwasserstoff-Widerstand .....	4,5 bis 13,5 V; 2 × 0,2 A	—	—	
1 Eisenwasserstoff-Widerstand .....	6 bis 18 V; 0,5 A	—	—	
1 Signallampe 6 V .....	T lp 2b	—	—	
3 Schmelzeinsätze 2 A (2 als Ersatz) .....	2/250 DIN 41 571	—	—	
2 Verbindungsleitungen, z.B. ....	Rel ltg 533c	750	0,14	S. 512

## Frequenz-Vergleichsgerät

Rel 3 F 127

1, ... 550 kHz

**ANWENDUNG** Damit das Übersprechen bei Trägerfrequenzsystemen für Freileitungen zwischen gleichen, parallel betriebenen Systemen unverständlich ist, wird das übertragene Frequenzband der einzelnen Systeme gegeneinander um 1, 2 oder 3 kHz verschoben. Dabei ist es erforderlich,



in den Endämtern und in den Zwischenämtern mit Umsetzung neben den durch Vervielfachung der Grundfrequenz von 4 kHz gewonnenen Trägerfrequenzen auch ein oder mehrere Träger in sogenannten freischwingenden Quarzoszillatoren zu erzeugen. Außerdem gibt es Trägerfrequenzsysteme, die aus anderen Erwägungen mit freischwingenden Oszillatoren arbeiten, z. B. wird man diese immer dann verwenden, wenn eine leichte Austauschbarkeit zur Anpassung der Geräte an verschiedene Frequenzpläne gefordert ist.

Das *Frequenz-Vergleichsgerät* dient dazu, die Frequenz dieser freischwingenden Quarzoszillatoren während des Betriebes nach der 4-kHz-Grundfrequenz der Trägerversorgung abzugleichen; dies kann nach der Schwebungsanzeige am eingebauten Instrument oder durch Abhören der Schwebung mit einem Kopfhörer durchgeführt werden. Ganz allgemein lassen sich mit dem Frequenz-Vergleichsgerät Wechselstromgeneratoren im Frequenzbereich von 1... 550 kHz durch Vergleich mit einer Normalfrequenz von 4 kHz (oder auch 1 kHz) auf Vielfache von 1 kHz mit der Genauigkeit der Normalfrequenz abgleichen.

Das Gerät ist als Betriebsmeßgerät in einen kleinen tragbaren Metallkoffer eingebaut.

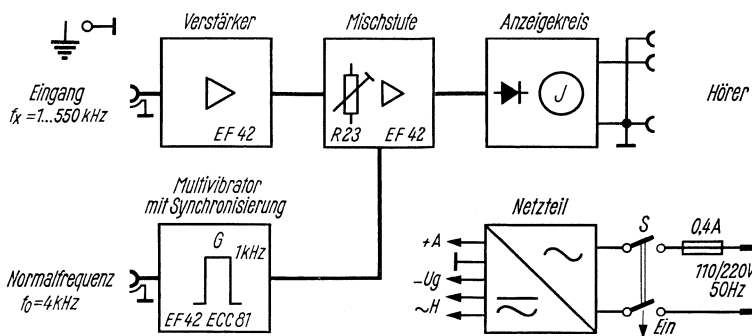
Die Betriebsspannungen liefert über einen eingebauten Netzteil das Wechselstromnetz 220 V.

### KENNWERTE

Meßbereich .....	$n \cdot 1 \text{ kHz}$ ( $n = 1; 2; 3 \dots 549; 550$ )
Erforderliche Eingangsspannung .....	$1 \text{ V} \pm 20\%$
Eingangswiderstand .....	$\geq 75 \Omega$
Erforderliche Normal-Frequenz der Vergleichsspannung .....	4 kHz (1 kHz)
erforderliche Spannungshöhe .....	0,8 bis 1 V
Eingangswiderstand	
in der Buchse „Normal-Frequenz“ .....	$\geq 75 \Omega$
Anzeige .....	durch Schwebung am eingebauten Instrument oder am Hörer
Netzanschluß .....	$220 \text{ V} \pm 10\%$ ; 40 bis 60 Hz; etwa 25 VA



**ARBEITSWEISE** Das Gerät arbeitet nach dem Schwebungsprinzip: Eine Frequenz  $f_x$  wird mit einer Oberwelle einer Normalfrequenz  $f_0$  gemischt. Die am „Eingang“ zugeführte Spannung des zu prüfenden Generators mit der Frequenz  $f_x$  wird verstärkt (EF 42) und zur Spannung eines Hilfs-generators (ECC 81) addiert, der sehr schmale Impulse mit einer Folgefrequenz von 1 kHz liefert. Die Doppelröhre ECC 81 ist als Multivibrator geschaltet, dessen 1-kHz-Schaltfrequenz mit der



4-kHz-Normalfrequenz des Trägerfrequenzsystems synchronisiert wird. Das Oberwellenspektrum des Multivibrators reicht bis 550 kHz. Man kann auch eine 1-kHz-Frequenz als Normal verwenden.

Die Summenwechselspannung gelangt hinter der Mischschaltung an das Gitter einer weiteren Röhre EF 42, die in C-Schaltung arbeitet. Die Amplitude der entstehenden 1-kHz-Wechselspannung ist dann mit einer Frequenz moduliert, die der Abweichung des freischwingenden Generators von der Sollfrequenz entspricht. Die Schwebung ist als Modulation eines 1-kHz-Tones hörbar und an dem eingebauten Instrument durch Pendeln des Zeigers sichtbar.

Der Zeiger pendelt bei einer Frequenzabweichung kleiner als 10 Hz; bei Übereinstimmung beider Frequenzen bleibt er in einer Lage stehen, die durch die Phasenlage beider Frequenzen zueinander bestimmt wird. Die Einstellgenauigkeit der Frequenz  $f_x$  ist somit nur von der Konstanz und Genauigkeit der Normalfrequenz abhängig.

Bei einer Frequenzabweichung von mehr als 10 Hz folgt der Zeiger nicht mehr der Schwebung; er stellt sich auf einen mittleren Ausschlag ein. Die Schwebungsfrequenz wird in diesem Fall mit einem Kopfhörer abgehört. Mit einem Schraubenzieher läßt sich der Ausschlag an dem Potentiometer R 23 auf Skalenmitte einstellen.

#### ZUBEHÖR, ABMESSUNGEN UND GEWICHTE

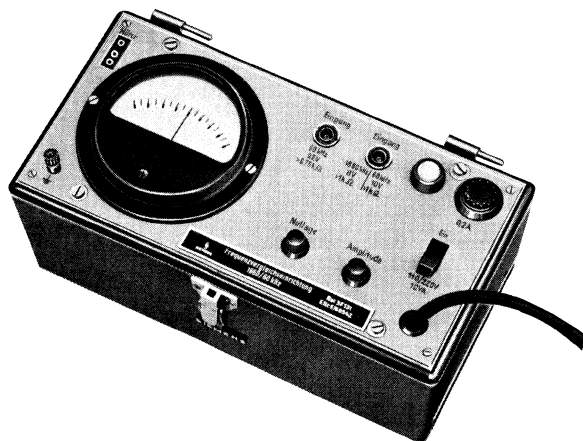
Gegenstand	Bezeichnung	Abmessungen in mm	Gewicht etwa kg	Preis
FREQUENZ-VERGLEICHSGERÄT (1, ... 550 kHz) .....	Rel 3 F 127	247 × 126 × 171	5	
<i>Zubehör</i>				
3 Röhren .....	EF 42	—	—	
1 Röhre .....	ECC 81	—	—	
3 Schmelzeinsätze 0,4 A (2 als Ersatz) .....	0,4/250 DIN 41 571	—	—	
1 Signallampe 12 V .....	T 1p 2c	—	—	
<i>Nach Bedarf</i>				
2 Verbindungsleitungen 4/13, z.B. ....	Rel Itg 532a,...h	300,... 3000	0,2	S. 512
1 Meßhörer (2 × 1000 Ω), z. B. ....	9 Fg tph 2a	—	—	

## Frequenz-Vergleichsgerät

Rel 3 F 131

60 kHz : 60 kHz und 60 kHz : 1860 kHz

**ANWENDUNG** Mit diesem tragbaren Betriebsmeßgerät lassen sich der Grundgenerator 4 kHz der Gruppenträgerversorgung und der Grundgenerator 124 kHz der Übergruppenträgerversorgung in den End- und Abzweigämtern der Trägerfrequenz-Fernsprecheinrichtung V960 auf den 4-kHz-



Grundgenerator des als Bezugspunkt maßgebenden „Hauptamtes“ abstimmen und im Betrieb überwachen. Zur Vereinfachung und Beschleunigung der Messungen dient als Vergleichsfrequenz (Normalfrequenz) nicht die Grundfrequenz 4 kHz, sondern die von dieser abgeleitete Pilotfrequenz 60 kHz. Der 60-kHz-Pilot steht am Pilotausgang aller Leitungsverstärker zur Verfügung; der zugeordnete Eingang des Frequenz-Vergleichsgerätes entspricht dem hier herrschenden Pilotpegel.

Von den jeweils abzustimmenden Grundgeneratoren der End- oder Abzweigämter werden der 60-kHz-Ausgang (15. Harmonische von 4 kHz) und der 1860-kHz-Ausgang (15. Harmonische von 124 kHz) zum Frequenzvergleich herangezogen. Die geforderte Übereinstimmung in der Größenordnung von  $\pm 10^{-7}$  ist erreicht, wenn am Instrument innerhalb 180 s beim Vergleich 60 kHz:60 kHz und innerhalb 5 s beim Vergleich 60 kHz:1860 kHz keine ganze Schwebungsperiode mehr beobachtet wird.

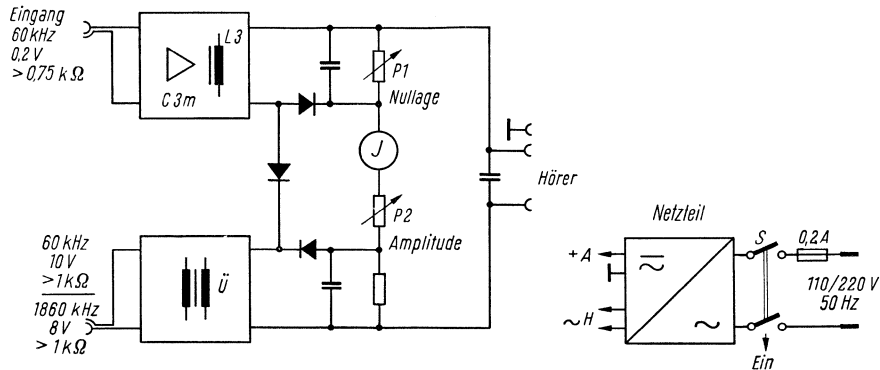
Die Betriebsspannungen liefert über den eingebauten Netzteil das Wechselstromnetz 110/220 V. Das Frequenzvergleichsgerät Rel 3 F 131 ist hier ebenso wie das Gerät Rel 3 F 127 (S. 88) als Beispiel aus der Reihe der in der Praxis erforderlichen Geräte beschrieben; Auskünfte über Geräte für andere Frequenzen werden auf Wunsch gern gegeben.

### KENNWERTE

Vergleichsfrequenz .....	60 kHz (15. Harmonische von 4 kHz)
Erforderliche Eingangsspannung .....	0,2 V $\pm 10\%$
Eingangswiderstand .....	> 0,75 k $\Omega$
Prüfbare Frequenzen .....	60 und 1860 kHz
Erforderliche Eingangsspannung .....	10 und 8 V $\pm 10\%$
Eingangswiderstand .....	> 1 k $\Omega$
Netzanschluß .....	110/220 V $\pm 10\%$ ; 40 bis 60 Hz; etwa 10 VA

**ARBEITSWEISE** Die zu vergleichenden Schwingungen werden einander überlagert; ihre Schwebung zeigt das Instrument J an. Die Einstellgenauigkeit ist nur von der Konstanz und der Genauigkeit der Vergleichsfrequenz abhängig.

Die am Pilotausgang des Leitungsverstärkers abgenommene Vergleichsspannung mit der Frequenz 60 kHz gelangt über die Eingangsbuchse „60 kHz; 0,2 V“ an das Gitter der Röhre C 3 m, wird



hier verstärkt und zur Erhöhung der Empfindlichkeit an der Eisendrossel L 3 impulsförmig verzerrt. Über die Eingangsbuchse „60 kHz, 10 V, 1860 kHz, 8 V“ kommt eine der beiden zu vergleichenden Schwingungen 60 kHz oder 1860 kHz zum Übertrager Ü. Die Summenspannung aus dieser Schwingung und der stark verzerrten Vergleichsschwingung wird gleichgerichtet. Sind der Vergleichsgenerator und der zu vergleichende gegeneinander verstimm, so schwankt der Spitzenwert der Summenspannung im Takte der Differenzfrequenz um einen Mittelwert. Durch die Verzerrung vergrößert sich die Schwankung des Spitzenwertes erheblich. Zur weiteren Erhöhung der Empfindlichkeit wird der Mittelwert durch die Summe der einzeln gleichgerichteten Spannungen kompensiert, so daß nur die vom hochempfindlichen Instrument J angezeigte Schwebungsamplitude übrigbleibt. Bei stärkerer Verstimmung kann zum Abhören der Schwebung ein Kopfhörer benutzt werden.

Die Nullage des Instrumentzeigers läßt sich mit dem Potentiometer P 1 einregeln, die Empfindlichkeit des Instruments mit dem Potentiometer P 2.

**ZUBEHÖR, ABMESSUNGEN UND GEWICHTE**

Gegenstand	Bezeichnung	Abmessungen in mm	Gewicht etwa kg	Preis
FREQUENZ-VERGLEICHSGERÄT (60 kHz:60 kHz und 60 kHz:1860 kHz) .....	Rel 3 F 131	250 × 140 × 180	4,5	
<i>Zubehör</i>				
1 Röhre .....	C 3 m	—	—	
3 Schmelzeinsätze 0,2 A (2 als Ersatz) .....	0,2/250 DIN 41571	—	—	
1 Signallampe 24 V .....	T lp 2d	—	—	
<i>Nach Bedarf</i>				
2 Verbindungsleitungen 2,5/6, z. B. ....	Rel ltg 591 a, ... h	300, ... 3000	0,2	S. 512
1 Meßhörer (2 × 1000 Ω), z. B. ....	9 Fg tph 2 a	—	—	

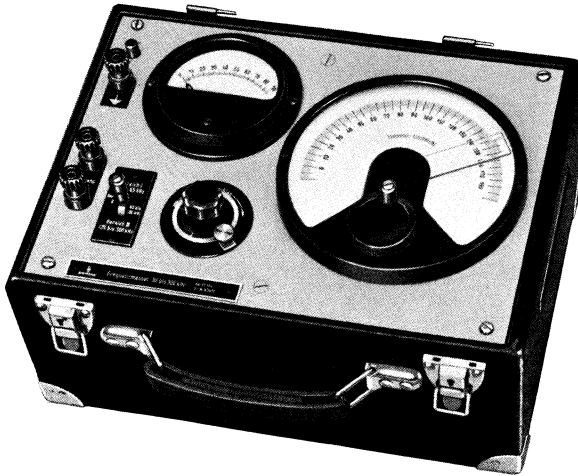


**Frequenzmesser 10<sup>-3</sup>**

Rel 3 F 19

30 bis 300 kHz

**ANWENDUNG** Mit diesem Frequenzmesser können Frequenzen von 30 bis 300 kHz auf 10<sup>-3</sup> genau gemessen werden. Das Gerät ist insbesondere für Messungen an HF-Übertragungsanlagen für



Hochspannungsleitungen vorgesehen; es ist in einem kleinen, handlichen Lederkoffer untergebracht und eignet sich dadurch auch besonders gut für Messungen auf der Strecke.

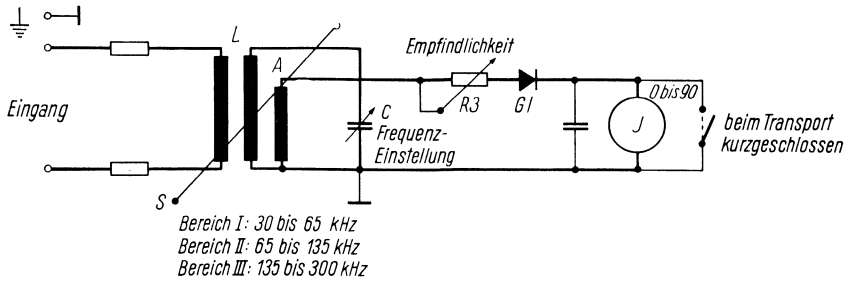
Betriebsspannungen werden nicht benötigt.

**KENNWERTE**

Meßbereich .....	30 bis 300 kHz
unterteilt in drei Schritten von .....	30 bis 65, 65 bis 135, 135 bis 300 kHz
Meßunsicherheit .....	± 1‰
Eingangsscheinwiderstand .....	> 50 kΩ
Mindesteingangsspannung für Vollausschlag .....	etwa 5V

**ARBEITSWEISE** Der Frequenzmesser arbeitet nach einem Resonanzverfahren, und zwar wird der Resonanzkreis aus dem stetig veränderbaren Kondensator C und der Hauptwicklung der umschaltbaren Spule L gebildet. Der Meßbereich wird mit drei Spulen erfaßt, die sich mit dem Schalter S einschalten lassen. Der Meßkreis aus Instrument J und Gleichrichter G1 und die Ankopplungsspule A sind an den Resonanzkreis lose angekoppelt. Mit dem Bereichsschalter S wird der Meßbereich gewählt, mit dem Präzisions-Drehkondensator C, der eine in 180° geteilte Skale

mit Noniusablesung hat, wird fein auf Resonanz eingestellt (Höchstauschlag am Instrument J). Die Frequenz läßt sich dann an der dem eingestellten Meßbereich entsprechenden Eichkurve ablesen.



Für Vollausschlag des Instruments benötigt man eine Eingangsspannung von etwa 5 V bei Nullstellung des Widerstandes R 3. Bei höheren Eingangsspannungen muß der Widerstand R 3 entsprechend eingeregelt werden.

Die Taste neben der Erdklemme dient zum Kurzschließen des Instruments; sie wird durch Schließen des Deckels betätigt und gibt so einen Schutz gegen mechanische Beschädigung des Instruments beim Tragen.

ZUBEHÖR, ABMESSUNGEN UND GEWICHTE

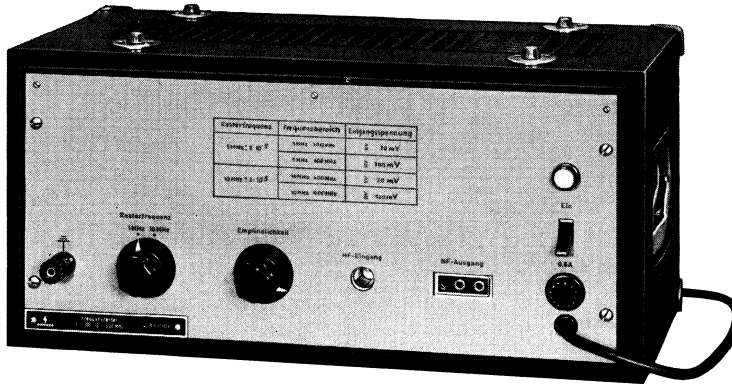
Gegenstand	Bezeichnung	Abmessungen in mm	Gewicht etwa kg	Preis
FREQUENZMESSER 10 <sup>-3</sup> (30 bis 300 kHz) .....	Rel 3 F 19	300 × 220 × 200	5,5	
Zubehör				
1 Eichkurvenblatt .....	—	—	—	
Nach Bedarf				
Verbindungsleitungen, z. B. ....	9 Rel Itg 28	250, ... 2000	0,05	S. 512

## Frequenz-Eichgerät $2 \cdot 10^{-5}$

Rel 3 F 122

1, ... 1000 MHz

**ANWENDUNG** Dieses Gerät ist ein Frequenznormal, das ein Spektrum mit Einzelfrequenzen im Abstand von 1 MHz im Bereich von 1 bis 600 MHz oder im Abstand von 10 MHz im Bereich von 10 bis 1000 MHz mit der Genauigkeit eines Quarzoszillators liefert.



Die unbekannte Frequenz wird in einer Mischstufe der bekannten Frequenz überlagert. Mit einem an die Ausgangsbuchsen angeschlossenen Kopfhörer läßt sich die Schwebung der zu messenden Frequenz mit einer Harmonischen der Quarzfrequenz feststellen. Das Frequenzspektrum kann ferner an der Buchse „HF-Eingang“ entnommen werden, wobei für die einzelne Rasterfrequenz bis zur 30. Oberwelle etwa 1 mV an 60  $\Omega$  zur Verfügung steht.

Durch die hohe Genauigkeit der erzeugten Frequenzen eignet sich das Gerät zur Eichung und Prüfung von Sendern, Empfängern und Frequenzmessern. Seine handliche Form und sein geringes Gewicht machen ihn besonders für die Überwachung von Richtfunkstrecken geeignet, so zum Eichen der Sender- und Empfänger-Oszillatoren.

Die Betriebsspannungen liefert über den eingebauten Netzteil das Wechselstromnetz 110/220 V.

### KENNWERTE

Rasterfrequenz, umschaltbar ..... 1 und 10 MHz

Unsicherheit der Rasterfrequenz und deren Vielfache .....  $\pm 2 \cdot 10^{-5}$

#### Meßbereich

bei einer Eingangsspannung von  $\geq 20$  mV

Vielfache von 1 MHz im Bereich ..... 1 bis 300 MHz

Vielfache von 10 MHz im Bereich ..... 10 bis 600 MHz

bei einer Eingangsspannung von  $\geq 100$  mV

Vielfache von 1 MHz im Bereich ..... 1 bis 600 MHz

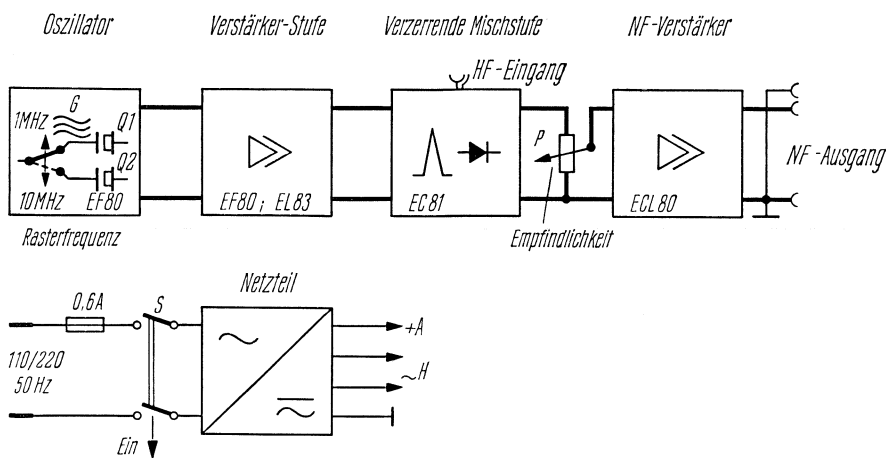
Vielfache von 10 MHz im Bereich ..... 10 bis 1000 MHz

Eingangswiderstand ..... etwa 60  $\Omega$

Größte zulässige Eingangsspannung ..... 2 V

Netzanschluß ..... 110/220 V  $\pm 10\%$ ; 42 bis 60 Hz; etwa 25 VA

**ARBEITSWEISE** Der Oszillator arbeitet mit umschaltbaren Quarzen für 1 und 10 MHz. In einem aperiodischen Verstärker wird die HF-Spannung verstärkt und durch Übersteuerung verzerrt, so daß neben der Grundfrequenz auch deren Vielfache auftreten. Um das Oberwellenspektrum zu



verbreitern, wird die abgegebene Spannung einer weiteren Verzerrstufe zugeführt, die zugleich als Mischstufe für die zu messende Frequenz dient. Die Differenzfrequenz, die bei der Überlagerung der unbekanntnen Frequenz mit einer Harmonischen der Quarzfrequenz entsteht, gelangt an einen zweistufigen regelbaren NF-Verstärker. Wenn der zu messende Sender mindestens um den Rasterabstand veränderbar ist, läßt sich eine im Kopfhörer hörbare Schwebung ohne sonstige Hilfsmittel einstellen. Die Ordnungszahl der zur Überlagerung verwendeten Harmonischen kann man durch eine Grobfrequenzmessung (z.B. mit Frequenzmesser 10<sup>-2</sup>, Rel 3 F 116, S. 96) feststellen.

**ZUBEHÖR, ABMESSUNGEN UND GEWICHTE**

Gegenstand	Bezeichnung	Abmessungen in mm	Gewicht etwa kg	Preis
FREQUENZRASTER 2 · 10 <sup>-5</sup> (1, ..., 600 (1000) MHz).....	Rel 3 F 122	405 × 200 × 280	12	
<i>Zubehör</i>				
2 Röhren .....	EF 80	—	—	
je 1 Röhre .....	EL 83, EC 81, ECL 80	—	—	
1 Schwingquarz 1 MHz.....	Rel Bv 673 H 163	—	—	
1 Schwingquarz 10 MHz.....	Rel Bv 673 Q 379	—	—	
1 Signallampe 12 V .....	T 1p 2c	—	—	
3 Schmelzeinsätze 0,6 A (2 als Ersatz).....	0,6/250 DIN 41 571	—	—	
<i>Nach Bedarf</i>				
1 Meßhörer (2 × 1000 Ω), z.B. ....	9 Fg tph 2a	—	—	
1 Grobfrequenzmesser, z.B. für 80 bis 2000 MHz .....	Rel 3 F 116	190 × 145 × 95	5	S. 96
1 koaxiale Verbindungsleitung, z.B. ....	Rel Itg 532a, ..f	300, ..2000	0,2	S. 512

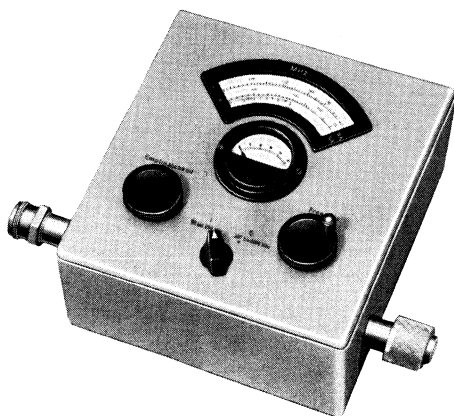


## Frequenzmesser $5 \cdot 10^{-3}$

Rel 3 F 116

80 bis 2000 MHz

**ANWENDUNG** Mit diesem Frequenzmesser können Frequenzen von 80 bis 2000 MHz einfach und schnell gemessen werden. Die hohe Kreisgüte der zur Messung verwendeten Lecherleitung ermöglicht eine genaue Abstimmung auf die zu messende Frequenz  $f_x$ , die unmittelbar an einer



Skale abgelesen werden kann. Die Lecherleitung ist sehr lose an eine durch das Gerät gehende koaxiale Leitung 6/16 angekoppelt; dadurch kann der Frequenzmesser reflexionsarm zwischen Sender und Verbraucher eingeschleift werden.

Das handliche Gerät ist besonders für Abgleicharbeiten und Betriebsüberwachungen an Sendern im Übergangsbereich der Meter- und Dezimeterwellen geeignet.

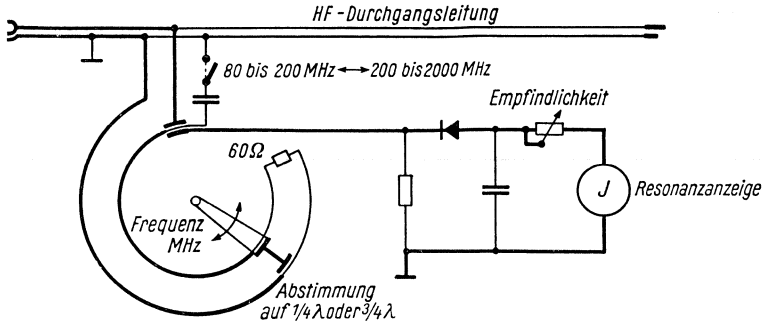
Betriebs- oder Hilfsspannungen werden nicht benötigt.

### KENNWERTE

Meßbereich .....	80 bis 2000 MHz
aufgeteilt in Teilbereich I .....	80 bis 200 MHz
Teilbereich IIa („ $\frac{1}{4}$ - $\lambda$ -Messung) .....	200 bis 2000 MHz
Teilbereich IIb („ $\frac{3}{4}$ - $\lambda$ -Messung) .....	600 bis 2000 MHz
Meßunsicherheit .....	$\pm 5 \cdot 10^{-3}$
Frequenzabstand in der Mitte der Frequenz-Skale	
Teilbereich I (bei 110 MHz) .....	etwa 0,3 MHz/mm
Teilbereich IIa (bei 350 MHz) .....	etwa 2 MHz/mm
Teilbereich IIb (bei 1000 MHz) .....	etwa 6 MHz/mm
Feineinstellung für die Abstimmung .....	20:1
Zur Messung erforderliche kleinste Durchgangsleistung .....	etwa 5 mW
Größte zulässige Durchgangsleistung .....	etwa 1 W
Wellenwiderstand der Durchgangsleitung .....	60 $\Omega$
Reflexionsfaktor der Durchgangsleitung	
im Frequenzbereich 80 bis 1000 MHz .....	$\leq 0,05$
im Frequenzbereich 1000 bis 2000 MHz .....	$\leq 0,12$
Anschluß .....	HF-Buchse und -Stecker 6/16, Kab stv 2aa



ARBEITSWEISE Das Gerät arbeitet nach dem Resonanzverfahren: Eine ringförmig angeordnete koaxiale Leitung (Lecherleitung), deren Innenleiter als Band ausgebildet ist, wird mit einem verschiebbaren Kurzschlußschieber jeweils auf Resonanz abgestimmt. Bei Frequenzen von 200 bis 600 MHz stimmt man auf  $\frac{1}{4}\lambda$ -Resonanz ab, über 600 MHz auf  $\frac{1}{4}\lambda$ - oder  $\frac{3}{4}\lambda$ -Resonanz,



wobei die Ablesegenauigkeit auf der  $\frac{3}{4}\lambda$ -Teilung größer ist. Durch Parallelschalten einer Kapazität am offenen Ende wird die Leitung elektrisch verlängert, wodurch man auch den Bereich von 80 bis 200 MHz erfaßt. Die ringförmige Leitung, mit ihrem über Drehhebel verstellbaren Kurzschlußschieber, ist sehr stabil aufgebaut und durch Verwendung von Edelmetallen in ihrer elektrischen Güte konstant und sehr verlustarm. Der Kurzschlußschieber wird durch Feintrieb (20:1) eingestellt. Der bandförmige Innenleiter ist am offenen Leitungsende kapazitiv und lose an den Innenleiter der koaxialen Durchgangsleitung 6/16 angekoppelt.

Resonanz zeigen ein Richtleiterkreis und das eingebaute Instrument an. Die Meßempfindlichkeit läßt sich mit einem im Richtleiterkreis liegenden Potentiometer verändern.

ZUBEHÖR, ABMESSUNGEN UND GEWICHTE

Gegenstand	Bezeichnung	Abmessungen in mm	Gewicht etwa kg	Preis
FREQUENZMESSER $5 \cdot 10^{-3}$ (80 bis 2000 MHz) .....	Rel 3 F 116	190 × 195 × 95	5	
Nach Bedarf				
1 Abschlußwiderstand 60 Ω (0 bis 3 GHz) .....	Rel 3 B 37	80 × 32 Ø	0,22	S. 505
Verbindungsleitungen, z. B. ....	Rel Itg 557a	LängenachWahl	—	S. 512
1 Zwischenstück Buchse/Buchse 6/16 .....	Kab stv 2e	—	—	

## Frequenzmesser $5 \cdot 10^{-3}$

Rel 3 F 111

0,8 bis 5,5 GHz

**ANWENDUNG** Mit diesem Frequenzmesser können Frequenzen von 0,8 bis 5,5 GHz einfach und schnell gemessen werden. Die hohe Kreisgüte der zur Messung verwendeten Lecherleitung ermöglicht eine sehr genaue Abstimmung auf die zu messende Frequenz  $f_x$ , die unmittelbar an der Skale



mit einer Unsicherheit von  $3$  bis  $5 \cdot 10^{-3}$  abgelesen werden kann. Die Lecherleitung ist lose an eine durch das Gerät gehende koaxiale Leitung 6/16 angekoppelt, so daß der Frequenzmesser reflexionsarm zwischen Sender und Verbraucher geschaltet werden kann. Das sehr handliche Gerät ist besonders für Abgleicharbeiten und zur Betriebsüberwachung an Sendern im Mikrowellen-Bereich geeignet.

Betriebs- oder Hilfsspannungen werden nicht benötigt.

### KENNWERTE

#### Meßbereich:

Bereich a ( $1/4$ - $\lambda$ -Messung) ..... 0,8 bis 5,5 GHz

Bereich b ( $3/4$ - $\lambda$ -Messung) ..... etwa 2,2 bis 5,5 GHz

Meßunsicherheit .....  $\pm 5 \cdot 10^{-3}$

#### Teilung der Frequenzskale:

Bereich a, bei 1,3 GHz ..... etwa 10 MHz/mm

Bereich b, bei 3 GHz ..... etwa 20 MHz/mm

Feineinstellung für die Abstimmung ..... 20 : 1

Zur Messung erforderliche kleinste Durchgangsleistung ..... etwa 5 mW

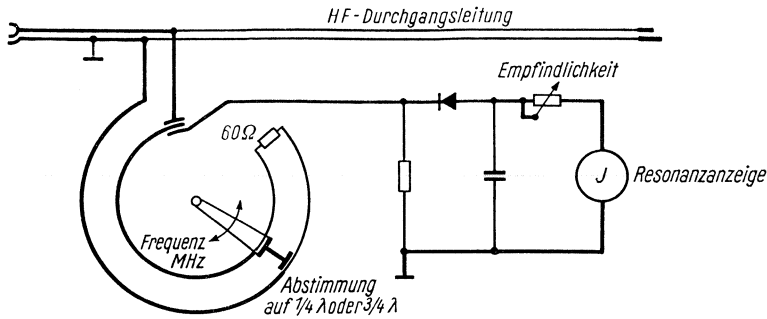
Größte zulässige Durchgangsleistung ..... etwa 1 W

Wellenwiderstand der Durchgangsleitung ..... 60  $\Omega$

Reflexionsfaktor der Durchgangsleitung über den ganzen Frequenzbereich ..  $\leq 0,05$

Anschluß ..... IIF-Buchse und -Stecker 6/16, Kab stv 2aa

**ARBEITSWEISE** Der Frequenzmesser arbeitet nach dem Resonanzverfahren. Als Resonanzkreis dient eine zum Kreis gebogene koaxiale Leitung (Lecherleitung) mit bandförmigem Innenleiter, dessen wirksame Länge sich mit einem Kurzschlußschieber verändern läßt. Die Lecherleitung wird jeweils auf Viertel-Wellenlänge abgestimmt. Bei Frequenzen oberhalb etwa 2,2 GHz ist auch



eine Abstimmung auf Dreiviertel-Wellenlänge möglich; dadurch erhält man eine Dehnung der Skale und größere Meßgenauigkeit. Die Resonanz der Lecherleitung wird über einen kapazitiv angekoppelten Gleichrichterkreis von dem eingebauten Instrument angezeigt; die Empfindlichkeit ist veränderbar.

Der Resonanzkreis mit seinem über Drehhebel verstellbaren Kurzschlußschieber ist stabil aufgebaut, durch Verwendung von Edelmetallen in seiner elektrischen Güte konstant und verlustarm. Ein gleichmäßig arbeitender Feintrieb 20:1 zwischen Drehknopf und Kurzschlußschieber ermöglicht die volle Ausnützung der hohen Abstimmstärke des Gerätes.

Die eingebaute Durchgangsleitung 6/16 hat an einem Ende einen Stecker, am anderen eine Buchse, so daß sie in eine auftrennbare Energieleitung eingefügt werden kann, z. B. über eine Steckverbindung 6/16, Kab stv 2aa, wenn nötig unter Verwendung des Zwischenstückes (Buchse/Buchse) Kab stv 2e.

**ZUBEHÖR, ABMESSUNGEN UND GEWICHTE**

Gegenstand	Bezeichnung	Abmessungen in mm	Gewicht etwa kg	Preis
FREQUENZMESSER $5 \cdot 10^{-3}$ (0,8 bis 5,5 GHz) .....	Rel 3 F 111	160 × 140 × 90	3	
<i>Nach Bedarf</i>				
1 Abschlußwiderstand 6/16, 60 Ω (0 bis 5 GHz) .....	Rel 3 B 325	85 × 35 Ø	0,24	S. 505
Verbindungsleitungen, z. B. ....	Rel Itg 557a	Länge nach Wahl	—	} S. 512
1 Zwischenstück Buchse/Buchse 6/16 .....	Kab stv 2e	—	—	



## Frequenzmesser $5 \cdot 10^{-6}$

0,7 bis 5,5 GHz

Rel 3 F 113

**ANWENDUNG** Dieses Gerät enthält einen Resonanz-Frequenzmesser zur Grobmessung und einen Überlagerungs-Frequenzmesser zur Feinmessung. Damit vereinigt es die hohe Sicherheit und einfache Bedienung der Resonanzabstimmung mit der großen Genauigkeit des Überlagerungs-



prinzips. Ferner ermöglicht eine durchgehende koaxiale Leitung 6/16 ein einfaches und reflexionsarmes Einfügen zwischen Stromquelle und Verbraucher.

Der Frequenzmesser dient allgemein zur Eichung, Prüfung und Überwachung der Frequenz von Sendern (vgl. Bild auf S. 14) und Empfängern im Bereich von 0,7 bis 5,5 GHz. Er kann wegen seiner hohen Genauigkeit auch als Normal verwendet werden, z. B. bei der Eichung von Resonanz- und Hohlraum-Frequenzmessern sowie von Lecherleitungen.

Die Betriebsspannungen liefert über den eingebauten Netzteil das Wechselstromnetz 110/220 V.

### KENNWERTE

Feinmesser:

Grundfrequenzsender:

Frequenzbereich  $f_0$  ..... 94,5 bis 105,5 MHz

Frequenzänderung

nach 15 min Betriebszeit .....  $< 5 \cdot 10^{-6}/\text{min}$

bei  $\pm 5\%$  Netzspannungsschwankungen .....  $< 10^{-5}$

Einstellunsicherheit .....  $5 \cdot 10^{-6}$

Meßbereich  $f_x = n \cdot f_0$  ..... 700 bis 738,5 MHz; 756 bis 844 MHz und  
850,5 MHz bis 5500 MHz

Meßunsicherheit

für Frequenzen im Mindestabstand von  $n \cdot 0,2$  MHz

durch Nacheichen mit den eingebauten Quarznormalen .....  $\pm 5 \cdot 10^{-6}$

für die übrigen Frequenzen .....  $\pm 2 \cdot 10^{-5}$

Grobmesser:

Meßbereich ..... 0,7 bis 5,5 GHz

Meßunsicherheit .....  $\leq 5 \cdot 10^{-3}$

Ordnungszahl  $n$  ..... 7 bis 55

Durchgangsleitung:

Erforderliche kleinste Durchgangsleistung

bei 0,7 bis 3 GHz ..... etwa 2 mW

bei 3 bis 5,5 GHz ..... etwa 10 mW

Größe zulässige Durchgangsleistung ..... etwa 1 W

Wellenwiderstand ..... 60  $\Omega$

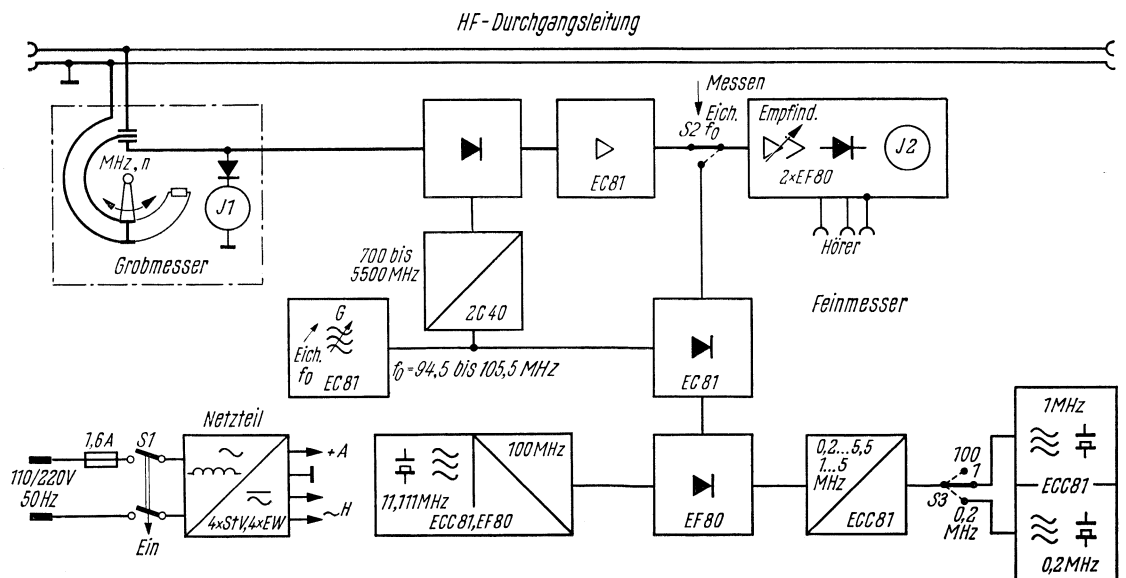
Reflexionsfaktor .....  $\leq 0,05$

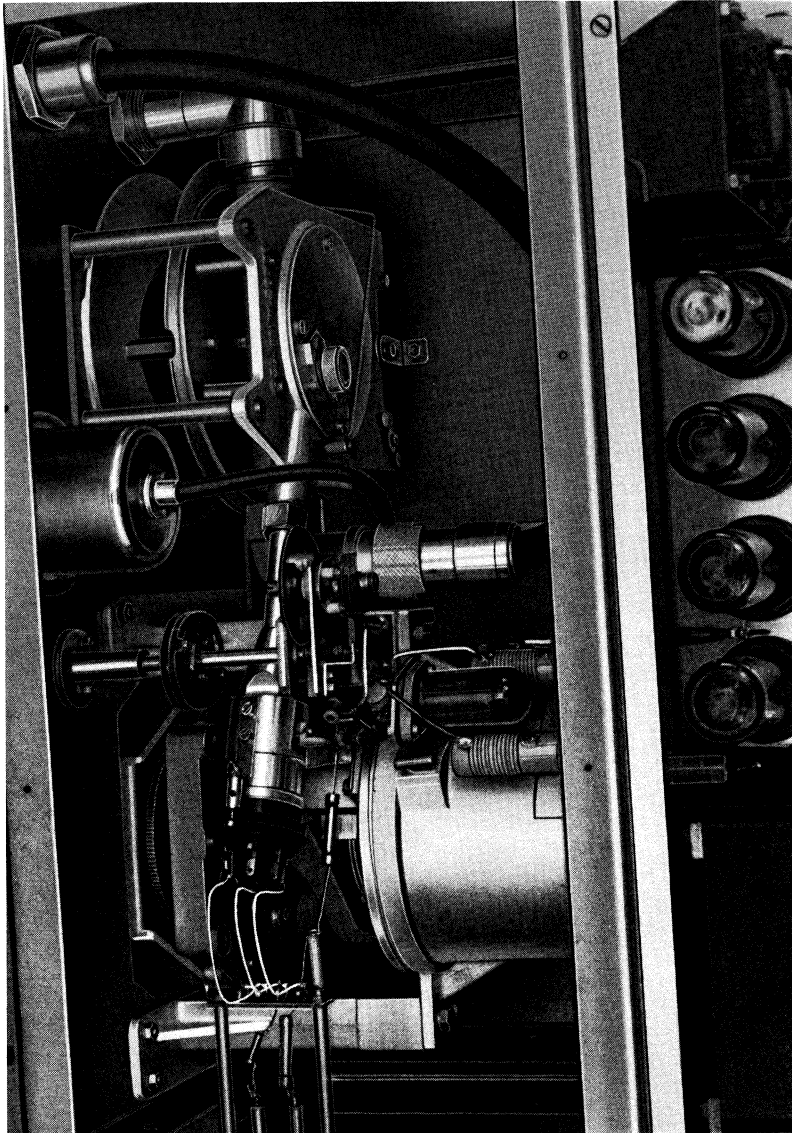
Anschluß ..... durch HF-Stecker 6/16, Kab stv 2aa

Netzanschluß ..... 110/220 V  $\pm 5\%$ ; 40 bis 60 Hz; etwa 120 VA

ARBEITSWEISE Das Gerät enthält einen Überlagerungs-Frequenzmesser (Feinmesser) und einen Resonanz-Frequenzmesser (Grobmesser).

Im Feinmesser wird die unbekannte Frequenz mit einer Harmonischen des „Grundfrequenzsenders“ überlagert, der im Bereich von 94,5 bis 105,5 MHz stetig veränderbar ist. Durch die Überlagerung





Teilansicht des Innenaufbaus:  
oben der Grobmesser,  
unten der Feinmesser

von  $f_x$  mit der 7. bis 55. Oberwelle überstreicht man mit relativ geringer Grundfrequenzänderung den gewünschten Frequenzbereich und erreicht dadurch eine hohe Genauigkeit und Konstanz. Der Schwingkreis des Grundfrequenzsenders besteht aus einem hochwertigen Topfkreis mit linearer Frequenzskale. Der hoch übersetzte Antrieb mit einer als Mikrometer arbeitenden Hilfsskale ermöglicht eine Einstellung und Ablesung auf  $\pm 5 \cdot 10^{-6}$ .

Frequenzgang und Bandbreite (etwa 100 kHz) des nachfolgenden Anzeigeverstärkers sind so gewählt, daß ein rasches Einstellen gewährleistet ist.

Die absolute Genauigkeit des Grundfrequenzsenders kann mit einem aus Quarzoszillatoren abgeleiteten Frequenzraster mit wählbarem Frequenzabstand von 0,2 oder 1 MHz überwacht und nachgeiecht werden, so daß man an den Rasterpunkten eine Meßunsicherheit von  $5 \cdot 10^{-6}$  erhält.

Die Ordnungszahl „n“, mit der die Feinmeß-Einstellung zu multiplizieren ist, ergibt sich aus der Einstellung des *Grobmessers*. Dieser besteht aus einer koaxialen Leitung (Lecherleitung), deren Länge durch einen Kurzschlußschieber auf  $\frac{1}{4} \cdot \lambda - (\frac{3}{4} \cdot \lambda -)$  Resonanz eingestellt wird. Ordnungszahl und Frequenz sind auf der übersichtlichen Skala unmittelbar abzulesen.

ZUBEHÖR, ABMESSUNGEN UND GEWICHTE

Gegenstand	Bezeichnung	Abmessungen in mm	Gewicht etwa kg	Preis
FREQUENZMESSER $5 \cdot 10^{-6}$ (0,7 bis 5,5 GHz) .....	Rel 3 F 113	550 × 368 × 360	46	
<i>Zubehör</i>				
1 Röhre .....	2 C 40	—	—	
je 3 Röhren .....	EC 81, ECC 81	—	—	
4 Röhren .....	EF 80	—	—	
1 Steuerquarz 0,2 MHz .....	Rel Bv 673 N 42	—	—	
1 Steuerquarz 1 MHz .....	Rel Bv 673 H 128	—	—	
1 Steuerquarz (in Thermostat) 11,111 MHz .....	Rel Bv 673 V 1	—	—	
4 Stabilisatoren .....	StV 100/60 Z II	—	—	
3 Eisenwasserstoff-Widerstände .....	3 bis 9 V/0,4 A	} Osram- Soffittenform	—	
1 Eisenwasserstoff-Widerstand .....	3 bis 9 V/0,8 A			
1 Signallampe 12 V .....	T 1p 2c	—	—	
3 Schmelzeinsätze 1,6 A (2 als Ersatz) .....	1,6/250 DIN 41 571	—	—	
<i>Nach Bedarf</i>				
1 Abschlußwiderstand 6/16, 60 Ω (0 bis 5 GHz) .....	Rel 3 B 325	80 × 32 ∅	0,24	S. 505
1 Meßhörer, z. B. ....	9 Fg tph 2a	—	—	
2 Verbindungsleitungen, z. B. ....	Rel Itg 555a	300, ... 4000	0,6	S. 512

**Frequenzmesser  $5 \cdot 10^{-4}$**

1,5 bis 5 GHz · 6/16

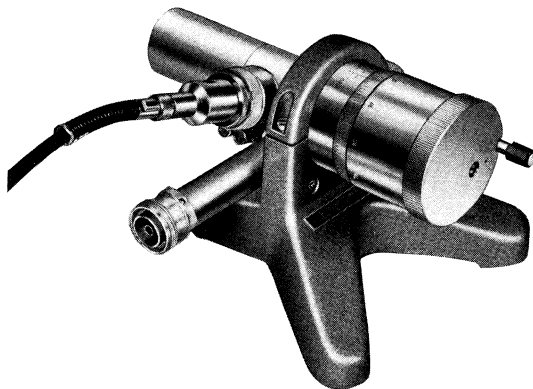
Rel 3 F 120

**Frequenzmesser  $5 \cdot 10^{-4}$**

3,3 bis 5 GHz ·  $58 \times 29$

Rel 3 F 121

**ANWENDUNG** Diese Frequenzmesser vereinigen in sich den Vorzug einer einfachen Bedienbarkeit mit dem einer kleinen Meßunsicherheit von  $\Delta/f = \pm 5 \cdot 10^{-4}$ . Sie eignen sich besonders gut für schnell durchzuführende Frequenzmessungen, wie sie z.B. bei Entwicklungsarbeiten im Labora-



torium, bei Kontrollmessungen im Prüffeld oder beim Betrieb von Sendern und Empfängern vorgenommen werden. Ein UHF-Dämpfungseinsatz im Anzeigekreis vermeidet, daß Störfelder, wie sie beispielsweise in der Nähe von Sendeantennen auftreten, die Messung beeinträchtigen.

Die Ausführung Rel 3 F 120 hat eine durchgehende koaxiale Leitung 6/16, mit der das Gerät praktisch reflexionsfrei in einen Leitungszug, z.B. zwischen Sender und Verbraucher, eingefügt werden kann. Die Ausführung Rel 3 F 121 hat einen Hohlleiter als Durchgangsleitung, und zwar mit dem Querschnitt  $58 \times 29$  (in Millimetern).

Betriebs- oder Hilfsspannungen werden nicht benötigt.

**KENNWERTE**

**Meßbereich:**

mit koaxialer Durchgangsleitung 6/16 (Rel 3 F 120) ..... 1,5 bis 5GHz

mit Hohlleiter-Durchgangsleitung  $58 \times 29$  (Rel 3 F 121) ..... 3,3 bis 5GHz

**Meßunsicherheit bei 20°C:**

absolute Unsicherheit .....  $\pm 5 \cdot 10^{-4}$

relative Unsicherheit .....  $\pm 1 \cdot 10^{-4}$

Relative Änderung der Anzeige je 1°C ..... etwa  $3 \cdot 10^{-6}$

**Reflexionsfaktor der Durchgangsleitung bei reflexionsfreiem Abschluß**

(für Koaxialleitung  $Z=60 \Omega$ ) .....  $\leq 0,1$

**Zur Messung erforderliche kleinste Durchgangsleistung**

mit dem Anzeigergerät Rel 3 F 93 b ( $15 \mu A$ ) und

bei modulierter oder unmodulierter HF-Spannung ..... etwa 20 mW

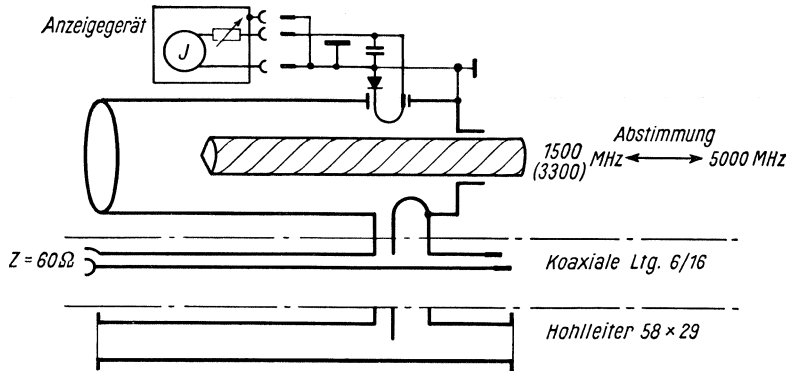
mit dem Anzeigeverstärker des Spannungsmessers Rel 3 U 13 ..... etwa  $50 \mu W$

Größe bei der eingestellten Kopplung zulässige Durchgangsleistung .... etwa 1 W

Anschluß der koaxialen Durchgangsleitung HF-Buchse und -Stecker 6/16, Kab stv 2aa



**ARBEITSWEISE** Der abstimmbare Resonanzkreis besteht aus einer koaxialen Leitung, die an dem einen Ende kurzgeschlossen, an dem anderen Ende elektrisch offen ist. Es wird auf  $\lambda/4$ -Resonanz durch Verändern der Eintauchtiefe des Innenleiters abgestimmt. Hierzu dient eine Spindel; ihr Antrieb ist als Mikrometerschraube ausgebildet, deren kleinster Teilstrich-Abstand einer Innenleiterverschiebung von  $2,5 \cdot 10^{-3}$  mm entspricht. Die Frequenz wird aus der eingestellten Innenleiterlänge über Eichkurven ermittelt, die jedem Gerät beigegeben sind. Die Ausführung des Spindelantriebes bestimmt wesentlich die Meßgenauigkeit des Gerätes; ihre Temperaturabhängigkeit ist durch Verwendung von Invar-Stahl sehr klein gehalten.



Der Resonanzkreis ist induktiv lose an die Durchgangsleitung gekoppelt. An einer ebenfalls induktiven Koppelschleife am Kurzschlußende der konzentrischen Leitung liegt zur Feststellung der Resonanz ein Richtleiterkreis für ein außen anzuschließendes Anzeigegerät. Bei Durchgangsleistungen  $\geq 20$  mW genügt der Anschluß eines Drehspulinstruments ( $15 \mu\text{A}$ ) mit regelbarer Empfindlichkeit, z. B. Rel 3 F 93. Bei kleineren Durchgangsleistungen kann man zur Resonanzanzeige einen NF-Spannungsmesser, z. B. Rel 3 U 122 (S. 412), verwenden, wenn die HF-Spannung moduliert ist. Mit dem Anzeigeverstärker des HF-Spannungsmessers Rel 3 U 13 (S. 422) läßt sich das Gerät bei unmodulierter Hochfrequenz und Durchgangsleistungen von  $\geq 50 \mu\text{W}$  noch sicher abstimmen. Wie das Schaltbild erkennen läßt, unterscheiden sich die beiden Ausführungen nur in ihrer Durchgangsleitung.

**ZUBEHÖR, ABMESSUNGEN UND GEWICHTE**

Gegenstand	Bezeichnung	Abmessungen in mm	Gewicht etwa kg	Preis
FREQUENZMESSER $5 \cdot 10^{-4}$ mit Koaxialleitung 6/16 (1,5 bis 5 GHz) . . . . .	Rel 3 F 120	250 × 200 × 140	2,5	
FREQUENZMESSER $5 \cdot 10^{-4}$ mit Hohlleiter 58 × 29 (3,3 bis 5 GHz) . . . . .	Rel 3 F 121	270 × 250 × 140	3	
<i>Zubehör</i>				
1 Mappe Eichkurven . . . . .	Rel K 3 F 120 oder Rel K 3 F 121	—	—	
<i>Nach Bedarf</i>				
1 Tragekästchen . . . . .	Rel gh 355	340 × 280 × 185	1,5	
1 Anzeigegerät, z. B. . . . .	Rel 3 F 93b	170 × 120 × 90	1,5	
oder Spannungsmesser 10 mV/100 V (30 bis 20 000 Hz) . . . . .	Rel 3 U 122	137 × 266 × 180	4	S. 412
oder Anzeigeverstärker des HF-Spannungsmessers . . . . .	Rel 3 U 13	550 × 266 × 180	28	S. 422

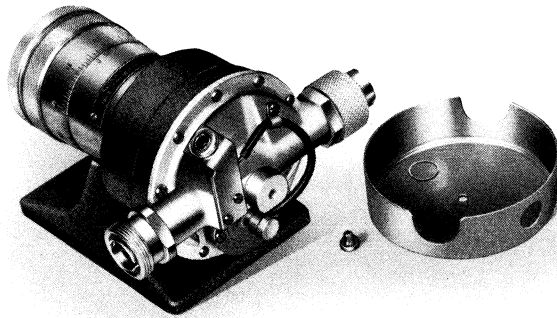
**B**

## Frequenzmesser $5 \cdot 10^{-5}$

Rel 3 F 112

2,4 bis 2,72 GHz

**ANWENDUNG** Dieser röhrenlose Frequenzmesser verbindet den Vorteil einfacher Messung (Resonanzfrequenzmesser) mit dem Vorteil hoher Meßgenauigkeit und geringer Temperaturabhängigkeit. Das leichte und handliche Gerät wird zusammen mit einem Anzeigegerät, z.B. Rel 3 F 93b, für



Frequenzmessungen an Sendern sowie beim Abgleich von Filtern, Frequenzweichen und ähnlichen Geräten und Baugruppen verwendet. Es ist besonders für die Prüfung und Betriebsüberwachung von Richtfunkanlagen im Bereich 2400 bis 2700 MHz, z.B. dem System PPM 24/2500, geeignet. Zum Betrieb des Frequenzmessers sind keine Hilfs- und Betriebsspannungen erforderlich.

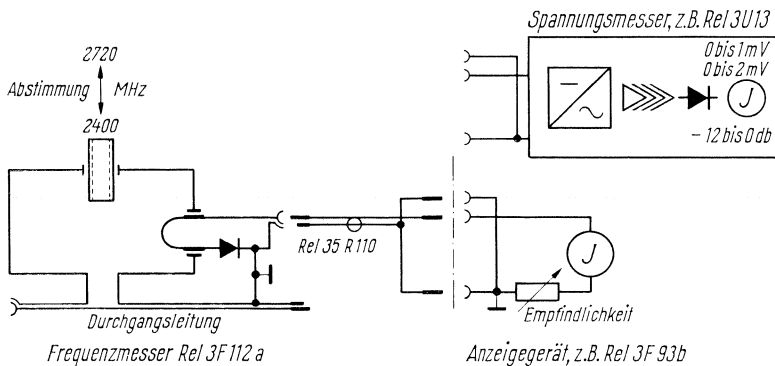
### KENNWERTE

Meßbereich .....	2,4 bis 2,72 GHz
Meßunsicherheit bei 20° C .....	$\leq \pm 5 \cdot 10^{-5}$
Relative Änderung der Anzeige je 1° C .....	etwa $\pm 1 \cdot 10^{-6}$
Erforderliche kleinste Durchgangsleistung	
bei modulierter oder unmodulierter HF-Spannung	
mit dem Anzeigegerät Rel 3 F 93b (15 $\mu$ A) .....	etwa 20 mW
bei unmodulierter HF-Spannung	
mit dem Anzeigeverstärker des Spannungsmessers Rel 3 U 13 .....	etwa 10 $\mu$ W
bei modulierter HF-Spannung	
mit dem Spannungsmesser Rel 3 U 122 .....	etwa 1 mW
Größe zulässige Durchgangsleistung .....	etwa 2 W
Wellenwiderstand der Durchgangsleitung .....	60 $\Omega$
Reflexionsfaktor bei Abschluß mit 60 $\Omega$ .....	$\leq 0,05$
Anschlüsse .....	Buchse und Stecker der HF-Steckverbindung 6/16 (Kabstv 2)

**ARBEITSWEISE** Der Resonanzkreis des Frequenzmessers besteht aus einem verlustarm aufgebauten, zylindrischen Hohlraum, der in seiner elektrischen Grundschwingung erregt wird. Ein axial in den Hohlraum ragender, verschiebbarer Bolzen bildet eine veränderbare kapazitive Belastung. Mit

zunehmender Eintauchtiefe vergrößert sich die Kapazität, die Resonanzfrequenz vermindert sich stetig von 2,72 bis 2,4 GHz.

Der Resonator ist kapazitiv (durch eine Bohrung) an eine koaxiale Durchgangsleitung so lose angekoppelt, daß sich nur eine kleine Dämpfung ergibt. Die in einer Schleife induzierte Spannung



wird nach Gleichrichtung dem außen angeschlossenen Anzeigeelement zugeführt. Mit der Antriebsspindel für die Verschiebung des Bolzens ist eine als Mikrometerschraube ausgebildete Meßtrommel mit 200 Teilstrichen fest verbunden. Ein Teilstrich entspricht einer axialen Verstellung um  $5 \mu\text{m}$ . Die Meßgenauigkeit des Gerätes wird wesentlich mitbestimmt durch die feinmechanische Ausführung des Spindeltriebes. Um die durch Temperaturänderungen bedingten Einflüsse möglichst gering zu halten, wird für alle frequenzbestimmenden Teile des Resonanzraumes und für die wichtigsten des Antriebes Invar-Stahl verwendet.

#### ZUBEHÖR, ABMESSUNGEN UND GEWICHTE

Gegenstand	Bezeichnung	Abmessungen in mm	Gewicht etwa kg	Preis
FREQUENZMESSER $5 \cdot 10^{-5}$ (2,4 bis 2,72 GHz) .....	Rel 3 F 112	180 × 160 × 120	2,7	
<i>Zubehör</i>				
1 Mappe Eichkurven .....	Rel K 3 F 112	—	—	
1 Verbindungsleitung .....	Rel 35 R 110	1500	—	
<i>Nach Bedarf</i>				
1 Anzeigergerät, z. B. ....	Rel 3 F 93b	170 × 120 × 90	1,5	
oder				
Anzeigerverstärker des HF-Spannungsmessers ..	Rel 3 U 13	550 × 266 × 280	28	S. 422
oder Spannungsmesser (30 bis 20000 Hz) .....	Rel 3 U 122	550 × 266 × 280	20	S. 412
Verbindungsleitungen, z. B. ....	Rel ltg 557a	Länge nach Wahl	—	} S. 512
1 Zwischenstück Buchse/Buchse 6/16 .....	Kab stv 2e	—	—	

**Frequenzmesser  $2 \cdot 10^{-4}$**

5,85 bis 8,5 GHz ·  $34 \times 15$

Rel 3 F 135

**Frequenzmesser  $5 \cdot 10^{-4}$**

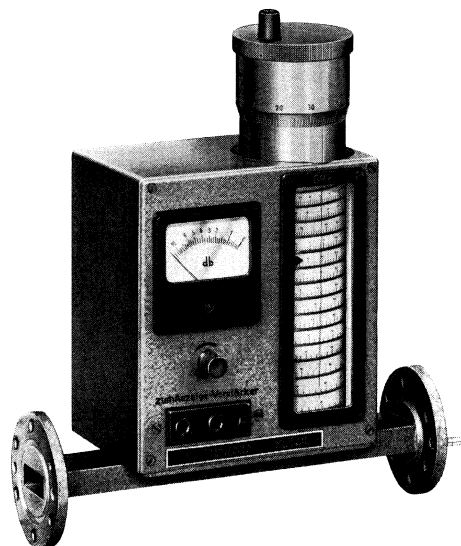
8,2 bis 12,4 GHz ·  $22 \times 10$

Rel 3 F 136

**ANWENDUNG** Diese Hohlleiter-Resonanzfrequenzmesser weisen als besondere Vorzüge unmittelbare Frequenzablesung und hohe Meßgenauigkeit bei einfacher und schneller Bedienung auf. Die Geräte können mit ihrer Durchgangsleitung unmittelbar in einen Leitungszug, z. B. zwischen Sender und Antenne, geschaltet werden. Sie eignen sich gleich gut für Frequenzmessungen beim Betrieb von Sendern und Empfängern, zum Eichen, Prüfen und Abgleichen von Geräten im Prüffeld und für Entwicklungsarbeiten in Laboratorien.

Mit dem Anzeigeverstärker des Spannungsmessers Rel 3 U 13 (S. 422) ist eine Empfindlichkeitssteigerung bei unmodulierter Hochfrequenz von 1 mW auf etwa  $1 \mu\text{W}$  Durchgangsleistung beim Frequenzmesser Rel 3 F 135 und auf etwa  $5 \mu\text{W}$  bei der Ausführung Rel 3 F 136 möglich. Bei modulierter Hochfrequenz läßt sich diese Empfindlichkeit z. B. mit dem Pegelmessers Rel 3 D 311 (S. 275) erreichen.

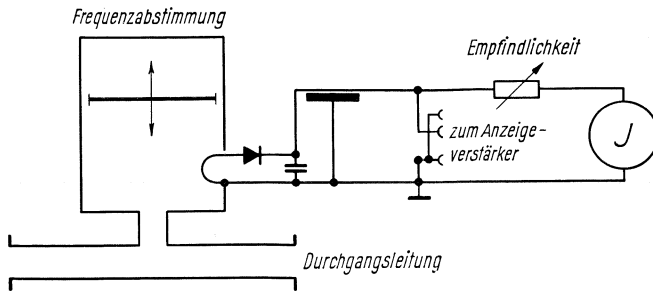
Betriebs- oder Hilfsspannungen werden nicht benötigt.



**VORLÄUFIGE KENNWERTE**

	Rel 3 F 135	Rel 3 F 136
Meßbereich (unmittelbare Ablesung) . . . . .	5,85 bis 8,5 GHz	8,2 bis 12,4 GHz
Meßunsicherheit bei 20°C und 60% rel. Luftfeuchtigkeit		
absolut . . . . .	$\pm 2 \cdot 10^{-4}$	$\pm 5 \cdot 10^{-4}$
relativ . . . . .	$\pm 5 \cdot 10^{-5}$	$\pm 1 \cdot 10^{-4}$
Meßkreisgüte		
bei Belastung in der Bereichmitte . . . . .	etwa 8000	etwa 3000
bei Belastung an den Bereichgrenzen . . . . .	etwa 5000	etwa 2000
Zur Messung erforderliche kleinste Durchgangsleistung		
bei Anzeige am eingebauten Instrument . . . . .	etwa 1 mW	etwa 5 mW
bei Anzeige mit dem Verstärker des Spannungsmessers Rel 3 U 13 . . . . .	etwa $1 \mu\text{W}$	etwa $5 \mu\text{W}$
Größte zulässige Durchgangsleistung . . . . .		etwa 2 W
Reflexionsfaktor der Durchgangsleitung bei Resonanzabstimmung . . . . .		$< 0,2$
Durchgangsleitung Rechteck-Hohlleiter (mm × mm) . . .	$34 \times 15$	$22 \times 10$

ARBEITSWEISE Die Geräte bestehen aus einer Hohlleiter-Durchgangsleitung und einem darauf aufgebauten Gehäuse mit dem Resonanz-Abstimmraum und einer unmittelbar geeichten Skalentrommel. Außerdem sind noch ein Instrument für die Resonanzanzeige und ein Empfindlichkeitsregler eingebaut. Der kreiszylindrische Hohlleiter-Resonanzraum ist durch einen Schlitz an die Durchgangsleitung gekoppelt.



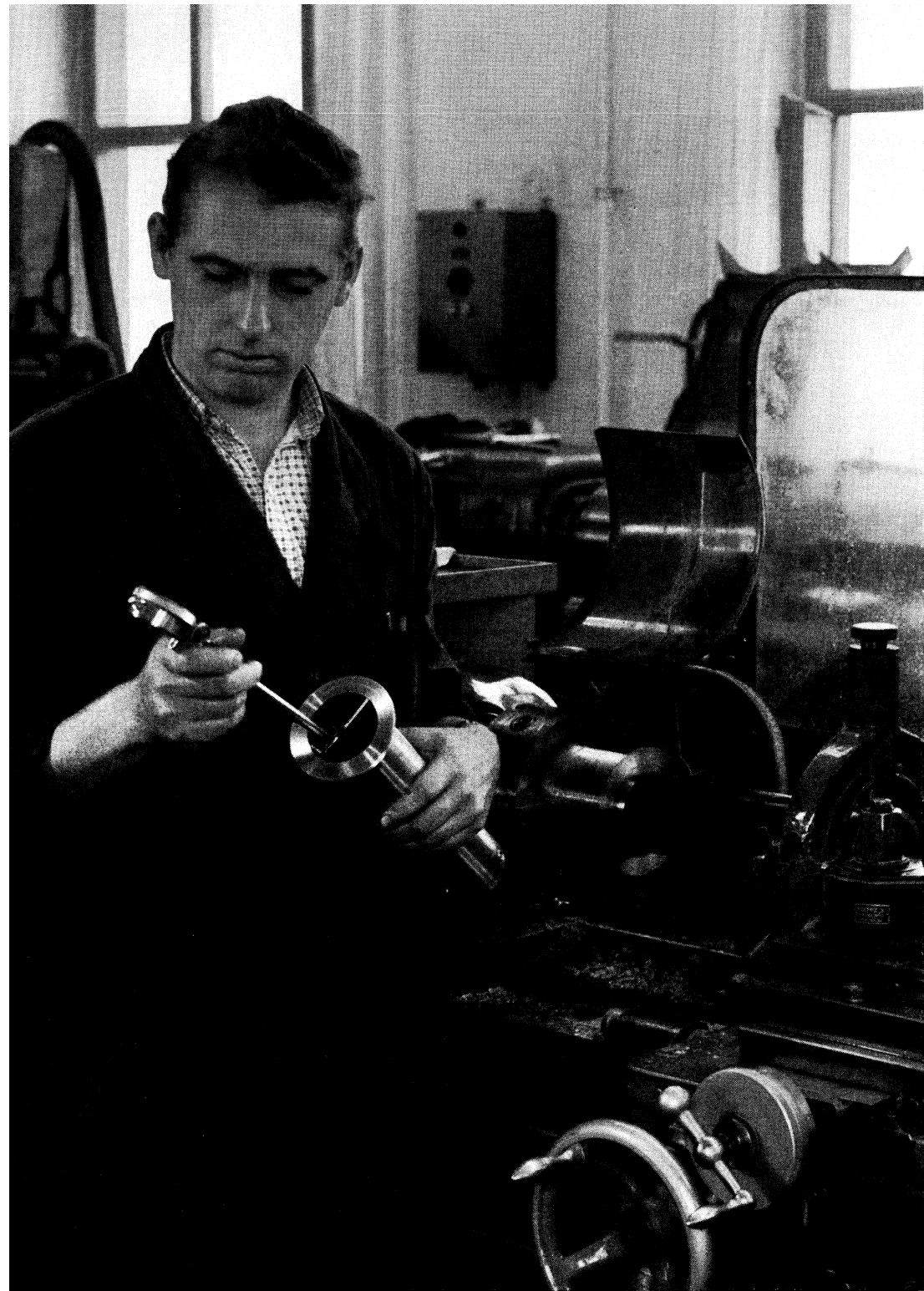
B 2

Der Resonanzraum wird mit einem sehr genau arbeitenden temperaturkompensierten Spindeltrieb durch Verschieben eines kontaktlosen Spaltkolbens auf die jeweils zu messende Frequenz abgestimmt. Die Spindel treibt gleichzeitig eine Skalentrommel mit einer etwa 2 m langen, unmittelbar geeichten Skale an. Die hohe Güte des Resonanzkreises ermöglicht dabei eine scharfe Frequenzeinstellung; Nebenresonanzen treten nicht auf.

Der Richtleiterkreis mit Anzeigeinstrument ist über eine Koppelschleife mit dem Resonanzraum gekoppelt. Die Empfindlichkeit kann mit dem Potentiometer „Empfindlichkeit“ geregelt werden. Zum Anschluß eines Anzeigeverstärkers für Messungen bei sehr kleinen Durchgangsleistungen dient ein Buchsenpaar.

ZUBEHÖR, ABMESSUNGEN UND GEWICHTE

Gegenstand	Bezeichnung	Abmessungen in mm	Gewicht etwa kg	Preis
FREQUENZMESSER $2 \cdot 10^{-4}$ mit Hohlleiter $34 \times 15$ (5,85 bis 8,5 GHz) . . . . .	Rel 3 F 135	230 $\times$ 210 $\times$ 90	3	
FREQUENZMESSER $5 \cdot 10^{-4}$ mit Hohlleiter $22 \times 10$ (8,2 bis 12,4 GHz) . . . . .	Rel 3 F 136	230 $\times$ 210 $\times$ 90	3	
<i>Nach Bedarf</i>				
1 Pegelmesser (30 bis 20000 Hz) . . . . .	Rel 3 D 311	550 $\times$ 266 $\times$ 280	20	S. 275
Anzeigeverstärker des HF-Spannungsmessers . .	Rel 3 U 13	550 $\times$ 266 $\times$ 280	28	S. 422
1 Verbindungsleitung, z. B. . . . .	Rel ltg 546 a, . . . d	500, . . . 2000	0,2	S. 512



Aus der Werkstatt für Bauteile der Dezimeterwellen-Meßgerätetechnik:  
Messen eines Koaxialstückes mit einem Innenmikrometer auf 0,005 mm genau

# B 3

## Filter

### ÜBERSICHT

Gerät	Bezeichnung Rel 3	Frequenzbereich	Dämpfung im Sperrbereich	Seite
Hochpaß .....	F 52	500 Hz	5 N	} 112
Bandpaß .....	F 73	800 Hz	4 N	
Oktavsieb .....	F 76	37,5 bis 12 800 Hz	2,7 N	114
Terzsieb .....	F 74	100 bis 18 000 Hz	5 N	116
Terzsiebe .....	F 72a, b, c	32, ... 36 000 Hz	5 N	118
Siebenstufige Tiefpässe ...	F 61a, ...d	30 Hz, ... 300 kHz	4 N	120
Siebenstufige Hochpässe ...	F 51a, ...d	30 Hz, ... 300 kHz	5,5 N	122
Achtzehnstufiger Tiefpaß ..	F 63	50 kHz bis 26 MHz	> 4 N	124
Tiefpässe .....	F 64a, ...h	14, ... 224 MHz	3 bis 5 N	126
Elfstufiger Tiefpaß .....	F 65	20 bis 1000 MHz	50 db	128
Koaxiale Tiefpässe .....	F 66a, ...k	0,22, ... 6 GHz	40 db	129

B 3

**Hochpaß**

500 Hz

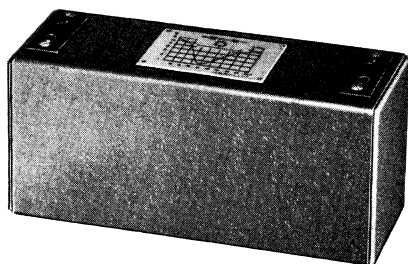
Rel 3 F 52

**Bandpaß**

800 Hz

Rel 3 F 73

**ANWENDUNG** Mit dem *Bandpaß* läßt sich eine 800-Hz-Meßspannung von ihren Oberwellen und Fremdspannungen, wie Netzbrumm und dergleichen, trennen. Zum Beispiel erleichtert das Gerät bei Brückenmessungen an frequenzabhängigen Gebilden das Einstellen des Kleinstwertes.

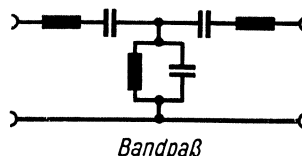
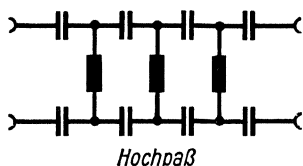


Der *Hochpaß* ist für eine Grenzfrequenz von etwa 500 Hz bemessen; er zeigt die gleiche äußere Ausführung wie der *Bandpaß*. Das Gerät wird zum Unterdrücken von Fremdgeräuschen usw., deren Frequenzen unter der der Grundwelle liegen, verwendet, z. B. zum Unterdrücken des Netzbrumms.

**KENNWERTE**

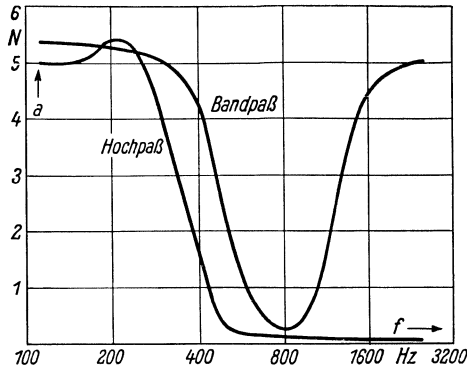
Durchlaßbereiche .....	s. Kurven
Dämpfung im Durchlaßbereich	
beim <i>Bandpaß</i> .....	$\leq 0,3$ N bei 800 Hz
beim <i>Hochpaß</i> .....	$\leq 0,3$ N bei 500 Hz
Dämpfung im Sperrbereich	
beim <i>Bandpaß</i> .....	$\geq 4$ N bei 400 und 1600 Hz
beim <i>Hochpaß</i> .....	$\geq 5$ N bei 200 Hz
Wellenwiderstand .....	600 $\Omega$
Zulässige Durchgangsleistung .....	etwa 1 W ( $\sim 25$ V an 600 $\Omega$ )

**ARBEITSWEISE** Die Schaltungen des unsymmetrischen Bandpasses und des symmetrischen Hochpasses zeigen die Bilder. Die Spulen und Kondensatoren sind nach dem Baukastenprinzip in einzelne Becher eingebaut. Das graue Metallgehäuse dient gleichzeitig zur Schirmung der Schaltung.





Die Werte für die Dämpfungshöhe und Flankensteilheit genügen bei beiden Geräten für die meisten Messungen. Die Ein- und Ausgänge der Geräte sind für Abschluß mit  $600 \Omega$  eingerichtet, jedoch werden die Filterkurven durch andere Abschlüsse zwischen  $300$  und  $2000 \Omega$  nicht wesentlich beeinflußt.



B 3

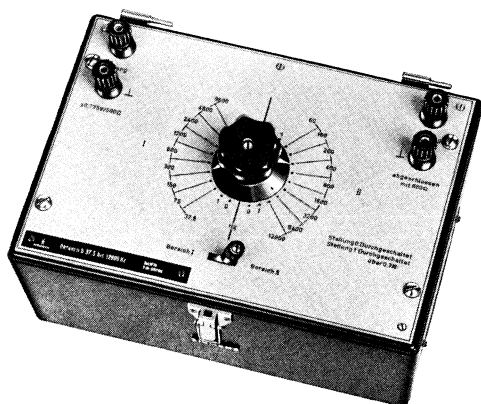
ZUBEHÖR, ABMESSUNGEN UND GEWICHTE

Gegenstand	Bezeichnung	Abmessungen in mm	Gewicht etwa kg	Preis
HOCHPASS (500 Hz) .....	Rel 3 F 52	$214 \times 77 \times 100$	1,8	
BANDPASS (800 Hz) .....	Rel 3 F 73	$214 \times 77 \times 100$	1,8	
Zubehör				
Verbindungsleitungen, z. B. ....	9 Rel ltg 28	250, ... 2000	0,05	S. 512

**Oktavsieb**  
37,5 bis 12 800 Hz

Rel 3 F 76

**ANWENDUNG** Das Oktavsieb ist ein Bandpaß mit dem Durchlaßbereich einer Oktave, wobei sich der Durchlaßbereich in halben Oktaven über den Frequenzbereich von 37,5 bis 12 800 Hz verschieben läßt. Das Gerät eignet sich so in Verbindung mit anderen Meßgeräten für Geräuschspannungs-Analysen in der Nachrichtentechnik und bei Geräuschanalysen, wie sie zur Lärmbe-



kämpfung und zum Erkennen der Ursachen von mechanischen Störungen an Maschinen durchgeführt werden, ferner zur Bestimmung der frequenzabhängigen Nachhallzeit und zu anderen Frequenzanalysen mit einer in vielen Fällen ausreichenden Genauigkeit.

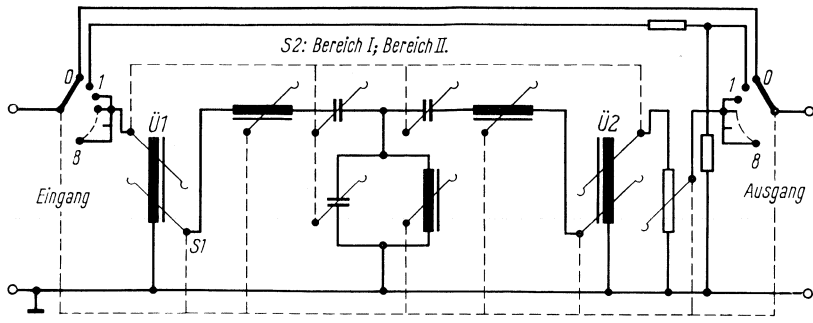
Wo das zu untersuchende Frequenzband feiner aufgeteilt werden soll, empfiehlt es sich, das Terzsieb Rel 3 F 74 oder Rel 3 F 72 (S. 116 und 118) zu benutzen.

**KENNWERTE**

Durchlaßbereich I .....	37,5 bis 9 600 Hz
in Teilbereichen von 37,5 ... 75 ... 150 ... 300 ... 600 ... 1200 ... 2 400 ... 4 800 ... 9 600 Hz	
Durchlaßbereich II .....	50 bis 12 800 Hz
in Teilbereichen von 50 ... 100 ... 200 ... 400 ... 800 ... 1 600 ... 3 200 ... 6 400 ... 12 800 Hz	
Eingangswiderstand im Durchlaßbereich .....	etwa 600 $\Omega$
Ausgang innen abgeschlossen mit .....	600 $\Omega$
Dämpfung in der Mitte des Durchlaßbereichs .....	etwa 0,7 N
Dämpfung bei $\pm 1$ Oktave außerhalb der Bandmitte .....	etwa 2,7 N
(d. h. etwa 2 N über der Dämpfung in der Mitte des Durchlaßbereichs)	
Zulässige Durchgangsleistung .....	1 mW ( $\triangleq$ 0,775 V an 600 $\Omega$ )

**ARBEITSWEISE** Der Bandpaß ist in T-Schaltung aufgebaut. Die Spulen können in acht Stufen so umgeschaltet werden, daß sich der Durchlaßbereich jeweils um eine Oktave verschiebt. Durch einen Kippschalter (Bereich I, Bereich II) werden die Kondensatoren im Längs- und Querzweig

so verändert, daß zwei Bereiche entstehen, die jeweils um eine halbe Oktave gegeneinander verschoben sind. Man erreicht dadurch, daß starke Spitzen an den Randfrequenzen eines Bereiches beim Umschalten zum nächsten Bereich noch erfaßt werden. Die sich durch die Umschaltungen



*S1: Stellung 0: Durchgeschaltet  
 Stellung 1: Durchgeschaltet über 0,7 N  
 Stellungen 2 bis 8: Bereich I 34,5... 9600 Hz  
 Bereich II 50 ... 12800 Hz*

ergebenden verschiedenen Scheinwiderstände des Filters werden durch angezapfte Ein- und Ausgangsübertrager Ü1 und Ü2 auf 600 Ω gebracht. Der eingebaute Abschlußwiderstand ist so unterteilt, daß sich in allen Bereichen ein konstante Lochdämpfung von 0,7 N ergibt. Die an einem hochohmigen Spannungsmesser abgelesenen Werte sind deshalb in allen Fällen mit 2 zu multiplizieren, damit man jeweils den tatsächlichen Meßwert erhält.

**ZUBEHÖR, ABMESSUNGEN UND GEWICHTE**

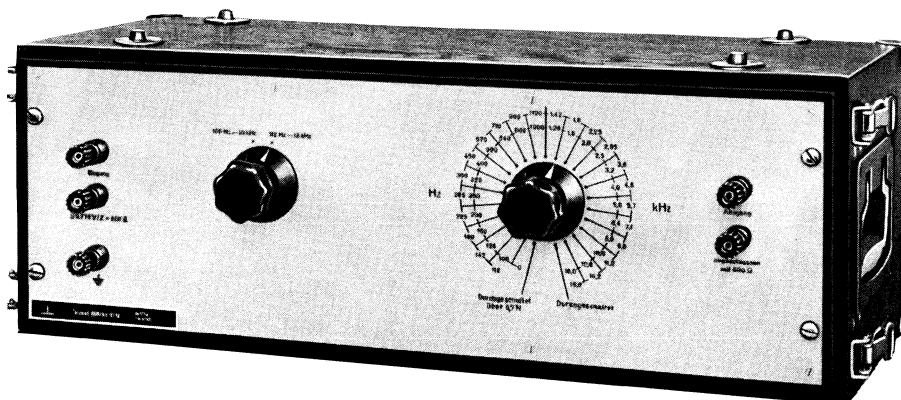
Gegenstand	Bezeichnung	Abmessungen in mm	Gewicht etwa kg	Preis
OKTAVSIEB (37,5 bis 9600 und 50 bis 12800 Hz) .....	Rel 3 F 76	256 × 179 × 171	2,5	
<i>Nach Bedarf</i> Verbindungsleitungen, z.B. ....	9 Rel Itg 28	250, ... 2000	0,05	S. 516

**Terzsieb**

Rel 3 F 74

100 bis 18000 Hz

ANWENDUNG Dieses Terzsieb wird in ähnlicher Weise wie das Oktavsieb (S. 114), jedoch mit feinerer Aufteilung des Frequenzbereiches, z. B. in der Nachrichtentechnik als veränderbarer Bandpaß zur Unterdrückung von Oberwellen und zu Geräuschspannungs-Analysen oder in Verbindung mit Schalldruck- und Lautstärkemessern zu Schalluntersuchungen, insbesondere Geräuschanalysen, verwendet. Die Genauigkeit der Analyse ist durch die auf eine Drittel-Oktave be-



grenzte Bandbreite gegenüber der ganzen Oktave des Oktavsiebes beträchtlich höher. Diese Verbesserung entspricht den Forderungen der Praxis: Zum Beispiel sind durch die Weiterentwicklung der Übertragungssysteme, insbesondere durch die Forderung einer höheren Übertragungsgüte in der Fernsprech- und Rundfunktechnik, vergleichende Untersuchungen von Sprache und Musik erwünscht. Eine ähnliche Entwicklung ist auf dem Gebiete der Bauakustik zu beobachten.

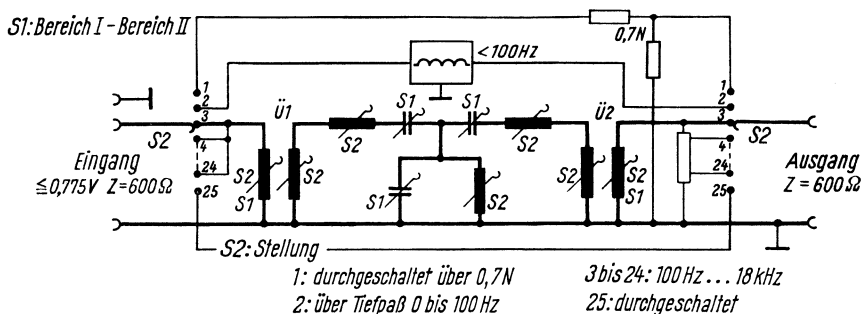
Das Terzsieb umfaßt einen Frequenzbereich von 100 bis 18000 Hz. Der untere Bereich berücksichtigt im besonderen den Grenzbereich bei Geräuschanalysen an Maschinen; die mittleren Stufen umfassen allgemein das Sprachfrequenzgebiet sowie das nach den bautechnischen Normen DIN 52210 bis 52212 zur Bestimmung der Luftschalldämpfung und Trittschallstärke oder Schluckgradmessung erforderliche Frequenzgebiet; der obere Bereich wird für Untersuchungen des Rauschens und der nichtlinearen Verzerrungen an Geräten der Musik- und Sprachübertragungen benötigt. Einen um mehrere Oktaven größeren Frequenzbereich (32 Hz bis 36 kHz) umfassen die Terzsiebe Rel 3 F 72 (S. 118).

**KENNWERTE**

Frequenzbereich .....	100 bis 18 000 Hz
unterteilt in zwei um $\frac{1}{6}$ Oktave verschobene Bereiche I und II	
Bereich I .....	100 bis 16 000 Hz
22 Durchlaßbereiche	
100 . 126 . 160 . 200 . 250 . 320 . 400 . 500 . 640 . 800 . 1000 Hz	
. . 1,15 . 1,6 . 2,0 . 2,5 . 3,2 . 4,0 . 5,0 . 6,4 . 8,0 . 10,0 . 12,6 . 16,0 kHz	
Bereich II .....	112 bis 18 000 Hz
22 Durchlaßbereiche	
112 . 142 . 180 . 225 . 285 . 360 . 450 . 570 . 710 . 900 . 1120 Hz	
. . 1,42 . 1,8 . 2,25 . 2,85 . 3,6 . 4,5 . 5,7 . 7,1 . 9,0 . 11,2 . 14,2 . 18,0 kHz	
Bereich III .....	0 bis 100 Hz

Eingangswiderstand im Durchlaßbereich .....	etwa 600 $\Omega$
Ausgang innen abgeschlossen mit .....	600 $\Omega$
Verbraucherwiderstand	
am Ausgang des Terzsiebes .....	> 3000 $\Omega$
Dämpfung in der Mitte jedes Durchlaßbereiches .....	0,7 N (6 db)
bei $\pm 1/3$ Oktave außerhalb der Bandmitte .....	etwa 2,4 N (21 db)
bei $\pm 1$ Oktave außerhalb der Bandmitte .....	etwa 5,2 N (45 db)
bei $\pm 3$ Oktaven außerhalb der Bandmitte .....	etwa 7 N (61 db)
Zulässige Durchgangsleistung .....	1 mW ( $\triangleq 0,775$ V an 600 $\Omega$ )

**ARBEITSWEISE** Das Terzsieb ist ein umschaltbares Doppelsieb in T-Schaltung. Die Spulen lassen sich mit dem Schalter S 2 in 22 Schritten so umschalten, daß der Durchlaßbereich von Schritt zu Schritt jeweils um ein Drittel einer Oktave verschoben wird. Mit dem Schalter S 1 werden die Kondensatoren so verändert, daß zwei Bereiche („Bereich I, II“) entstehen, die um  $1/6$  Oktave



gegeneinander versetzt sind. Starke Spitzen an den Randfrequenzen eines Bereiches liegen damit im nächsten Bereich. Zur Beurteilung von Frequenzen  $< 100$  Hz kann in Stellung 2 von Schalter S 2 ein Tiefpaß eingeschaltet werden. In der Endstellung (25) des Schalters S 2 ist der Eingang unmittelbar an den Ausgang geschaltet.

Durch Eingangs- und Ausgangsübertrager mit Abgriffen wird der Scheinwiderstand auf  $Z=600\Omega$  gehalten. Der eingebaute Abschlußwiderstand ist so unterteilt, daß sich in allen Bereichen eine gleichbleibende Dämpfung von 0,7 N (6 db) in der Bandmitte ergibt. Das gilt auch für die Durchschaltstellung 1 des Schalters S 2 und für den Bereich III: 0 bis 100 Hz (Stellung 2 von Schalter S 2). Man braucht also die am Anzeigergerät abgelesenen Spannungswerte in allen Fällen nur mit 2 zu multiplizieren, um den wahren Meßwert zu erhalten.

#### ZUBEHÖR, ABMESSUNGEN UND GEWICHTE

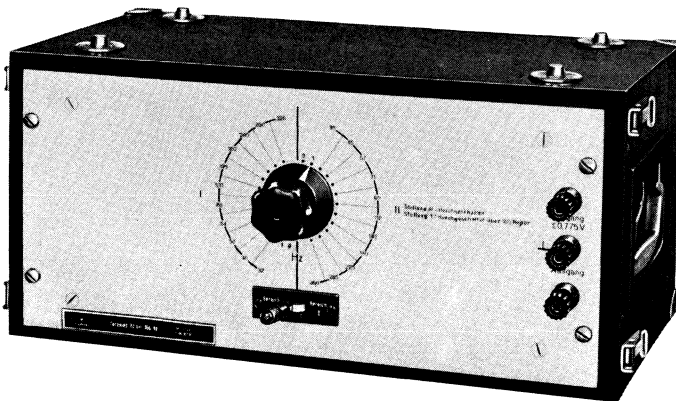
Gegenstand	Bezeichnung	Abmessungen in mm	Gewicht etwa kg	Preis
TERZSIEB (100 bis 18000 Hz) .....	Rel 3 F 74	550 × 232 × 280	20	
Nach Bedarf Verbindungsleitungen, z. B. ....	9 Rel ltg 28	250, ... 2000	0,05	S. 512

## Terzsiebe

32, . . . 36 000 Hz

Rel 3 F 72 a, b, c

**ANWENDUNG** Diese Terzsiebe dienen so wie das Terzsieb Rel 3 F 74 (S. 116) z.B. in der Nachrichtentechnik als veränderbare Bandpässe zur Unterdrückung von Oberwellen und zu Geräuschspannungs-Analysen oder in Verbindung mit Schalldruck- und Lautstärkemessern zu Schalluntersuchungen, insbesondere Geräuschanalysen. Die Genauigkeit der Analyse wird durch die auf eine Drittel-Oktave begrenzte Bandbreite gegenüber der ganzen Oktave des Oktavsiebes (S. 114) be-



trächtlich erhöht. Diese Verbesserung entspricht den Forderungen der Praxis; z.B. sind durch die Weiterentwicklung der Übertragungssysteme, insbesondere durch die Forderung einer höheren Übertragungsgüte in der Fernsprech- und Rundfunktechnik, in zunehmendem Maße vergleichende Untersuchungen von Sprache und Musik erwünscht. Eine ähnliche Entwicklung ist auf dem Gebiete der Bauakustik zu beobachten.

Bei der hier beschriebenen Ausführung ist der Frequenzbereich 32 bis 36000 Hz auf drei Geräte aufgeteilt: Der mittlere Bereich umfaßt das Sprachfrequenzgebiet; der untere Bereich berücksichtigt im besonderen den Grenzbereich der Geräuschanalysen an Maschinen; der obere Bereich geht über den Hörbereich hinaus, was für die Untersuchungen des Rauschens und der nichtlinearen Verzerrungen an Geräten der Nachrichtentechnik von Vorteil ist. In manchen Fällen wird die Ausführung Rel 3 F 74 (S. 116) genügen, die den Bereich 100 bis 18000 Hz umfaßt.

### KENNWERTE

Frequenzbereich (Durchlaßbereich):

Ausführung a . . . . . 32 bis 360 Hz  
 Ausführung b . . . . . 320 bis 3600 Hz  
 Ausführung c . . . . . 3200 bis 36000 Hz

Jeder Bereich ist unterteilt in zwei um  $\frac{1}{6}$  Oktave verschobene Bereiche mit je zehn Schritten, z.B. bei der Ausführung Rel 3 F 72a in die Bereiche:

32 . 40 . 50 . 64 . 80 . 100 . 126 . 160 . 200 . 250 . 320 Hz  
 und 36 . 45 . 57 . 71 . 90 . 112 . 142 . 180 . 225 . 285 . 360 Hz

bei der Ausführung b gelten diese Zahlen  $\times 10$ , bei der Ausführung c  $\times 100$

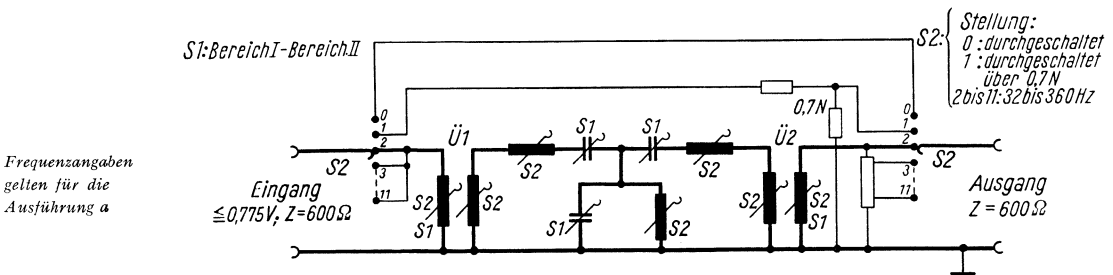
Eingangswiderstand im Durchlaßbereich . . . . . etwa 600  $\Omega$

Ausgang innen abgeschlossen mit . . . . . 600  $\Omega$

Verbraucherwiderstand . . . . .  $\geq 3000 \Omega$

Dämpfung in der Mitte jedes Durchlaßbereiches .....	0,7 N
bei $\pm 1/3$ Oktave außerhalb der Bandmitte .....	etwa 2,4 N
bei $\pm 1$ Oktave außerhalb der Bandmitte .....	etwa 5 N
bei $\pm 3$ Oktaven außerhalb der Bandmitte .....	etwa 7 N
Zulässige Durchgangsleistung .....	1 mW ( $\triangleq 0,775$ V an $600 \Omega$ )

ARBEITSWEISE Jedes Terzsieb ist ein umschaltbares Doppelsieb in T-Schaltung. Die Spulen können mit dem Schalter S2 in zehn Schritten so umgeschaltet werden, daß der Durchlaßbereich von Schritt zu Schritt jeweils um ein Drittel einer Oktave verschoben wird. Mit dem Schalter S1 „Be-



reich I, II“ werden die Kondensatoren so verändert, daß zwei Bereiche entstehen, die um  $1/6$  Oktave gegeneinander verschoben sind. Man erreicht damit, daß starke Spitzen an den Randfrequenzen eines Bereiches beim Umschalten auf den nächsten Bereich noch erfaßt werden.

Durch angezapfte Ein- und Ausgangsübertrager Ü 1, Ü 2 wird der Scheinwiderstand auf  $Z = 600 \Omega$  gehalten. Der eingebaute Abschlußwiderstand ist so unterteilt, daß sich in allen Bereichen eine feste Dämpfung von 0,7 N in der Bandmitte ergibt. Man braucht also die am Anzeigergerät abgelesenen Werte in allen Fällen nur mit 2 zu multiplizieren, um den wahren Meßwert zu erhalten.

In Stellung 1 des Schalters S 2 liegt zwischen Eingang und Ausgang ebenfalls eine Dämpfung von 0,7 N.

#### ZUBEHÖR, ABMESSUNGEN UND GEWICHTE

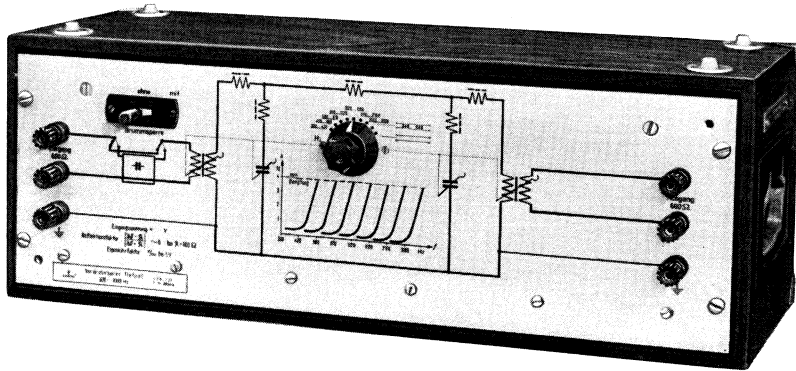
Gegenstand	Bezeichnung	Abmessungen in mm	Gewicht etwa kg	Preis
<b>TERZSIEB</b>				
32 bis 360 Hz .....	Rel 3 F 72a	405 × 200 × 280	15	
320 bis 3600 Hz .....	Rel 3 F 72b	405 × 200 × 280	14	
3200 bis 36000 Hz .....	Rel 3 F 72c	405 × 200 × 280	13	
<i>Nach Bedarf</i>				
Verbindungsleitungen, z. B. ....	9 Rel Itg 28	250, ... 2000	0,05	S. 512

## Siebenstufige Tiefpässe

Rel 3 F 61 a, ... d

30 bis 300; 3000; 30 000 Hz; 300 kHz

**ANWENDUNG** Viele Messungen verlangen eine große Oberwellenfreiheit der Meßspannung, so z. B. Dämpfungsmessungen an Filtern (besonders an Hochpässen, Bandsperrern, breiten Bandpässen), Klirrfaktor-, Scheinwiderstands- und Frequenz-Messungen. Aus wirtschaftlichen Gründen begnügt man sich mit der für viele Messungen ausreichenden Oberwellenfreiheit des Meßsenders und führt



in den Fällen erhöhter Anforderung die Meßspannung über sogenannte Tiefpässe (früher Stromreiniger genannt), die in einer Siebschaltung die Oberwellen der Meßspannung aussperren. Solche Tiefpässe halten auch Störgeräusche von Trägerfrequenz-Fernsprechleitungen (z. B. bei Messungen mit einem Störpegelmeßplatz) fern. Schließlich bilden sie in Verbindung mit entsprechenden umschaltbaren Hochpässen (S. 122) Bandpässe veränderbarer Bandbreite.

Der Frequenzbereich von 30 Hz bis 300 kHz ist auf vier Geräte so aufgeteilt, daß der Frequenzbereich jedes Gerätes sich gut mit den in der Nachrichten-Übertragungstechnik üblichen Teilbereichen deckt. Der Frequenzbereich jedes Gerätes ist in sieben Teilbereiche eingeteilt. Für Meßplätze mit anderen oder größeren Frequenzbereichen können mehrere oder alle Geräte in Kette geschaltet werden; ebenso ist es möglich, zwei oder drei gleiche Tiefpässe in Kette zu schalten, wenn eine besonders große Oberwellenfreiheit der Meßspannung verlangt wird. Ein- und Ausgang der in einer Meßschaltung jeweils nicht benötigten Geräte lassen sich auch unmittelbar durchschalten.

Die Tiefpässe eignen sich für symmetrische und unsymmetrische Spannungen. Der Tiefpaß Rel 3 F 61 b hat zusätzlich einen getrennt zuschaltbaren Hochpaß, der nur Frequenzen oberhalb 300 Hz durchläßt, also z. B. Netzbrummen unterdrückt (Brummsperre).

### KENNWERTE

Frequenzbereiche (Durchlaßbereiche):

Ausführung a	30 bis 300 Hz
unterteilt in	30 bis 42 bis 58 bis 81 bis 112 bis 155 bis 212 bis 300 Hz
Ausführung b	300 bis 3 000 Hz
Ausführung c	3 000 bis 30 000 Hz
Ausführung d	30 bis 300 kHz
Gesetz der Stufensprünge bei den Ausführungen b, c und d	wie bei der Ausführung a, also deren Teilbereichswerte $\times 10$ , $\times 100$ oder $\times 1000$

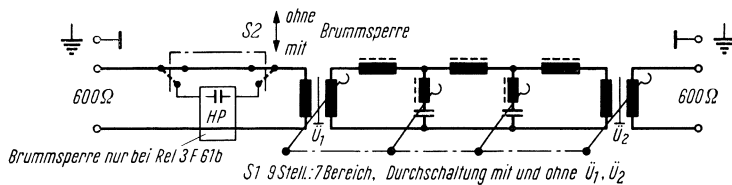
Übertragungsbereich der abschaltbaren Brummsperre

im Tiefpaß Rel 3 F 61 b	$> 300$ Hz
-------------------------	------------



Wellenwiderstand für Eingang und Ausgang .....	600 $\Omega$
Reflexionsfaktor bei Abschluß mit 600 $\Omega$ , innerhalb der Teilbereiche .....	etwa 0,2
Höchste zulässige Eingangsspannung .....	25 V
Dämpfung	
der Grundschrwingungen .....	< 0,2 bis 0,4 N
der ersten Oberschwingung .....	> 4 N
bei Durchschaltung über die Übertrager .....	< 0,2 bis 0,3 N
Eigenklirrfaktor bei 5 V Eingangsspannung	
Ausführung a .....	< 0,1 bis 1%
Ausführung b .....	< 0,05%
Ausführung c und d .....	< 0,01%
Erdsymmetrie .....	> 6 bis > 8 N

ARBEITSWEISE Die Siebschaltungen sind zweigliedrig und in T-Form aufgebaut; die Grenzfrequenz ist in sieben Schritten veränderbar. Damit auch erdsymmetrische Meßspannungen gesiebt werden können, hat jedes Gerät einen Eingangsübertrager  $\ddot{U} 1$  und einen Ausgangsübertrager  $\ddot{U} 2$ ,



die zur Anpassung mit umgeschaltet werden. Die sieben Teilbereiche eines jeden Gerätes werden an einem einzigen Schalter S1 eingestellt. Dieser Schalter hat jedoch neun Stellungen, und zwar sind der Ein- und Ausgang in Stellung 8 über die Übertrager  $\ddot{U} 1$ ,  $\ddot{U} 2$ , in Stellung 9 unmittelbar miteinander verbunden. Die Ausführung Rel 3 F 61 b hat zusätzlich eine mit Schalter S2 abschaltbare Brummsperre (HP) für Frequenzen < 300 Hz.

Die Tiefpässe zeichnen sich durch eine hohe Flankensteilheit ihrer Dämpfungskurven aus; sie haben bei dem 1,38fachen Wert der jeweils obersten Übertragungsfrequenz bereits eine Sperrdämpfung von > 4 N, wodurch sich für die einzelnen Stufen ein verhältnismäßig breiter Übertragungsbereich ergibt.

#### ZUBEHÖR, ABMESSUNGEN UND GEWICHTE

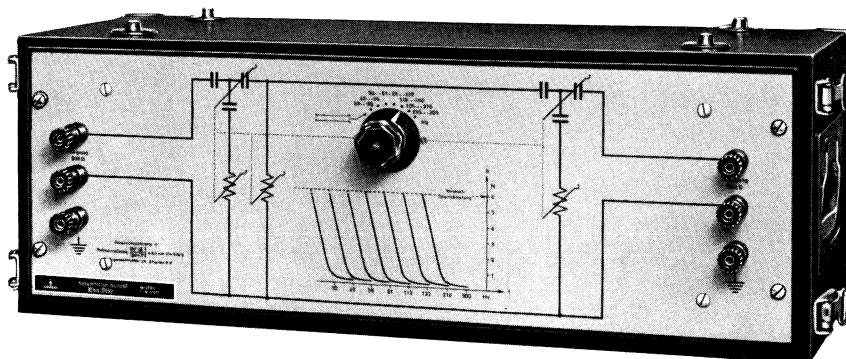
Gegenstand	Bezeichnung	Abmessungen in mm	Gewicht etwa kg	Preis
<b>SIEBENSTUFIGE TIEFPÄSSE</b>				
30 bis 300 Hz .....	Rel 3 F 61 a	550 × 200 × 280	25	
300 bis 3000 Hz .....	Rel 3 F 61 b*)	550 × 200 × 280	21	
3000 bis 30000 Hz .....	Rel 3 F 61 c	550 × 200 × 280	18	
30 bis 300 kHz .....	Rel 3 F 61 d	550 × 200 × 280	12	
<i>Nach Bedarf</i>				
Siebenstufige Hochpässe .....	Rel 3 F 51 a, ... d	550 × 200 × 280	—	S. 122
Verbindungsleitungen, z.B. ....	9 Rel ltg 28	250, ... 2000	0,05	
	oder	Rel ltg 547 a, ... e	0,2	S. 512
* mit Brummsperre $f_0 = 300$ Hz				

## Siebenstufige Hochpässe

Rel 3 F 51 a, . . . d

30 bis 300; 3000; 30 000 Hz; 300 kHz

**ANWENDUNG** Diese Hochpässe werden in erster Linie für Messungen benötigt, bei denen die *Grundwelle* einer Meßspannung gedämpft werden soll. Sie dienen auch zum Unterdrücken des Netzbrummens oder anderer unterhalb der gewünschten Frequenz liegenden Störfrequenzen. Die Hochpässe zeichnen sich durch besonders hohe Flankensteilheit ihrer Dämpfungskurven aus; sie



haben etwa bei dem halben Wert der jeweils höchsten Übertragungs-Nennfrequenz einer Stufe eine Sperrdämpfung von  $> 5,5$  N. Dieser Wert geht nur unter 50 Hz auf 4,5 N herunter.

In Übereinstimmung mit den üblichen Bereichen der Nachrichten-Übertragungstechnik ist der Frequenzbereich von 30 Hz bis 300 kHz auf vier Geräte aufgeteilt. Der Frequenzbereich jedes Gerätes hat sieben Teilbereiche. Ist in einer Meßanordnung der benötigte Frequenzbereich mit einem der Hochpässe nicht zu erfassen, so kann mit ihnen eine Kettenschaltung aufgebaut werden. Es lassen sich auch mehrere Hochpässe der gleichen Ausführung in Kette schalten, wenn eine besonders große Sperrdämpfung verlangt wird. Ein- und Ausgang der bei einer Messung jeweils nicht benötigten Geräte können dabei unmittelbar durchgeschaltet werden.

Die Hochpässe sind unsymmetrisch aufgebaut; bei Messungen mit symmetrischen Spannungen wird zur Symmetrierung ein Tiefpaß Rel 3 F 61 (S. 120), der Symmetrierübertrager enthält, oder ein Meßübertrager (s. S. 488) vorgeschaltet.

Für viele Messungen werden *Bandpässe* mit einem in Frequenzlage und Bandbreite veränderbarem Durchlaßbereich benötigt. Hierfür können die Siebenstufigen Hochpässe mit entsprechend umschaltbaren Tiefpässen zusammenschaltet werden. Zusammen mit einem Tiefpaß läßt sich auch eine Weichenschaltung aufbauen. Geeignete siebenstufige Tiefpässe, die in ihrem Frequenzbereich den Hochpässen entsprechen, sind die Geräte Rel 3 F 61 a, b, c, d (S. 120).

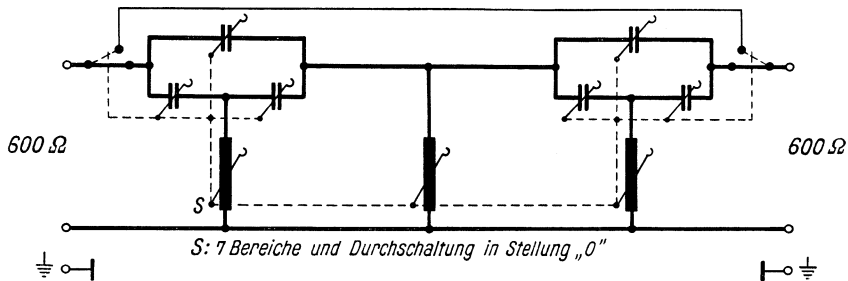
### KENNWERTE

Frequenzbereiche (Durchlaßbereiche):

Ausführung a	30 bis 300 Hz
unterteilt in	30 bis 42 bis 58 bis 81 bis 112 bis 155 bis 216 bis 300 Hz
Ausführung b	300 bis 3000 Hz
Ausführung c	3000 bis 30000 Hz
Ausführung d	30 bis 300 kHz
Gesetz der Stufensprünge bei den Ausführungen b, c und d	wie bei der Ausführung a, also deren Teilbereichswerte $\times 10$ , $\times 100$ oder $\times 1000$
Wellenwiderstand für Eingang und Ausgang	600 $\Omega$

- Reflexionsfaktor bei Abschluß mit  $600 \Omega$ , innerhalb der Teilbereiche ..... etwa 0,3  
 Höchste zulässige Eingangsspannung ..... 25 V  
 Dämpfung  
 der Grundschwingung .....  $> 5,5 \text{ N}$ ; unter 50 Hz  $> 4,5 \text{ N}$   
 der Oberschwingungen .....  $< 0,15$  bis  $0,35 \text{ N}$   
 Eigenklirrfaktor bei 5 V Eingangsspannung:  
 Ausführung a .....  $< 0,1$  bis  $1\%$   
 Ausführung b .....  $< 0,01$  bis  $0,02\%$   
 Ausführung c und d .....  $< 0,01\%$

ARBEITSWEISE Die Schaltung jedes Hochpasses ist zweigliedrig und in T-Form aufgebaut. Der Durchlaßbereich läßt sich durch umschaltbare Festkondensatoren und Induktivitäten in sieben Stufen verändern. Die sieben Frequenzbereiche werden mit einem einzigen Drehschalter S eingestellt. Der Schalter hat jedoch acht Schritte, und zwar sind Ein- und Ausgang in Stellung „0“ unmittelbar miteinander verbunden, damit bei Kettenschaltung mehrerer Hochpässe Eingang und Ausgang des jeweils nicht gerade benötigten Gerätes durchgeschaltet werden können.



In den Teilbereichen wird die Grundwelle um  $> 5,5 \text{ N}$  gedämpft. Für noch größere Dämpfung können bis zu drei gleiche Hochpässe in Kette geschaltet werden. Die Dämpfungswerte für Grund- und Oberwellen entsprechen dann etwa den doppelten oder dreifachen Werten eines einzelnen Hochpasses. Die Hochpässe zeichnen sich durch hohe Flankensteilheit ihrer Dämpfungskurven aus; sie haben bereits bei  $0,72 f_0$  der jeweils tiefsten Übertragungsfrequenz  $f_0$  eine Sperrdämpfung von  $> 5 \text{ N}$ . Dadurch ergibt sich für die einzelnen Stufen ein verhältnismäßig breiter Sperrbereich.

#### ZUBEHÖR, ABMESSUNGEN UND GEWICHTE

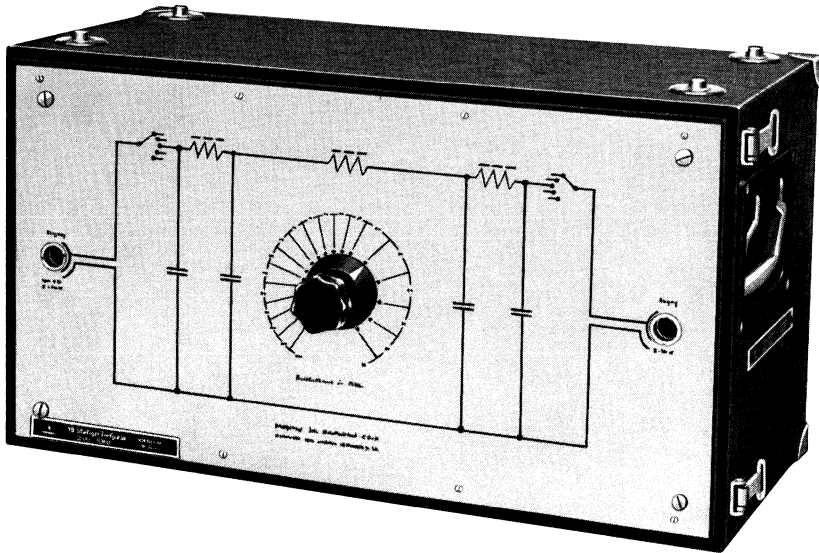
Gegenstand	Bezeichnung	Abmessungen in mm	Gewicht etwa kg	Preis
<b>SIEBENSTUFIGE HOCHPÄSSE</b>				
30 bis 300 Hz .....	Rel 3 F 51a	550 × 200 × 280	16	
300 bis 3000 Hz .....	Rel 3 F 51b	550 × 200 × 280	13	
3000 bis 30000 Hz .....	Rel 3 F 51c	550 × 200 × 280	11	
30 bis 300 kHz .....	Rel 3 F 51d	550 × 200 × 280	9	
<i>Nach Bedarf</i>				
Siebenstufige Tiefpässe .....	Rel 3 F 61 a, ... d	550 × 200 × 280	—	S. 120
Verbindungsleitungen, z. B. ....	9 Rel Itg 28	250, ... 2000	0,05	} S. 512
oder	Rel Itg 547 a, ... e	250, ... 2000	0,2	
Meßübertrager, z. B. ....	Rel 3 B 22 oder 27	—	—	S. 488

## Achtzehnstufiger Tiefpaß

50 kHz bis 26 MHz

Rel 3 F 63

**ANWENDUNG** Dieser mehrstufige Tiefpaß dient zum Unterdrücken der Oberwellen eines Meßsenders für Grundwellen von 50 kHz bis 26 MHz. Das Gerät wird besonders bei Brückenmessungen verwendet, weil Oberwellen der Meßfrequenz in den meisten Fällen das Einstellen des Brückenminimums wesentlich erschweren und dadurch die Abgleichgenauigkeit vermindern.



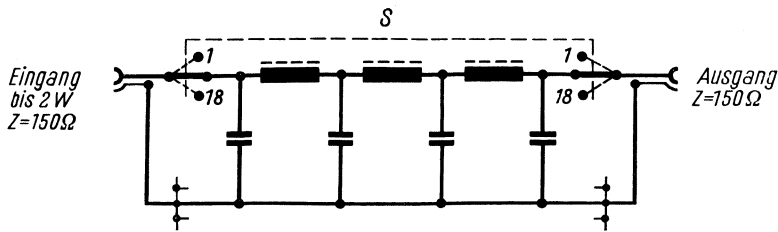
Der Tiefpaß ist bei diesen Messungen unentbehrlich, wenn als Anzeigergerät ein Spannungsmesser in Verbindung mit einem aperiodischen Verstärker verwendet wird, da ein solches Anzeigergerät das ganze Frequenzband gleichmäßig verstärkt und deshalb auch oberwellenempfindlich ist.

Das Gerät wird ferner bei der Messung der Dämpfung von Filtern, bei der Eichung von Strom- und Spannungsmessern, überhaupt als Zusatzgerät zur Herstellung rein sinusförmiger Meßspannungen im Rundfunk- und Kurzwellenbereich benutzt.

### KENNWERTE

Frequenzbereich	50 kHz bis 26 MHz
unterteilt in 18 Stufen mit den Grenzfrequenzen	70, 100, 140, 200 kHz 280, 400, 550, 800 kHz und 1,1; 1,6; 2,2; 3,2; 4,5 MHz 6,4; 9; 13; 18; 26 MHz
Dämpfung	
im Durchlaßbereich	etwa 0,1 bis 0,3 N
der ersten Oberwelle	> 4 N
Ein- und Ausgangswiderstand angepaßt an	150 $\Omega$
Zulässige Durchgangsleistung	2 W ( $\sim$ 17 V an 150 $\Omega$ )

ARBEITSWEISE Die Schaltung des Tiefpasses stellt für jede Stufe eine dreigliedrige unsymmetrische Spulenleitung dar. Der Abstand der Grenzfrequenzen der aufeinanderfolgenden Stufen beträgt etwa eine halbe Oktave, so daß auch im ungünstigsten Fall die erste Oberwelle der kleinsten



Grundfrequenz noch eine halbe Oktave über der Grenzfrequenz liegt. Jede der 18 Siebketten befindet sich in einem besonderen Schirmkasten. Als Spulen werden Sirufer- und für höhere Frequenzen Luftspulen verwendet. Die Umschaltung auf die gewünschte Grenzfrequenz, d.h. die Anschaltung der einzelnen Spulenleitungen an den Ein- und Ausgang des Gerätes, erfolgt über zwei mechanisch miteinander gekuppelte Schalter.

Eingang und Ausgang des Tiefpasses liegen an je einer koaxialen Buchse, über die das Gerät mit koaxialen Verbindungsleitungen, z. B. Rel ltg 590, mit der Meßschaltung verbunden wird.

B 3

#### ZUBEHÖR, ABMESSUNGEN UND GEWICHTE

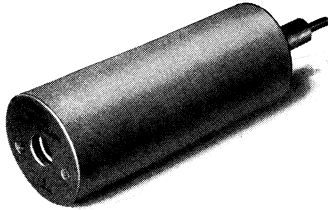
Gegenstand	Bezeichnung	Abmessungen in mm	Gewicht etwa kg	Preis
ACHTZEHNSTUFIGER TIEFPASS (50 kHz bis 26 MHz) .....	Rel 3 F 63	470 × 260 × 300	22	
Nach Bedarf 2 koaxiale Verbindungsleitungen, z. B. ....	Rel ltg 590a, ... h	300, ... 3000	0,2	S. 512

## Tiefpässe

Rel 3 F 64 a, . . . h

14, . . . 224 MHz

**ANWENDUNG** Diese Tiefpässe dienen zum Unterdrücken der Oberwellen eines Meßsenders für Grundwellen von 14 bis 224 MHz. Für höhere Frequenzbereiche gibt es die Ausführungen Rel 3 F 66 (S. 129). Die Geräte werden z. B. bei Brückenmessungen verwendet, weil Oberwellen der Meß-



frequenz ein unscharfes Brückenminimum ergeben, wenn als Anzeigergerät ein aperiodischer Spannungsmesser verwendet wird. Die Tiefpässe werden ferner bei der Messung der Dämpfung von Filtern, bei der Eichung von Strom- und Spannungsmessern, überhaupt als Zusatzgerät zur Herstellung rein sinusförmiger Meßspannungen im Kurzwellen- und UKW-Bereich benutzt.

Alle Tiefpässe lassen sich ohne zusätzliche Verbindungsleitungen unmittelbar in die Ausgangsbuchse des jeweiligen Meßsenders einführen, wenn diese für den Koaxialstecker Rel stp 40 (S. 512) eingerichtet ist.

### KENNWERTE

Frequenzbereich (Durchlaßbereich):

bei der Ausführung . . . . . a | b | c | d | e | f | g | h

14 . . 20 . . 28 . . 40 . . 56 . . 80 . . 112 . . 160 . . 224 MHz

Durchlaßdämpfung je nach Frequenzbereich . . . . .  $\leq 0,2$  bis  $0,4$  N

Dämpfung der ersten Oberwelle je nach Frequenzbereich . . . . .  $\geq 3$  bis  $5$  N

Dämpfung der zweiten Oberwelle

bei den Ausführungen a bis g . . . . .  $> 5,5$  N

bei der Ausführung h . . . . .  $> 4,5$  N

Günstigster Abschlußwiderstand für Ein- und Ausgang . . . . . etwa  $60 \Omega$

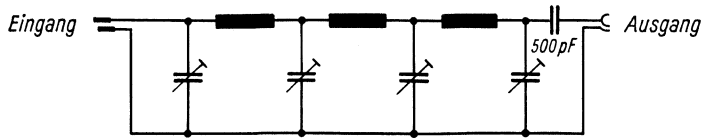
Höchste zulässige Durchgangsleistung . . . . .  $2$  W ( $\triangleq 11$  V an  $60 \Omega$ )

Anschlüsse . . . . . Stecker Rel stp 40 und Buchse für Rel stp 40

**ARBEITSWEISE** Die Tiefpässe bestehen aus unsymmetrischen dreigliedrigen Spulenleitungen.

Der Abstand der Grenzfrequenz der aufeinanderfolgenden Ausführungen a bis h ist mit jeweils einer halben Oktave so gewählt, daß im ungünstigsten Falle die erste Oberwelle der kleinsten Grundfrequenz noch eine halbe Oktave über der Grenzfrequenz des jeweiligen Bereichs liegt.

Im Ausgang der Tiefpässe liegt in Reihe zur Spulenleitung ein Kondensator (500 pF), der im Betriebsfrequenzbereich unwirksam ist, die Übertragung tiefer Frequenzen dagegen praktisch



sperrt. Dadurch vermeidet man bei Brückenmessungen mit modulierter Hochfrequenz Fehler, die auftreten, wenn der Sender außer der Hochfrequenz (durch Gleichrichtung an nichtlinearen Elementen) noch Spuren der Modulationsfrequenz (z.B. 800 oder 1000 Hz) abgibt.

B 3

#### ZUBEHÖR, ABMESSUNGEN UND GEWICHTE

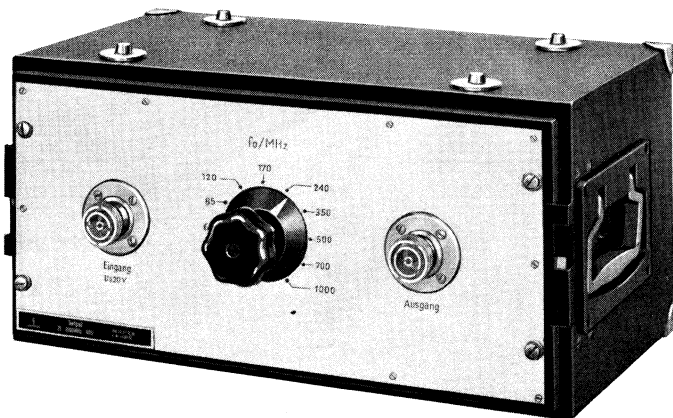
Gegenstand	Bezeichnung	Abmessungen in mm	Gewicht etwa kg	Preis
<b>TIEFPASS</b>				
14 bis 20 MHz .....	Rel 3 F 64a	} je 50 Ø × 185	je 0,45	
20 bis 28 MHz .....	Rel 3 F 64b			
28 bis 40 MHz .....	Rel 3 F 64c			
40 bis 56 MHz .....	Rel 3 F 64d			
56 bis 80 MHz .....	Rel 3 F 64e			
80 bis 112 MHz .....	Rel 3 F 64f			
112 bis 160 MHz .....	Rel 3 F 64g			
160 bis 224 MHz .....	Rel 3 F 64h			
<i>Nach Bedarf</i>				
1 Verbindungsleitung, z. B. ....	Rel ltg 532a, ... f	300, ... 2000	0,2	S. 512

## Elfstufiger Tiefpaß

20 bis 1000 MHz

Rel 3 F 65

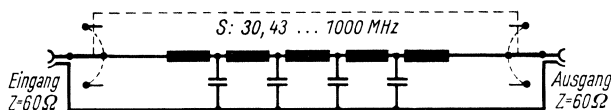
**ANWENDUNG** Dieser umschaltbare Tiefpaß dient hauptsächlich zum Unterdrücken der Oberwellen von Meßspannungen, z.B. bei der Eichung von breitbandigen Strom-, Spannungs- und Leistungsmessern, bei Frequenzgangmessungen an Zwei- und Vierpolen oder bei Messungen mit Brückenschaltungen. Außerdem läßt sich das Gerät in Meßkreise einführen, die über eine bestimmte obere Frequenz hinaus nicht arbeiten sollen.



### KENNWERTE

Frequenzbereich .....	20 bis 1000 MHz
obere Durchlaßgrenze der elf Durchlaßbereiche .....	30, 43, 60, 85, 120, 170, 240, 350, 500, 700, 1000 MHz
Durchlaßdämpfung im Bereich bis 700 MHz .....	≤ 2 db
von 700 bis 1000 MHz .....	≤ 3 db
Dämpfung der ersten Oberwelle .....	≥ 50 db
der zweiten und dritten Oberwelle .....	≥ 40 db
der vierten Oberwelle .....	≥ 30 db
Wellenwiderstand für Eingang und Ausgang .....	60 Ω
Reflexionsfaktor bei Abschluß mit 60 Ω .....	< 0,25
Höchste zulässige Durchgangsleistung .....	5 W (≈ 17 V an 60 Ω)
Anschlüsse .....	Buchsen der koaxialen Steckverbindung 6/16 (Kab stv 2)

**ARBEITSWEISE** Die einzelnen Tiefpässe sind als unsymmetrische Spulenleitungen aus vier T-Grundgliedern aufgebaut. Der Abstand der aufeinanderfolgenden Stufen beträgt etwa eine halbe Oktave. Nimmt man also die jeweilige obere Durchlaßfrequenz als untere Grundfrequenz der folgenden Stufe, so liegt deren erste Oberwelle immer noch eine halbe Oktave über der Grenzfrequenz und damit gut im Sperrbereich.



### ZUBEHÖR, ABMESSUNGEN UND GEWICHTE

Gegenstand	Bezeichnung	Abmessungen in mm	Gewicht etwa kg	Preis
ELFSTUFIGER TIEFPASS (20 bis 1000 MHz)	Rel 3 F 65	405 × 198 × 280	13	
<i>Nach Bedarf</i>				
2 Verbindungsleitungen 6/16 .....	Rel Itg 557 a	Länge nach Wahl	—	S. 512



## Koaxiale Tiefpässe

0,22, ... 6 GHz

Rel 3 F 66a, ... k

**ANWENDUNG** Diese Tiefpässe schließen frequenzmäßig an die Ausführungen Rel 3 F 64a, ... h (S. 126) an; sie ergeben als Zusatzgeräte zu Meßsendern rein sinusförmige Spannungen im UHF- und unteren SHF-Gebiet. Solche Spannungen werden z.B. für die Eichung von aperiodisch arbeitenden Strom-, Spannungs- und Leistungsmessern und beim Messen mit Brückenschaltungen benötigt. Jeder Tiefpaß kann, gegebenenfalls über das Zwischenstück 6/16 (Buchse/Buchse, Kab stv 2e), unmittelbar in einen koaxialen Leitungsweg mit der Steckverbindung 6/16 (Kab stv 2) eingefügt werden.



### KENNWERTE

Frequenzbereich (Durchlaßbereich):

bei der Ausführung a | b | c | d | e | f | g | h | i | k

0,22 .. 0,33 .. 0,47 .. 0,68 .. 1 .. 1,4 .. 1,8 .. 2,4 .. 3,3 .. 4,3 .. 6 GHz

Durchlaßdämpfung ..... < 2 db

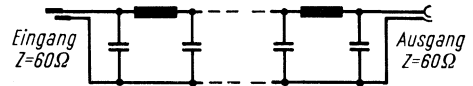
Sperrdämpfung für die erste und zweite Oberwelle ..... > 40 db

Wellenwiderstand für Eingang und Ausgang ..... 60 Ω

Höchste zulässige Durchgangsleistung ..... 5 W ( $\cong 17$  V an 60 Ω)

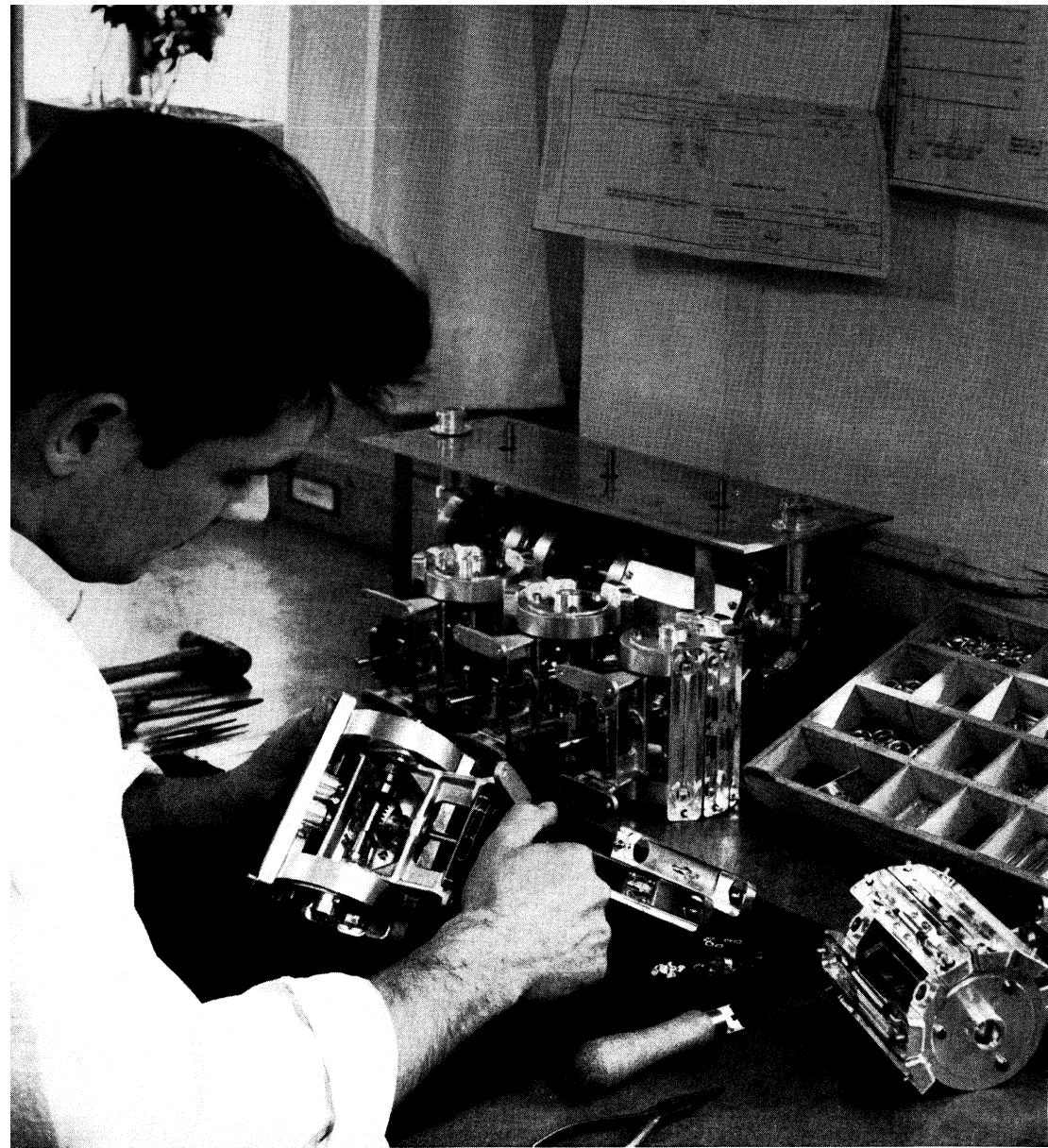
Anschlüsse ..... Stecker und Buchse der Steckverbindung 6/16 (Kab stv 2)

**ARBEITSWEISE** Über den Frequenzbereich 0,33 bis 6 GHz sind zehn einzelne Tiefpässe so verteilt, daß ihre Grundfrequenzen etwa eine halbe Oktave Abstand haben. Dadurch steht für jede Frequenz zwischen 0,22 und 6 GHz ein Tiefpaß zur Verfügung, der die ersten und zweiten Oberwellen um mindestens 40 db dämpft. Bis 1,8 GHz sind die Tiefpässe als viergliedrige Spulenleitungen aufgebaut; darüber werden die Glieder durch koaxiale Leitungsstücke mit wechselndem Wellenwiderstand gebildet. Die Zahl der Grundglieder steigt dabei mit zunehmender Grenzfrequenz.



### ZUBEHÖR, ABMESSUNGEN UND GEWICHTE

Gegenstand	Bezeichnung	Abmessungen in mm	Gewicht etwa kg	Preis
<b>TIEFPASS</b>				
0,22 bis 0,33 GHz .....	Rel 3 F 66a	je 33 $\varnothing$ × 150	je 0,7	
0,33 bis 0,47 GHz .....	Rel 3 F 66b			
0,47 bis 0,68 GHz .....	Rel 3 F 66c			
0,68 bis 1 GHz .....	Rel 3 F 66d			
1 bis 1,4 GHz .....	Rel 3 F 66e			
1,4 bis 1,8 GHz .....	Rel 3 F 66f			
1,8 bis 2,4 GHz .....	Rel 3 F 66g			
2,4 bis 3,3 GHz .....	Rel 3 F 66h			
3,3 bis 4,3 GHz .....	Rel 3 F 66i			
4,3 bis 6 GHz .....	Rel 3 F 66k			
Nach Bedarf				
1 Zwischenstück 6/16 (Buchse/Buchse) .....	Kab stv 2e	34 $\varnothing$ × 28	0,15	S. 512



Zusammenbau der Veränderbaren Eichleitung für 0 bis 1000 MHz

# B 4

## Eichleitungen, Dämpfungsglieder, Spannungsteiler

### ÜBERSICHT

Gerät	Bezeichnung Rel 3	Frequenzbereich	Dämpfungs- bereich	Unsicherheit	Seite
Veränderbare Eichleitungen 16 N .....	D 110a, 112a, 114a, 115a	0 bis 10 MHz	0 bis 16,21 N in 0,01-N-Schritten	0,01 N	132
Veränderbare Eichleitungen 132 db ...			D 110b, 112b, 114b, 115b	0 bis 132,1 db in 0,1-db-Schritten	
Veränderbare Eichleitung 16 N .....	D 16a	0 bis 10 MHz	0 bis 16,22 N stetig	0,003 N	136
Veränderbare Eichleitung 142 db .....	D 16b		0 bis 142,2 db stetig	0,03 db	
Veränderbare Eichleitungen 13 N ....	D 117a, 118a	0 bis 100 MHz	0 bis 13,21 N	0,01 N	138
Veränderbare Eichleitungen 122 db ...	D 117b, 118b		0 bis 122,1 db	0,1 db	
Veränderbare Eichleitungen 110 db ...	D 17c, e	0 bis 1000 MHz	0 bis 110 db	0,3 db	140
Veränderbare Eichleitung 11 N .....	D 17d		0 bis 11 N	0,03 N	
Koaxiales Dämpfungsglied 1 N ....	B 328a	0 bis 30 MHz	1 N	0,01 N	142
Koaxiales Dämpfungsglied 10 db ..	B 328b		10 db	0,1 db	
Koaxiales Dämpfungsglied 2 N ....	B 329a	0 bis 30 MHz	2 N	0,01 N	144
Koaxiales Dämpfungsglied 20 db ..	B 329b		20 db	0,1 db	
Koaxiales Dämpfungsglied 5 N ....	B 330a	0 bis 30 MHz	5 N	0,01 N	146
Koaxiales Dämpfungsglied 40 db ..	B 330b		40 db	0,1 db	
Dämpfungsglied 10 db (6/16) .....	B 314	0 bis 5 GHz	10 db	1 (2) db	148
Dämpfungsglied 20 db (6/16) .....	B 315		20 db	1 (2) db	
Veränderbares Dämpfungs- glied 40 db (58 × 29) ....	B 321b	3,3 bis 5 GHz	bis 40 db	10 db	146
Veränderbares Dämpfungs- glied 35 db (34 × 15) .....	B 340	5,85 bis 8,2 GHz	bis 35 db	1,5 db	148
Kapazitiver Spannungsteiler 40 bis 120 db .....	B 75	0,3 bis 3 GHz	40 bis 120 db	1 db	150
Kapazitiver Spannungsteiler 40 bis 140 db .....	B 76	1,5 bis 5 GHz	40 bis 140 db		

**B**

**Veränderbare Eichleitungen 16 N**

0 bis 10 MHz

Rel 3 D 110 a, 112 a  
Rel 3 D 114 a, 115 a

**Veränderbare Eichleitungen 132 db**

0 bis 10 MHz

Rel 3 D 110 b, 112 b  
Rel 3 D 114 b, 115 b

**ANWENDUNG** Diese Eichleitungen ermöglichen das bequeme und genaue Einstellen von Dämpfungswerten in einem großen Frequenzbereich, so daß mit ihnen nach dem Vergleichsverfahren Dämpfungen oder Verstärkungen sehr genau gemessen werden können. Die Dämpfungswerte



Ausführung Rel 3 D 110 a

lassen sich feinstufig einstellen. Darüber hinaus können die Geräte ganz allgemein als Dämpfungsglieder benutzt werden.

Die Ausführungen Rel 3 D 110 und 112 sind erdsymmetrisch aufgebaut; sie unterscheiden sich durch ihren Wellenwiderstand (600 und 150 Ω). Sie können auch — mit halbem Wellenwiderstand — als erdunsymmetrische Eichleitungen eingesetzt werden.

Die Ausführungen Rel 3 D 114, 115 sind erdunsymmetrisch aufgebaut; sie unterscheiden sich ebenfalls durch ihren Wellenwiderstand (600 und 150 Ω). Die einstellbaren Dämpfungswerte sind die gleichen wie bei den Ausführungen Rel 3 D 110 und 112.

Alle a-Ausführungen sind in Neper, alle b-Ausführungen in Dezibel geeicht.

Eichleitungen mit noch feinerer Einstellmöglichkeit der Werte werden auf den Seiten 136 und 137 beschrieben, solche für Frequenzbereiche > 10 MHz auf den Seiten 138 bis 141.

**KENNWERTE**

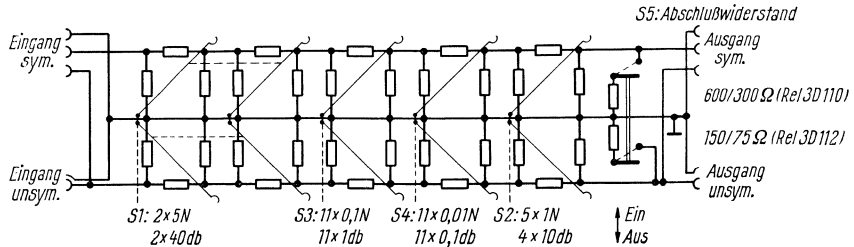
Frequenzbereich .....	0 bis 10 MHz
und zwar bei den auf der nächsten Seite angegebenen Betragsunsicherheiten für die Ausführung:	
Rel 3 D 110 .....	0 bis 3 MHz
Rel 3 D 112 .....	0 bis 10 MHz
Rel 3 D 114 .....	0 bis 1 MHz
Rel 3 D 115 .....	0 bis 5 MHz

	Ausführungen a	Ausführungen b
Dämpfungswerte .....	0 bis 16,21 N	0 bis 132,1 db
in 2 Schritten zu .....	5 N	40 db
in 5 Schritten zu .....	1 N	—
in 4 Schritten zu .....	—	10 db
in 11 Schritten zu .....	0,1 N	1 db
in 11 Schritten zu .....	0,01 N	0,1 db
Wellenwiderstand:		
	erdsymmetrisch	erdunsymmetrisch
Rel 3 D 110 .....	600 Ω	300 Ω
Rel 3 D 112 .....	150 Ω	75 Ω
Rel 3 D 114 .....	—	600 Ω
Rel 3 D 115 .....	—	150 Ω
Belastbarkeit .....	1 W	0,5 W

Betragsunsicherheit:

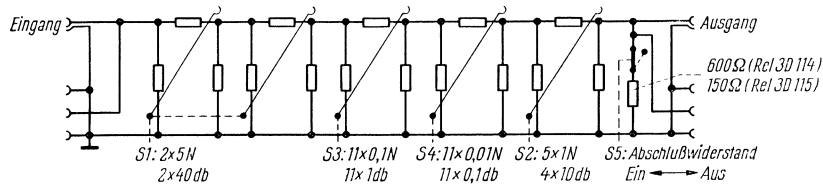
Gerät Rel 3 D	Z Ω	Frequenz- bereich MHz	Betragsunsicherheit für die Dämpfungswerte							
			bis 0,1 N	bis 1 db	bis 1 N	bis 10 db	bis 12 N	bis 110 db	> 12 N	> 110 db
			a N	b db	a N	b db	a N	b db	a N	b db
110	600 symm.	bis 0,1	0,002	0,02	0,01	0,1	0,02	0,2	0,03	0,3
		bis 1	0,005	0,05	0,01	0,1	0,02	0,2	0,05	0,5
	300 unsymm.	bis 0,1	0,002	0,02	0,01	0,1	0,02	0,2	0,03	0,3
		bis 3	0,005	0,05	0,01	0,1	0,02	0,2	0,05	0,5
112	150 symm.	bis 0,1	0,002	0,02	0,01	0,1	0,02	0,2	0,03	0,3
		bis 2	0,005	0,05	0,01	0,1	0,02	0,2	0,05	0,5
	75 unsymm.	bis 0,1	0,002	0,02	0,01	0,1	0,02	0,2	0,05	0,5
		bis 10	0,005	0,05	0,01	0,1	0,05	0,5	0,1	1
	600 unsymm.	bis 0,1	0,002	0,02	0,01	0,1	0,02	0,2	0,02	0,2
		bis 1	0,005	0,05	0,01	0,1	0,03	0,3	0,05	0,5
115	150 unsymm.	bis 1	0,002	0,02	0,01	0,1	0,02	0,2	0,03	0,3
		bis 5	0,005	0,05	0,01	0,1	0,05	0,5	0,1	1

ARBEITSWEISE UND AUFBAU Eichleitungen sind so aufgebaut, daß in jeder Ader mehrere beispielsweise dekadisch gestaffelte Dämpfungsglieder in  $\pi$ -Schaltung hintereinander geschaltet werden können. Zwischen den Eingängen und Ausgängen ist damit die Summe der voneinander unabhängig regelbaren Stufen bei gleichbleibendem Eingangs- und Ausgangswiderstand wirksam.



Schaltung der Ausführungen Rel 3 D 110 und 112

Von Ader zu Ader ergibt sich eine doppelte  $\pi$ -Schaltung sowie zwischen Ader und Masse bei halbem Wellenwiderstand und gleicher Dämpfung eine einfache  $\pi$ -Schaltung. Die Genauigkeit der eingestellten Dämpfung ist außer von der Betragsunsicherheit der Widerstände nach höheren Frequenzen von der Schaltkapazität und -induktivität abhängig, die sich besonders als Kopplungen zwischen Eingang und Ausgang auswirken können. Diese Einflüsse sind für die angegebenen Frequenzgebiete durch sorgfältige Schirmung klein gehalten. So ist jeder Schalter (S1...S4) in einem Topf untergebracht, der zusammen mit kreisförmigen Blechen eine einwandfreie Abschirmung zwischen den einzelnen Stufen bildet; ferner wurden die großen Stufen in je zwei hintereinander geschaltete Dämpfungsglieder aufgeteilt.



Schaltung der Ausführungen Rel 3 D 114, 115

Die Dämpfung von 16,21 N (132,1 db) ist in zwei Schritten zu je 5 N (40 db) mit dem Schalter S1 und in fünf (vier) Schritten zu 1 N (10 db) mit S2 einstellbar. Zur Feineinstellung dienen die Dekadenschalter S3 und S4 mit je elf Schritten zu 0,1 N (1 db) und 0,01 N (0,1 db). Der in vielen Fällen, z. B. beim Arbeiten mit hochohmigen Anzeigergeräten, benötigte Abschlußwiderstand ist im Gerät eingebaut und kann mit Schalter S5 parallel zum Ausgang geschaltet werden.

Die Eichleitungen Rel 3 D 110 und 112 sind in Doppel- $\pi$ -Schaltung, also erdsymmetrisch, aufgebaut. Die Längsmittle der Schaltung liegt an besonderen Eingangs- und Ausgangsbuchsen, so daß die eine Hälfte auch einzeln als erdsymmetrische Eichleitung verwendbar ist. Die Ausführungen Rel 3 D 114 und 115 sind als  $\pi$ -Schaltung, also erdsymmetrisch, aufgebaut. Der Ausgangs-Scheinwiderstand ist bei allen Ausführungen durch besondere L- und C-Glieder im angegebenen Frequenzbereich gleichmäßig.

Die symmetrischen Ein- und Ausgänge liegen an dreiteiligen geschirmten Buchsen, wie sie in der NF- und TF-Technik üblich sind; die unsymmetrischen Ein- und Ausgänge enden an Koaxialbuchsen 4/13. Geeignete Verbindungsleitungen sind im folgenden Abschnitt Zubehör, Abmessungen und Gewichte angegeben.



Ausführung Rel 3 D 114 a

ZUBEHÖR, ABMESSUNGEN UND GEWICHTE

Gegenstand	Bezeichnung	Abmessungen in mm	Gewicht etwa kg	Preis
<b>VERÄNDERBARE EICHLUITUNGEN 16N</b> (0 bis 10 MHz) erdsymmetrisch und erdunsymmetrisch: $Z = 600/300 \Omega$ ..... $Z = 150/75 \Omega$ ..... erdunsymmetrisch: $Z = 600 \Omega$ ..... $Z = 150 \Omega$ .....	Rel 3 D 110a Rel 3 D 112a  Rel 3 D 114a Rel 3 D 115a	je 275 × 200 × 180	je 6	} S. 512
<b>VERÄNDERBARE EICHLUITUNGEN 132 db</b> (0 bis 10 MHz) erdsymmetrisch und erdunsymmetrisch: $Z = 600/300 \Omega$ ..... $Z = 150/75 \Omega$ ..... erdunsymmetrisch: $Z = 600 \Omega$ ..... $Z = 150 \Omega$ .....	Rel 3 D 110b Rel 3 D 112b  Rel 3 D 114b Rel 3 D 115b			
<i>Nach Bedarf</i> 2 Verbindungsleitungen für symmetrische Schaltungen, z. B. .... für erdunsymmetrische Schaltungen, z. B. für Rel 3 D 112 ..... für Rel 3 D 110, 114 oder 115 .....	Rel Itg 546a oder r  Rel Itg 533a oder b Rel Itg 590a	500 oder 250  300 oder 500 300	0,1  0,1 0,2	

### Veränderbare Eichleitung 16 N

0 bis 10 MHz

Rel 3 D 16 a

### Veränderbare Eichleitung 142 db

0 bis 10 MHz

Rel 3 D 16 b

**ANWENDUNG** Diese Eichleitungen mit fein einstellbarer Dämpfung dienen im Frequenzbereich bis 10 MHz als Vergleichsnormale bei Dämpfungsmessungen an Vierpolen, z. B. an Kabeln und Filtern. Bekannte Spannungen lassen sich mit ihnen sehr genau auf kleine Werte teilen, wie sie z. B. für Verstärkungsmessungen benötigt werden.



Die Geräte haben einen Wellenwiderstand von 75  $\Omega$ ; die Ausführung a ist in Neper, die Ausführung b in Dezibel geeicht. Sie sind sowohl zum Anschluß von Leitungen mit dreipoligen Steckern (bis zu Frequenzen von etwa 1 MHz) als auch von Koaxialleitungen mit Steckern 4/13 (S. 512) eingerichtet. Von den Ausführungen Rel 3 D 410 bis 415 (S. 132) unterscheiden sich diese Eichleitungen vor allem durch stetige Einstellmöglichkeit der Betragswerte und kleinere Betragsunsicherheit in einem größeren Frequenzbereich.

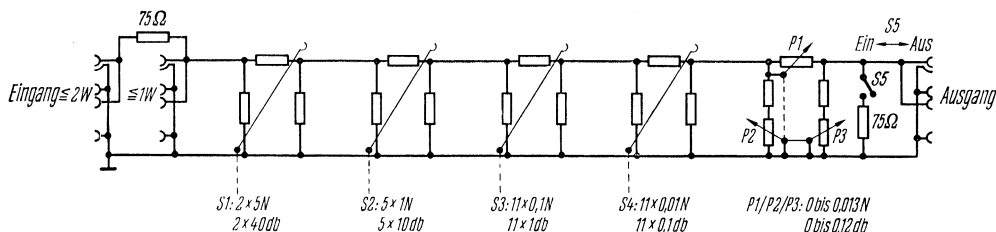
#### VORLÄUFIGE KENNWERTE

Frequenzbereich	0 bis 10 MHz	
	Ausführung a	Ausführung b
Dämpfung	0 bis 16,22 N	0 bis 142,2 db
in zwei Schritten zu	5 N	40 db
in fünf Schritten zu	1 N	10 db
in elf Schritten zu	0,1 N	1 db
in elf Schritten zu	0,01 N	0,1 db
und stetig	von 0 bis 0,013 N	0 bis 0,11 db
Betragsunsicherheit bei 20° C		
bis 16 N (142 db) und bis 1 MHz	$\pm 0,003$ N	$\pm 0,03$ db
bis 12 N (100 db) und bis 10 MHz	$\pm 0,004$ N	$\pm 0,04$ db
für relative Dämpfungsänderungen	$\pm 0,002$ N	$\pm 0,02$ db
Wellenwiderstand Z	75 $\Omega$	
Reflexionsfaktor (ohne Vorwiderstand Z) bei 10 MHz	$\leq 0,004$	



Eingang ..... unsymmetrisch, mit und ohne Vorwiderstand Z  
 Abschlußwiderstand Z, eingebaut ..... ausschaltbar  
 Belastbarkeit  
     ohne Vorwiderstand ..... 1 W  
     mit Vorwiderstand ..... 2 W  
 Anschlüsse ..... dreipolig (bis 1 MHz) und koaxial 4/13

**AUFBAU** Die Gesamtdämpfung ist auf vier Stufen (Schalter S 1 bis S 4) und ein stetig veränderbares Dämpfungsglied (P) aufgeteilt, und zwar ergeben sich zwei Schritte zu 5 N ( $2 \times 40$  db), fünf Schritte zu je 1 N (10 db) und je elf Schritte zu 0,1 N (1 db) und 0,01 N (0,1 db). Mit dem Dämpfungsglied P läßt sich die Dämpfung von 0 bis etwa 0,013 N (0 bis 0,12 db) stetig regeln. Jeder



Schalter ist in einen Schirmtopf eingebaut und enthält eine seiner Schrittzahl entsprechende Anzahl Dämpfungsglieder gleichen Dämpfungswertes. Sie werden entsprechend der jeweils einzustellenden Dämpfung in Kette geschaltet. Dadurch erhält man die größtmögliche Genauigkeit beim Messen von Dämpfungsänderungen.

Die einzelnen Glieder sind als  $\pi$ -Glieder ausgebildet und aus hochwertigen Schichtwiderständen aufgebaut. Ihr Scheinwiderstand ist durch die eingebaute Phasenkorrektur weitgehend reell und damit der Reflexionsfaktor des Gerätes auch bei hohen Frequenzen sehr klein.

Zwei durch einen Widerstand Z miteinander verbundene Eingänge ermöglichen auf einfache Weise den wahlweisen Betrieb mit oder ohne Vorwiderstand Z. Mit dem Schalter S 5 kann der Abschlußwiderstand Z der Eichleitung ein- oder ausgeschaltet werden.

#### ZUBEHÖR, ABMESSUNGEN UND GEWICHTE

Gegenstand	Bezeichnung	Abmessungen in mm	Gewicht etwa kg	Preis
VERÄNDERBARE EICHLLEITUNG 16 N (0 bis 10 MHz) .....	Rel 3 D 16a	550 × 232 × 280	22	} S. 512
VERÄNDERBARE EICHLLEITUNG 142 db (0 bis 10 MHz) .....	Rel 3 D 16b	550 × 232 × 280	22	
Nach Bedarf				
2 koaxiale Verbindungsleitungen 75 Ω, z. B. ....	Rel Itg 533a, ... h	250, ... 3000	0,2	
2 Verbindungsleitungen, z. B. ....	Rel Itg 546a, ... d	500, ... 2000	0,2	}
oder	Rel Itg 547a, ... e	250, ... 2000	0,2	

**Veränderbare Eichleitungen 13 N**

Rel 3 D 117 a, 118 a

0 bis 100 MHz

**Veränderbare Eichleitungen 122 db**

Rel 3 D 117 b, 118 b

0 bis 100 MHz

ANWENDUNG Diese Eichleitungen sind Vierpole mit fein einstellbarer Dämpfung; sie dienen im Frequenzbereich bis 100 MHz als Vergleichsnormale bei Dämpfungsmessungen an Vierpolen, z. B. an Kabeln und Filtern. (Wie solche Meßplätze zweckmäßigerweise aufgebaut werden, ist auf den



S. 250 bis 252 kurz beschrieben.) Die Eichleitungen können ferner zum schrittweisen Einstellen kleiner HF-Spannungen und damit zu Verstärkungsmessungen benutzt werden, z. B. zur Aufnahme des Frequenzganges der Verstärkung von Breitbandverstärkern oder zum Feststellen der Trennschärfe von Funk-Empfangsgeräten. Die Geräte Rel 3 D 117 unterscheiden sich von den Geräten Rel 3 D 118 nur durch den Wellenwiderstand (75 oder 60 Ω); die Ausführungen a sind in Neper, die Ausführungen b sind in Dezibel geeicht.

**KENNWERTE**

Frequenzbereich . . . . . 0 bis 100 MHz

**Dämpfungswerte**

Ausführungen Rel 3 D 117a/118a . . . . . 0 bis 13,21 N

in den Schritten . . . . . 11 × 0,01; 11 × 0,1; 4 × 1; 4 + 4 N

Ausführungen Rel 3 D 117b/118b . . . . . 0 bis 122,1 db

in den Schritten . . . . . 11 × 0,1; 11 × 1; 4 × 10; 40 + 30 db

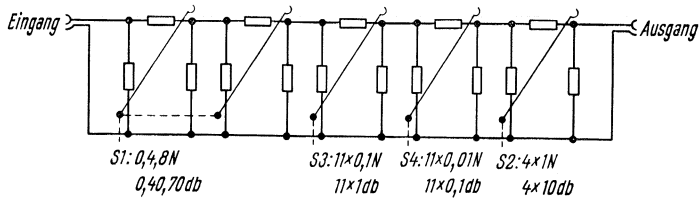
**Betragsunsicherheit**

für eine Dämpfung von	bis 10 MHz	bis 100 MHz
0 bis 0,1 N (1 db) . . . . .	± 0,002 N (± 0,02 db)	± 0,005 N (± 0,05 db)
0 bis 1 N (10 db) . . . . .	± 0,01 N (± 0,1 db)	± 0,02 N (± 0,2 db)
0 bis 10 N (90 db) . . . . .	± 0,02 N (± 0,2 db)	± 0,03 N (± 0,3 db)
0 bis 13 N (120 db) . . . . .	± 0,03 N (± 0,3 db)	± 0,05 N (± 0,5 db)

Wellenwiderstand

bei den Ausführungen Rel 3 D 117 .....	75 Ω
bei den Ausführungen Rel 3 D 118 .....	60 Ω
Zulässige Dauerbelastung .....	0,7 W
Anschlüsse .....	Buchsen 6/16 der Steckverbindung Kabstv2

ARBEITSWEISE Die Gesamtdämpfung ist auf vier einzeln schaltbare Stufen aufgeteilt. In welchen Schritten sich jede Stufe einstellen läßt, zeigt das Schaltbild. Die Dämpfungsglieder sind aus ohmschen Widerständen in  $\pi$ -Schaltung zusammengesetzt, die gemeinsam ein- und ausgeschaltet werden.



werden; die nicht eingeschalteten Dämpfungsglieder liegen jeweils an Masse. Die Kapazität der Schalter und die Induktivität der Verbindungsdrähte sind so abgeglichen, daß der Wellenwiderstand der Eichleitung bis 100 MHz annähernd reell und gleich bleibt.

Ein- und Ausgang der Eichleitung liegen an konzentrischen Buchsen, die zur Vermeidung von Übersprechen eine besondere induktive Belastung haben.

**B 4**

ZUBEHÖR, ABMESSUNGEN UND GEWICHTE

Gegenstand	Bezeichnung	Abmessungen in mm	Gewicht etwa kg	Preis
VERÄNDERBARE EICHLEITUNGEN 13 N (0 bis 100 MHz)				
Ausführung mit $Z=75\ \Omega$ .....	Rel 3 D 117a	je 275 × 200 × 180	je 6	
Ausführung mit $Z=60\ \Omega$ .....	Rel 3 D 118a			
VERÄNDERBARE EICHLEITUNGEN 122 db (0 bis 100 MHz)				
Ausführung mit $Z=75\ \Omega$ .....	Rel 3 D 117b			
Ausführung mit $Z=60\ \Omega$ .....	Rel 3 D 118b			
<i>Nach Bedarf</i>				
2 koaxiale Verbindungsleitungen, z. B.				} S. 512
für $Z=60\ \Omega$ .....	Rel Itg 532a, ...h	300, ... 3000	0,2	
für $Z=75\ \Omega$ .....	Rel Itg 533a, ...h	300, ... 3000	0,2	

**Veränderbare Eichleitungen 110 db**

Rel 3 D 17 c, e

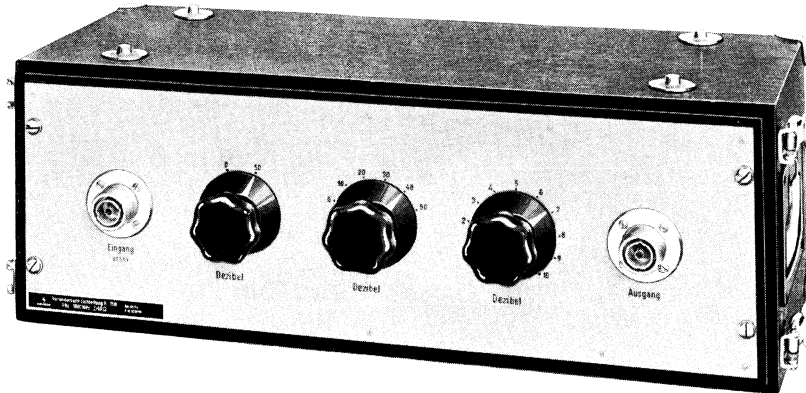
0 bis 1000 MHz

**Veränderbare Eichleitung 11 N**

Rel 3 D 17 d

0 bis 1000 MHz

ANWENDUNG Diese Eichleitungen dienen als Vierpole mit einstellbarer Dämpfung im Frequenzbereich bis 1000 MHz als Vergleichsnormale bei Dämpfungsmessungen an Vierpolen, z.B. an Kabeln und Filtern. (Beispiele für einen entsprechenden Meßplatzaufbau sind auf den S. 250 bis 252



angegeben.) Ferner läßt sich mit ihnen eine bekannte Spannung auf kleine Werte teilen, wie sie z. B. für Verstärkungsmessungen benötigt werden. Es gibt Geräte mit Dezibeleichung (Ausführungen c und e) oder mit Nepereichung (Ausführung d) und für einen Wellenwiderstand von  $Z = 60 \Omega$  (Ausführungen c und d) oder  $Z = 75 \Omega$  (Ausführung e).

**KENNWERTE**

Frequenzbereich . . . . . 0 bis 1000 MHz

**Dämpfungswerte**

Ausführungen Rel 3 D 17c und e . . . . . 0 bis 110 db

einstellbar in den Schritten . . . . .  $10 \times 1; 5 \times 10; 1 \times 50$  db

Ausführung Rel 3 D 17d . . . . . 0 bis 11 N

einstellbar in den Schritten . . . . .  $10 \times 0,1; 5 \times 1; 1 \times 5$  N

Betragsunsicherheit für  bis 600 [Ausf. e bis 150] MHz |  bis 1000 MHz

0 bis 30 db (3 N) . . . . .  $\pm 0,2$  db (0,02 N) |  $\pm 0,3$  db (0,03 N)

0 bis 60 db (6 N) . . . . .  $\pm 0,3$  db (0,03 N) |  $\pm 0,4$  db (0,04 N)

0 bis 80 db (8 N) . . . . .  $\pm 0,4$  db (0,04 N) |  $\pm 0,6$  db (0,06 N)

0 bis 110 db (11 N) . . . . .  $\pm 0,5$  db (0,05 N) |  $\pm 0,8$  db (0,08 N)

Wellenwiderstand bei Rel 3 D 17c und d . . . . . 60  $\Omega$

bei Rel 3 D 17e . . . . . 75  $\Omega$

**Reflexionsfaktor bei Abschluß mit 60  $\Omega$  [75  $\Omega$ ] und bei**

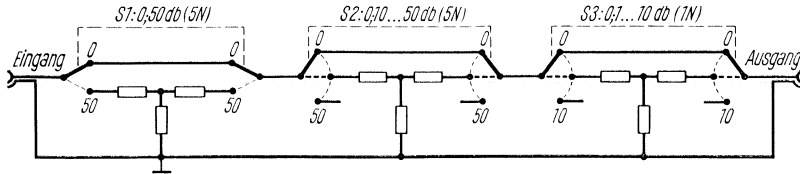
0 bis 100 [150] MHz . . . . .  $< 0,02$  [ $< 0,015$ ]

100 bis 600 MHz . . . . .  $< 0,05$

600 bis 1000 MHz . . . . .  $< 0,08$

Zulässige Dauerbelastung ..... 0,5 W  
 Anschlüsse der Ausf. c und d ..... Buchsen 6/16 der Steckverbindung Kabstv 2  
 der Ausführung e ..... Buchsen 2,5/6 der Steckverbindung Rel stv 43a

ARBEITSWEISE Die Gesamtdämpfung ist auf drei Stufen aufgeteilt; die erste schaltet 50 db (5 N), die zweite in fünf Schritten je 10 db (1 N) und die dritte in zehn Schritten je 1 db (0,1 N). Die Dämpfungsglieder sind aus ohmschen Widerständen in T-Schaltung zusammengesetzt und in eine



Schirmwanne so eingebaut, daß Reflexionen klein gehalten werden. So hat die Ausführung Rel 3 D 17e, die vor allem für Messungen an den ZF-Kreisen der Richtfunksysteme ( $f_z = 35; 70; 105$  MHz) gedacht ist, im Bereich bis 150 MHz einen Reflexionsfaktor  $r < 0,015$ . Jeder der koaxial aufgebauten Schalter schaltet jeweils nur ein Dämpfungsglied ein.

Das Bild auf Seite 130 zeigt den Zusammenbau dieser Eichleitungen in der Werkstatt.

**B 4**

ZUBEHÖR, ABMESSUNGEN UND GEWICHTE

Gegenstand	Bezeichnung	Abmessungen in mm	Gewicht etwa kg	Preis
VERÄNDERBARE EICHLUITUNGEN 110 db (0 bis 1000 MHz) mit $Z=60 \Omega$ ..... mit $Z=75 \Omega$ .....	Rel 3 D 17c Rel 3 D 17e	je 550 x 200 x 280	je 18	} S. 512
VERÄNDERBARE EICHLUITUNGEN 11 N (0 bis 1000 MHz) mit $Z=60 \Omega$ .....	Rel 3 D 17d			
Nach Bedarf 2 koaxiale Verbindungsleitungen, z. B. für die Ausführungen c und d ..... für die Ausführung e .....	Rel Itg 557a Rel Itg 592a, ... h	Länge nach Wahl 300, ... 3000	— 0,2	

**Koaxiale Dämpfungsglieder 1, 2, 5 N**

0 bis 30 MHz • 4/13

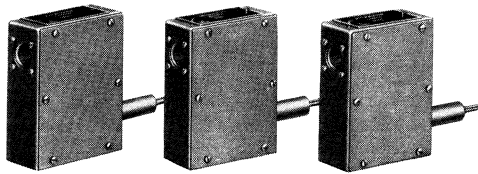
Rel 3 B 328a  
Rel 3 B 329a  
Rel 3 B 330a

**Koaxiale Dämpfungsglieder 10, 20, 40 db**

0 bis 30 MHz • 4/13

Rel 3 B 328b  
Rel 3 B 329b  
Rel 3 B 330b

**ANWENDUNG** Diese einfach aufgebauten, geeichten Dämpfungsglieder ersetzen in vielen Meßplätzen eine Eichleitung. Sie haben Buchse und Stecker 4/13, so daß sie sich als Steckglieder leicht in die Verbindungsleitungen der Meßplätze einfügen lassen, z. B. am Ausgang des Pegelsenders Rel 3 W 53



(S. 37) und am Eingang des Pegelmessers Rel 3 D 317 (S. 354). Die Ausführungen a sind in Neper, die Ausführungen b in Dezibel geeicht. Mit einem Satz Dämpfungsglieder, bestehend aus je einem Dämpfungsglied Rel 3 B 328 und 330 und zwei Dämpfungsgliedern Rel 3 B 329 („Gewichts-Satz“), kann in Neper- (10 Dezibel-)Schritten jeder Wert zwischen 1 und 10 N (10 und 90 db) mit einem für viele Meßfälle ausreichend kleinen Reflexionsfaktor eingestellt werden.

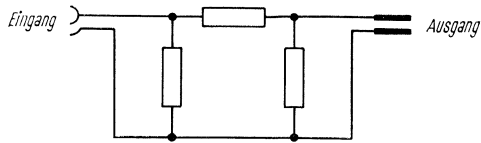
**KENNWERTE**

Frequenzbereich .....	0 bis 30 MHz
Dämpfungswerte	
Rel 3 B 328a .....	1,0 N
Rel 3 B 329a .....	2,0 N
Rel 3 B 330a .....	5,0 N
Rel 3 B 328b .....	10 db
Rel 3 B 329b .....	20 db
Rel 3 B 330b .....	40 db
Betragsunsicherheit	
bis 30 MHz .....	$\pm 0,01$ N oder $\pm 0,1$ db
Wellenwiderstand .....	75 $\Omega$
Belastbarkeit .....	1 W
Anschlüsse .....	Buchse und Stecker 4/13

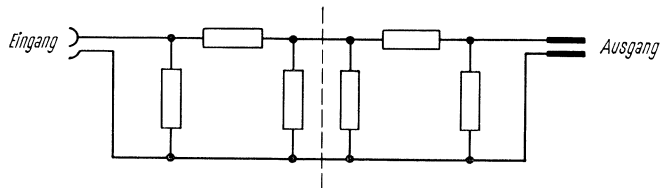
**ARBEITSWEISE UND AUFBAU** Auf der Ausgangsseite tragen die Dämpfungsglieder einen Stecker für die Koaxialbuchse 4/13, auf der Eingangsseite die entsprechende Koaxialbuchse; sie können also unmittelbar in Kette geschaltet oder in die Verbindungsleitungen des Meßplatzes eingefügt

werden. Zum Anschluß des Buchsen-Eingangs an einen Sender- (Buchsen-)Ausgang wird eine Verbindungsleitung Rel Itg 533 eingefügt.

Die Dämpfungsglieder 1 N und 2 N (10 db, 20 db) sind einstufig aufgebaut, die Dämpfungsglieder 5 N (40 db) zweistufig als unsymmetrische  $\pi$ -Glieder.



Ausführungen 1 N und 2 N (10 und 20 db)



Ausführungen 5 N und 40 db

B 4

#### ZUBEHÖR, ABMESSUNGEN UND GEWICHTE

Gegenstand	Bezeichnung	Abmessungen in mm	Gewicht etwa kg	Preis
<b>KOAXIALE DÄMPFUNGLIEDER 4/13</b> (0 bis 30 MHz)				
1,0 N .....	Rel 3 B 328a	} je 90 × 70 × 33	je 0,3	
2,0 N .....	Rel 3 B 329a			
5,0 N .....	Rel 3 B 330a			
10 db .....	Rel 3 B 328b			
20 db .....	Rel 3 B 329b			
40 db .....	Rel 3 B 330b			
<i>Zubehör</i>				
1 Verbindungsleitung für Übergang Buchse-Buchse, z. B. ....	Rel Itg 533 a, ... h	300, ... 3000	0,2	S. 512

**Dämpfungsglied 10 db**

Rel 3 B 314

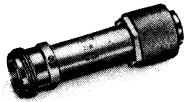
0 bis 5 GHz · 6/16

**Dämpfungsglied 20 db**

Rel 3 B 315

0 bis 5 GHz · 6/16

**ANWENDUNG** Diese Dämpfungsglieder dienen bei Dämpfungsmessungen als feste Normale. Schaltet man sie zwischen Sender und Verbraucher, so lassen sich Rückwirkungen auf den Sender



infolge Belastungsänderungen verringern. Die Dämpfung beträgt 10 db ( $\sqrt{10:1}$ ) bei der Ausführung Rel 3 B 314 und 20 db (10:1) bei der Ausführung Rel 3 B 315 für einen Abschluß mit 60 Ω.

Normale mit höheren Dämpfungswerten lassen sich durch Kettenschaltung mehrerer Dämpfungsglieder herstellen, z.B. die Werte 10, 20, 30, 40 und 50 db mit einem Dämpfungsglied Rel 3 B 314 und zwei Dämpfungsgliedern Rel 3 B 315.

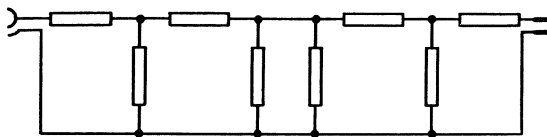
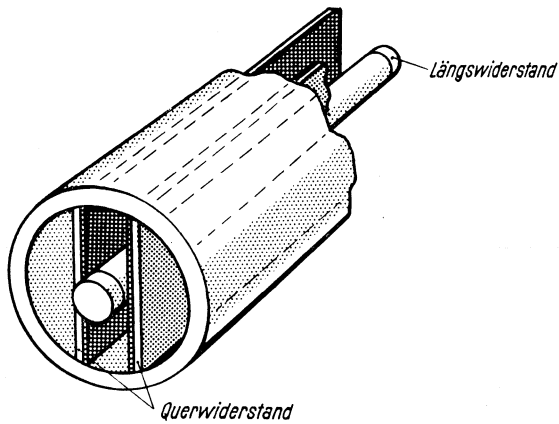
**KENNWERTE**

Frequenzbereich .....	0 bis 5 GHz
Dämpfung	
Ausführung Rel 3 B 314 .....	10 db
Ausführung Rel 3 B 315 .....	20 db
Unsicherheit des Dämpfungswertes	
bei 0 bis 3 GHz .....	± 1 db
bei 3 bis 5 GHz .....	± 2 db
Wellenwiderstand der Eingangs- und Ausgangsleitung .....	60 Ω
Reflexionsfaktor	
bei 0 bis 3 GHz .....	etwa 0,09
bei 3 bis 5 GHz .....	etwa 0,11
Zulässige Belastung .....	0,5 W
Anschlüsse .....	Buchse und Stecker 6/16 (Kab stv 2)

**ARBEITSWEISE** Die Dämpfungsglieder sind homogen aufgebaut. Ein Längswiderstand bildet den Innenleiter einer Koaxialleitung; er ist unmittelbar mit dem Innenleiter des Eingangssteckers und der Ausgangsbuchse verbunden. Die Querwiderstände sind Flächenwiderstände beiderseits des Längswiderstands. Das Teilverhältnis ist auf den Abschluß der Spannungsteiler mit einem Wellenwiderstand von 60 Ω bezogen. Die größte zulässige Dauerbelastung beträgt 0,5 W; das entspricht einer größten Eingangsspannung von etwa 5,5 V.



Damit man die Dämpfungsglieder in eine koaxiale Leitung einschalten kann, tragen sie an dem einen Ende den Koaxialstecker, am anderen Ende die koaxiale Buchse für die HF-Steckverbindung 6/16 (Kab stv 2).



Ersatzschaltbild

B 4

#### ZUBEHÖR, ABMESSUNGEN UND GEWICHTE

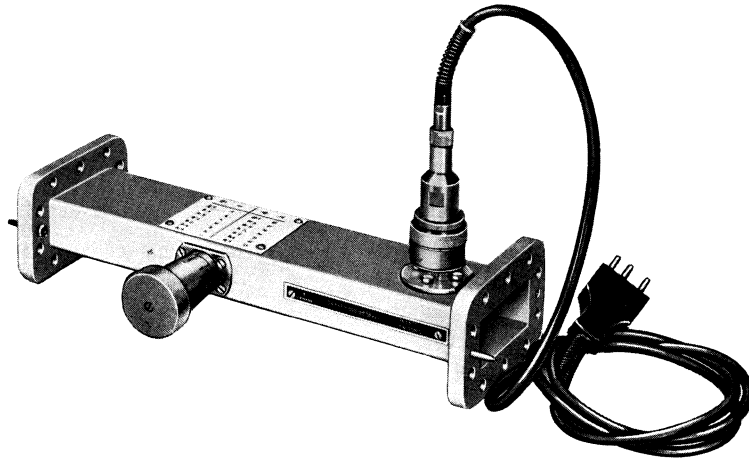
Gegenstand	Bezeichnung	Abmessungen in mm	Gewicht etwa kg	Preis
DÄMPFUNGSGLIED 10 db für 6/16 (0 bis 5 GHz).....	Rel 3 B 314	30 $\varnothing$ $\times$ 65	0,17	
DÄMPFUNGSGLIED 20 db für 6/16 (0 bis 5 GHz).....	Rel 3 B 315	30 $\varnothing$ $\times$ 100	0,24	
<i>Nach Bedarf</i>				
Abschlußwiderstand 60 $\Omega$ , z. B.				} S. 505
für 0 bis 3 GHz .....	Rel 3 B 37	80 $\times$ 32 $\varnothing$	0,22	
für 0 bis 5 GHz .....	Rel 3 B 325	85 $\times$ 35 $\varnothing$	0,24	
oder				
Thermischer Leistungsmesser (0 bis 8,5 GHz)...	Rel 3 U 84	405 $\times$ 200 $\times$ 280	12	S. 430

## Veränderbares Dämpfungsglied 40 db

Rel 3 B 321 b

3,3 bis 5 GHz · 58 × 29

**ANWENDUNG** Mit diesem Veränderbaren Dämpfungsglied läßt sich die von einem Meßsender an einen Verbraucher abgegebenen Hochfrequenz-Spannungen stetig und wiederholbar verändern. Das Dämpfungsglied verringert, z. B. zwischen Sender und Verbraucher geschaltet, auch in



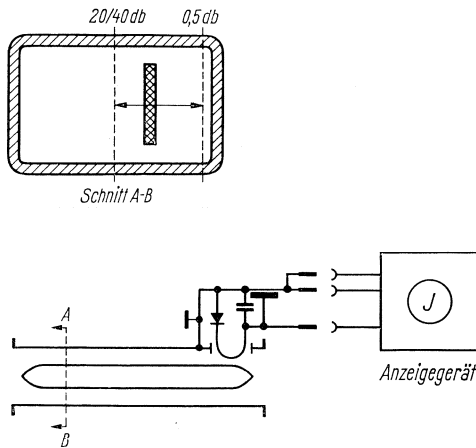
weitem Maße Rückwirkungen von Belastungsänderungen auf Frequenz und Amplitude der Meßspannung. Beim Einfügen zwischen eine Meßleitung (S. 195) und einen Verbraucher können z. B. Vergleichsmessungen zur Ermittlung der Dämpfungseigenschaften von Antennen oder Hohlleiterfiltern durchgeführt werden.

### KENNWERTE

Frequenzbereich .....	3,3 bis 5 GHz
Reflexionsfaktor .....	≤ 0,03
Dämpfungsbereich .....	0,5 bis 40 db
Meßunsicherheit bei 3,6 bis 4,2 GHz .....	etwa 10 db
Zulässige Belastung .....	1 W
Hohlleiter-Querschnitt .....	58 × 29

**ARBEITSWEISE** Das Dämpfungsglied besteht aus einem etwa 300 mm langen Rechteck-Hohlleiter mit dem lichten Querschnitt 58 mm × 29 mm und aus einem Dämpfungswiderstand. Dieser wird aus einem mit Widerstandslack versehenen Pertinaxstreifen gebildet, der im Hohlleiter parallel zu den Schmalseiten angeordnet ist. Die veränderbare Dämpfung ergibt sich dadurch, daß der Streifen mit einem Feintrieb senkrecht zur Richtung der elektrischen Feldlinien und zur Richtung des Energieflusses verschoben werden kann. Bei kleinster Dämpfung liegt der Widerstand an einer

Schmalseite des Hohlleiters; mit zunehmender Eintauchtiefe des Pertinaxstreifens nimmt die Dämpfung zu. Der Antrieb ist mit einer Skale versehen, so daß mit Hilfe der am Gerät angebrachten Eich-tabelle der gewünschte Dämpfungswert in Skalenteilen ablesbar ist.



Zur Anzeige der Spannung in der Leitung ist außerhalb der Dämpfungsstrecke ein Richtleiterkreis induktiv an den Hohlleiter gekoppelt. Die Koppelschleife läßt sich von außen drehen und damit der Kopplungsgrad grob einstellen. Als Anzeigergerät kann z. B. das Gerät Rel 3 F 93 b angeschlossen werden.

#### ZUBEHÖR, ABMESSUNGEN UND GEWICHTE

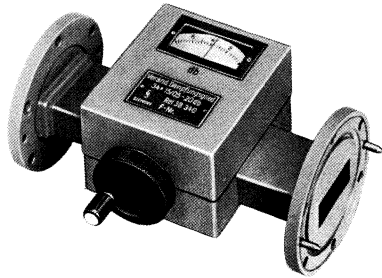
Gegenstand	Bezeichnung	Abmessungen in mm	Gewicht etwa kg	Preis
VERÄNDERBARES DÄMPFUNGSGLIED 40 db für 58×29 (3,3 bis 5 GHz) .....	Rel 3 B 321 b	300×94×64	2	} S. 508
<i>Nach Bedarf</i>				
Abschlußwiderstand 58×29 (3,3 bis 5 GHz) .....	Rel 3 B 319	170×94×64	0,9	
Kurzschlußleitung 58×29 (3,3 bis 5 GHz) .....	Rel 3 B 320	350×100×70	2,9	
Übergangsstück 58×29 auf 6/16 (3,3 bis 5 GHz) .....	Rel 3 B 95	90×94×64	0,9	
Anzeigergerät, z. B. ....	Rel 3 F 93 b	170×120×90	1,5	

**Veränderbares Dämpfungsglied 35 db**

Rel 3 B 340

5,85 bis 8,2 GHz · 34 × 15

**ANWENDUNG** Mit dieser in sich vollständigen Baugruppe läßt sich im Zuge eines Hohlleiters mit dem genormten Querschnitt 34 mm × 15 mm eine zwischen 0,5 und 20 db stetig einstellbare und an einer Skale ablesbare Dämpfung einfügen. Darüber sind, jedoch ohne Eichung,



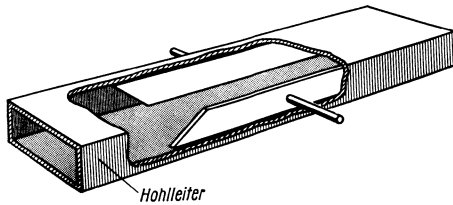
Dämpfungswerte bis etwa 35 db einstellbar. Das Dämpfungsglied eignet sich z.B. bei Vergleichsmessungen zum Bestimmen der Dämpfung von Vierpolen, zur Entkopplung von Meßsendern gegen fehlangepaßte Verbraucher und zur PegelEinstellung.

**KENNWERTE**

Frequenzbereich .....	5,85 bis 8,2 GHz
Dämpfungsbereich .....	0,5 bis etwa 35 db
geeichter Bereich .....	0,5 bis 20 db
Grunddämpfung .....	<0,5 db
Frequenzabhängigkeit der Dämpfung	
im Frequenzbereich 5,85 bis 8,2 GHz:	
bis 5 db .....	± 0,5 db
bis 20 db .....	± 1,5 db
Reflexionsfaktor .....	< 0,05
Belastbarkeit .....	etwa 0,5 W
Hohlleiter-Querschnitt .....	34 mm × 15 mm

**ARBEITSWEISE** Das Dämpfungsglied besteht aus einem Hohlleiter, in dem sich zum Einstellen der Dämpfung zwei Streifen aus Widerstandspertinax verschieben lassen. Dazu dient eine Spindel; sie verschiebt die Streifen parallel zu den Schmalseiten, das heißt parallel zum elektrischen Feld.

Die Dämpfung des Gerätes nimmt mit der Verschiebung der Widerstandstreifen zur Mitte des Hohlleiters hin zu. Die Widerstandstreifen sind an den Enden zugespitzt, um einen geringen Reflexionsfaktor zu erzielen. Die Skale ist bis 20 db in Dezibel geeicht.



Zum Einfügen in den jeweiligen Leitungszug trägt das Dämpfungsglied an beiden Seiten entsprechende Flansche.

B 4

ZUBEHÖR, ABMESSUNGEN UND GEWICHTE

Gegenstand	Bezeichnung	Abmessungen in mm	Gewicht etwa kg	Preis
VERÄNDERBARES DÄMPFUNGSGLIED 35 db für 34×15 (5,85 bis 8,2 GHz) .....	Rel 3 B 340	165 × 115 × 85	1,1	

**Kapazitiver Spannungsteiler 40 bis 120 db**

Rel 3 B 75

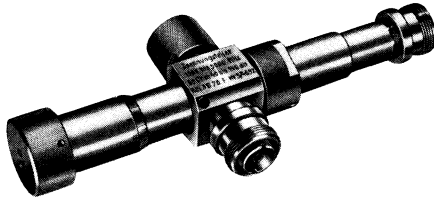
0,3 bis 3 GHz

**Kapazitiver Spannungsteiler 40 bis 140 db**

Rel 3 B 76

1,5 bis 5 GHz

**ANWENDUNG** Diese kapazitiven Spannungsteiler werden in der HF-Meßtechnik als stetig veränderbare koaxiale Dämpfungsglieder verwendet. Auf Grund ihrer großen Teilverhältnisse (bis 120 oder 140 db) eignen sie sich in Verbindung mit Meßsendern vor allem zum Messen der Emp-



Ausführung Rel 3 B 76

findlichkeit von Empfängern und zu Dämpfungsmessungen. Ihre Eingangsseite ist für die Koaxialbuchse 6/16, ihre Ausgangs- und ihre Abschlußseite sind für den Koaxialstecker 6/16 (Kab stv 2) eingerichtet.

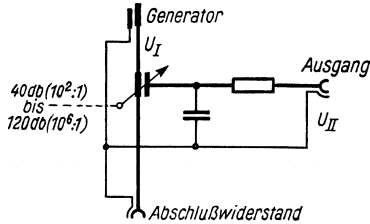
Für kleinere (feste) Teilverhältnisse gibt es die Dämpfungsglieder Rel 3 B 314 und 315 (S. 144).

**KENNWERTE**

	Rel 3 B 75	Rel 3 B 76
Frequenzbereich .....	0,3 bis 3 GHz	1,5 bis 5 GHz
Dämpfungsbereich		
kleinste einstellbare Dämpfung .....		etwa 40 db
größte einstellbare Dämpfung .....	etwa 120 db	etwa 140 db
Unsicherheit der Dämpfungswerte bei 2,5 GHz .....	$\pm 1$ db	
Wellenwiderstand der Eingangs- und Ausgangsseite .....	60 $\Omega$	
Reflexionsfaktor bei 2,5 GHz		
am Eingang (bei Abschluß mit 60 $\Omega$ ) .....	$\leq 0,12$	$\leq 0,08$
am Ausgang .....	$\leq 0,05$	$\leq 0,08$
GröÙte zulässige Eingangsspannung .....	100 V	

**ARBEITSWEISE** Die Grundspannung  $U_I$  wird den Teilern über eine koaxiale Leitung (Eingangsseite) zugeführt, die am anderen Ende (Abschlußseite) mit einem 60- $\Omega$ -Widerstand, z. B. Rel 3 B 325 (S. 505), Rel 3 B 37 (S. 505) oder dem Thermischen Leistungsmesser Rel 3 U 84 (S. 430), abzuschließen ist. Die bekannte Grundspannung  $U_I$  wird über eine auf sehr kleine Werte einstellbare Längskapazität und eine feste Querkapazität geteilt. Ein 60- $\Omega$ -Widerstand bildet den Innenwiderstand der Ausgangsseite.

Das Verhältnis  $U_{II} : U_I$  ist am Mikrometerantrieb des Teilerkondensators unmittelbar abzulesen. Bei *einer* Umdrehung des Antriebes wird die Spannungsteilung um eine Zehnerpotenz (20 db) geändert. Den Wert innerhalb jeder Zehnerpotenz liest man an einer Mikrometertrommel über einem Ablesestrich ab, dessen Kurve dem genauen Verlauf der Teilung bei 2,5 GHz (Rel 3 B 75) oder 2, 4 und 5 GHz (Rel 3 B 76) entspricht.

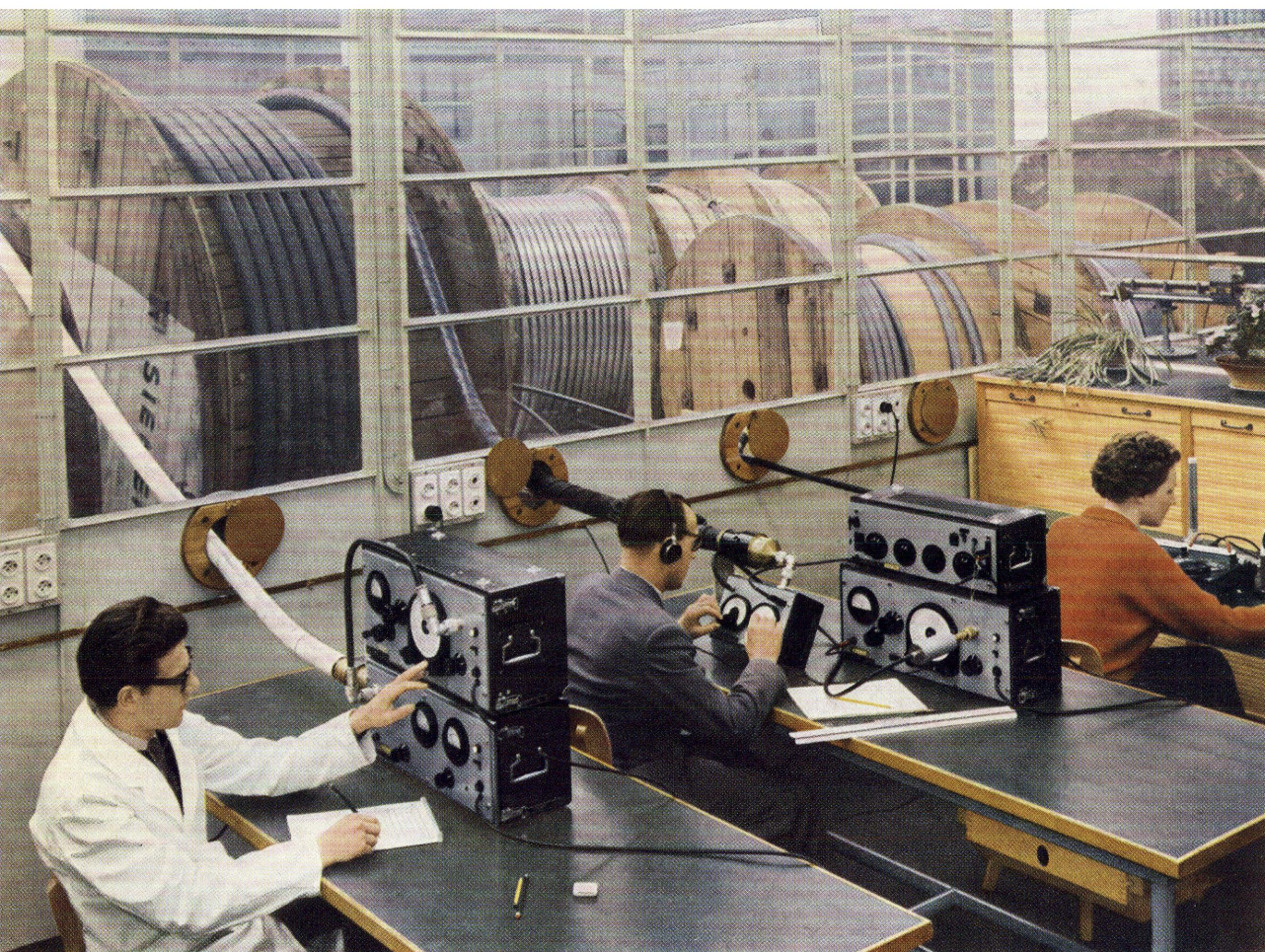


Der Teiler Rel 3 B 75 hat den großen Frequenzbereich 0,3 bis 3 GHz; seine Eichung gilt für 2,5 GHz. Im Frequenzbereich von 2,5 bis 0,3 GHz wird die Ausgangsspannung  $U_{II}$  nahezu stetig bis zu 30% kleiner, als die Eichstriche des Teilers anzeigen (Dämpfungszunahme 2,3 db). Das Verhältnis zwischen größter und kleinster Ausgangsspannung ist jedoch praktisch frequenzunabhängig. Beim Teiler Rel 3 B 76 gelten die Frequenzen 2, 4 und 5 GHz als Bezugspunkte.



ZUBEHÖR, ABMESSUNGEN UND GEWICHTE

Gegenstand	Bezeichnung	Abmessungen in mm	Gewicht etwa kg	Preis
KAPAZITIVER SPANNUNGSTEILER 40 bis 120 db (0,3 bis 3 GHz) .....	Rel 3 B 75	250 × 100 × 28	0,5	
KAPAZITIVER SPANNUNGSTEILER 40 bis 140 db (1,5 bis 5 GHz) .....	Rel 3 B 76	230 × 100 × 36	0,7	
<i>Zubehör</i> Eichkurve für den Frequenzgang .....	—	—	—	
<i>Nach Bedarf</i> Abschlußwiderstand 60 Ω, z. B. für 0 bis 3 GHz .....	Rel 3 B 37	80 × 32 ∅	0,22	} S. 505
für 0 bis 5 GHz .....	Rel 3 B 325	85 × 35 ∅	0,24	
oder Thermischer Leistungsmesser (0 bis 8,5 GHz), z. B.	Rel 3 U 84	405 × 200 × 280	12	S. 430



Scheinwiderstands- und Anpassungs-Meßgeräte  
im Einsatz in einem Laboratorium für UHF-Antennen-Leistungskabel



# B 5

Meßschaltungen für  
Scheinwiderstände (Z),  
Widerstände (R),  
Induktivitäten (L),  
Kapazitäten (C),  
Kopplungen (k, e)  
Verlustfaktoren (tan  $\delta$ )

## ÜBERSICHT

Gerät	Bezeichnung Rel 3 (auch 33)	Frequenzbereich	Meßbereich	Meßunsicherheit	Seite
Kontaktfehler-Suchgerät ..	K 53	2, ... 1500 kHz	Pegelsprünge $\geq 0,001$ N	—	155
Leitungsprüfer .....	L 53 b, c	Gleichspannung	0 bis 2000 k $\Omega$ 0 bis 200 M $\Omega$	$\pm 3\%$ $\pm 3\%$	158
Scheinwiderstands- Meßeinrichtung .....	in W 320/D 327	200, ... 4000 Hz	10 $\Omega$ bis 500 k $\Omega$	$\pm 5\%$	24
	in K 111	200 bis 6000 Hz	20 $\Omega$ bis 150 k $\Omega$	$\pm 10\%$	260
	in K 117 b, c	200 bis 6000 Hz	2 $\Omega$ bis 150 k $\Omega$	$\pm 10\%$	264
	in K 211	200 bis 6000 Hz	50 bis 2900 $\Omega$	$\pm 10(15)\%$	290
	in (33)K 21, 23, 24	30 bis 20000 Hz	0 bis 3000 $\Omega$ oder 0 bis 100 k $\Omega$	$\pm 5(10)\%$	282
	in K 13/D 321	0,8 bis 320 kHz	50 bis 3000 $\Omega$	$\pm 10\%$	322
	in D 316/D 332 in K 29	0,3/2 bis 1220 kHz 4 bis 1200 kHz	50 bis 3000 $\Omega$ 30 bis 3000 $\Omega$	$\pm 10\%$ $\pm 10\%$	332 327
Differential-Übertrager für Scheinwiderstands- messungen .....	R 214 a R 214 b	20 bis 20000 Hz 0,3 bis 500 kHz	10 $\Omega$ bis 1 M $\Omega$	der Normale	160
Scheinwiderstands- Meßbrücke .....	R 211	30 Hz bis 300 kHz	*	*	166
Scheinwiderstands- Meßbrücke .....	R 217	30 Hz bis 1 MHz	*	*	170
Scheinwiderstands- Meßbrücke .....	R 218	60 kHz bis 30 MHz	*	*	174
Meßleitung 6/16 .....	R 221	0,4 bis 8,5 GHz	$l = 250$ mm	$\pm 1\%$	192
Hohlleiter-Meßleitung ....	R 224	2,6 bis 12,4 GHz	$l = 160$ mm	$\pm 1\%$	195

Fortsetzung nächste Seite

\* s. Kennwerte der Geräte; Kurzangaben wären nicht eindeutig

Gerät	Bezeichnung Rel 3 (auch 33)	Frequenzbereich	Meßbereich	Meßunsicherheit	Seite
Differential-Übertrager für Rückflußdämpfungs- Messungen .....	R 230 a R 230 b	3 bis 150 kHz 3 bis 150 kHz	1 bis 4,6 N 10 bis 40 db	$\pm 0,1$ N $\pm 1$ db	163
Anpassungsmesser .....	R 219	0,1 bis 30 MHz	$\Delta R/R = \pm 4,5\%$	$\pm 2(5)\%$	
Anpassungsmesser .....	R 21 a, c	20 bis 220 MHz	30 bis 120 $\Omega$	$\pm 1(4)\%$	180
Reflexionsfaktormesser ....	R 29	50 bis 1000 MHz	0,005 bis 1	$\pm 0,005$	183
Echograph .....	L 93	Impulse	bis 20 km Kabel bis 200 km Freiltg.	15 bis 80 m 450 m	186
Meßplatz für Fehlerortung an Koaxialkabeln .....	(33) K 115	Impulse	0,2 bis 5 km CCIF- Koaxialkabel	$\pm 1\%$	188
Fehlerdämpfungs- Meßeinrichtung .....	in K 111	200 bis 6000 Hz	bis 4 N	$\pm 0,1$ N	260
	in K 117 b/117 c	200 bis 6000 Hz	bis 5 N/50 db	$\pm 0,05$ N/0,5 db	264
	in K 211 a/211 b	200 bis 6000 Hz	bis 6 N/50 db	$\pm 0,1$ N/1 db	290
	in (33) K 11 a/11 b	30 bis 20000 Hz	bis 6,5 N/65 db	$\pm 0,1$ N/1 db	278
	in (33) K 21,23,24	30 bis 20000 Hz	bis 6 N (55 db)	$\pm 0,1$ N (1 db)	282
	in K 13/D 321	0,8 bis 620 kHz	bis 4,6 N/40 db	$\pm 0,1$ N/1 db	322
	in K 29 a/29 b	0,3 bis 1200 kHz	bis 6 N/55 db	$\pm 0,1$ N/1 db	327
	in D 316/D 332	2 bis 1220 kHz	bis 4,6 N/40 db	$\pm 0,1$ N/1 db	332
Reduktionsfaktor-Meßgerät	K 44	$16^{2/3}, \dots 5000$ Hz	—	—	198
Induktivitäts-Meßbrücke 0,1 $\mu$ H/1000 H .....	R 114	200 Hz bis 50 kHz	0,1 $\mu$ H bis 1000H	$\pm 0,3\%$	200
Maxwell-Brücke zur Bestim- mung von Spulen- verlusten .....	R 115/92	50 Hz bis 100 kHz	0 bis 20 k $\Omega$	$\pm 1\%$	204
Wobbelmeßplatz für Gruppenlaufzeit- und Dämpfungsverzerrungen.	(33) L 61	0,1 bis 10 MHz	2 bis 1000 ns 1 bis 80%	$\pm 5$ ns $\pm 3\%$	386
Kapazitäts-Meßbrücke 0,001 pF/100 $\mu$ F .....	R 116	200 bis 10000 Hz	0,001 pF bis 100 $\mu$ F	$\pm 0,1\%$	
Kapazitäts-Meßbrücke 0,0001/1000 pF .....	R 127	0,1 bis 1 MHz	0,0001 bis 1000 pF	$\pm 0,2$ bis 1%	212
Verlustfaktor-Meßbrücke für Isolierstoffe .....	R 413	50 Hz bis 5 MHz	$2 \cdot 10^{-5}$ bis $8 \cdot 10^{-3}$	$\pm 5\% \pm 3 \cdot 10^{-4}$	218
Konstanz-Meßbrücke für Spulen und Konden- satoren .....	R 119	0,8 bis 100 kHz	50 bis 5000 $\Omega$	$\pm 1 \cdot 10^{-5}$	215
Kopplungs-Meßbrücke ....	R 313	300 bis 10000 Hz	$\pm 1200$ pF	$\pm 2(5)$ pF	222
Kopplungs- Meßbrücke ( $f_m > f_0$ ) ....	R 311	800 bis 15000 Hz	$\pm 1200$ pF	$\pm 2\%$	226
Meßbrücke für komplexe Kopplungen .....	R 312	1 bis 600 kHz	$M$ u. $R/\omega =$ $\pm 1$ pH bis $\pm 1 \mu$ H $K$ u. $G/\omega =$ $\pm 0,05$ bis $\pm 50$ pF	$\pm 5\%$	230

## Kontaktfehler-Suchgerät

Rel 3 K 53

2, ... 1500 kHz

**ANWENDUNG** Mit diesem Gerät werden Fehler in Nachrichten-Übertragungseinrichtungen und -verbindungen, soweit sie auf erschütterungsempfindliche Kontakte zurückzuführen sind, auf ebenso sichere wie einfache Weise gefunden. Solche Fehlerquellen sind z.B. kalte Lötstellen,



Drahtbrüche mit zeitweiliger Kontaktgabe, unsichere Kontaktstellen usw. Es können nicht nur Bauteile, Baugruppen, Geräte und Gestelle untersucht werden, sondern auch Leitungen. Bereits Pegelsprünge von 0,001 N sind im Lautsprecher oder Kopfhörer deutlich als Knackgeräusche hörbar. (Eine Empfindlichkeitskontrolle ist mit einer eingebauten Einrichtung leicht möglich.) Somit erweist sich das Kontaktfehler-Suchgerät als eine wichtige, vor allem zeitsparende Prüfeinrichtung, die im Prüffeld, bei der Montage und Inbetriebnahme sowie vorsorglichen Wartung von Geräten und Übertragungstrecken und nicht zuletzt im Reparaturdienst gern eingesetzt wird.

Die Betriebsspannungen liefert über den eingebauten Netzteil das Wechselstromnetz 110/220 V oder beim Einsatz des Gerätes auf der Strecke auch eine 12-V-Batterie über einen Wechselrichter Rel 54 A 2 (S. 520).

### KENNWERTE

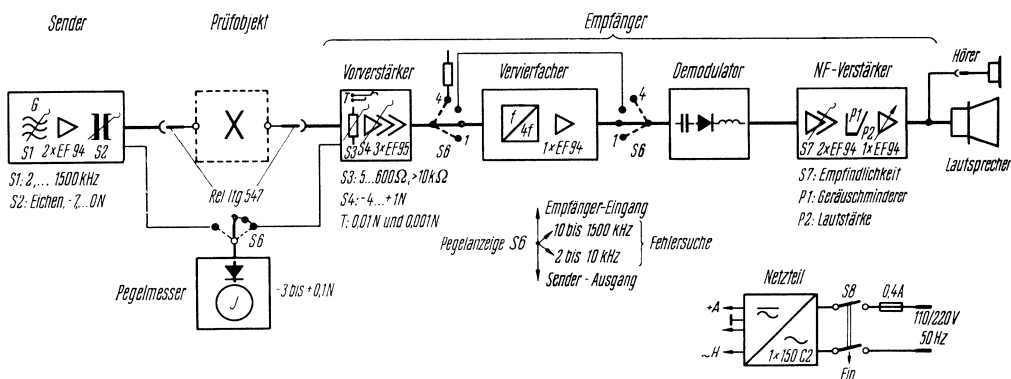
#### *Pegelsender*

Meßfrequenz umschaltbar auf die fünf Festwerte	2, 20, 80, 400, 1500 kHz
Frequenzunsicherheit	$\pm 5\%$
Ausgangspegel, stetig regelbar	zwischen +0,1 und -7 N
Innenwiderstand	
bis 400 kHz	< 10 $\Omega$
bei 1500 kHz	< 20 $\Omega$

## Empfänger

Frequenzbereich .....	2 bis 1500 kHz
unterteilt in die Bereiche .....	2 bis 10 kHz, 10 bis 1500 kHz
Eingangsscheinwiderstand .....	> 10 k $\Omega$ parallel etwa 35 pF
umschaltbar auf .....	600, 150, 75, 20 und 5 $\Omega$
Kleinster, mit Lautsprecher oder Kopfhörer noch einwandfrei wahrnehmbarer Pegelsprung, abhängig von Eingangspegel und Frequenz .....	etwa 0,001 bis 0,01 N
Empfindlichkeitskontrolle mit .....	0,001 und 0,01 N
Eingangspegel .....	- 4 bis + 1 N
in sechs Schritten zu .....	1 N
und zehn Schritten zu .....	0,1 N
Frequenzabhängigkeit der Anzeige des Pegelmessers .....	$\leq \pm 0,1$ N
Netzanschluß .....	110/220 V $\pm 10\%$ ; 40 bis 60 (100) Hz; etwa 45 VA

**ARBEITSWEISE** Dem Prüfobjekt wird eine unmodulierte Wechselspannung mit einer in seinem Übertragungsbereich liegenden Frequenz aus dem Sendeteil des Fehlersuchgerätes oder, z.B. bei Leitungsuntersuchungen, aus einem anderen geeigneten Meßsender zugeführt. Der Ausgang des Prüfobjekts liegt am Empfängereingang. Bei Erschütterung des Prüfobjekts, z.B. durch Beklopfen



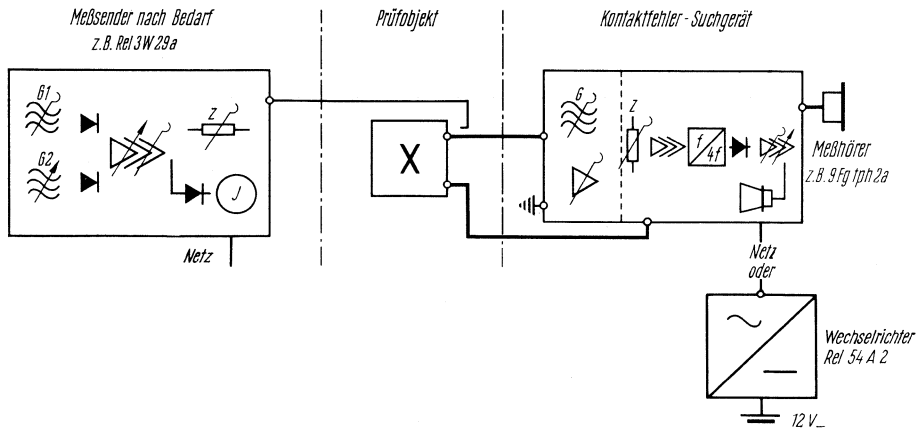
mit dem mitgelieferten Kunststoffstab, wird die von ihm übertragene Wechselspannung durch erschütterungsempfindliche Kontakte, also durch die Fehlerstellen, moduliert. Der Empfänger demoduliert die Wechselspannung und läßt die Modulation im Lautsprecher erkennen. Die dem Prüfobjekt zugeführte Wechselspannung ist möglichst klein, damit sich keine Frittung fehlerhafter Kontakte ergibt. Aus dem gleichen Grunde wird das Prüfobjekt zunächst sehr schwach erschüttert und erst dann stärker, wenn sich dabei die Fehler noch nicht zeigen.

Frequenz und Amplitude der vom Pegelsender abgegebenen Meßspannung sind in Schritten einstellbar (S1, S2). Der Vorverstärker des Empfängers hat einen Frequenzbereich von 2 bis 1500 kHz. Seine Ausgangsspannung wird im NF-Bereich (2 bis 10 kHz) über einen Frequenzvervielfacher, im TF-Bereich (10 bis 1500 kHz) unmittelbar dem Demodulator zugeführt (S6). Dessen Ausgangsspannung gelangt über einen Tiefpaß mit 2000 Hz Grenzfrequenz, einen mit Schalter S 7 regelbaren NF-Verstärker mit Geräuschminderer (P1) und eine Endverstärkerstufe mit Lautstärkereglern P2 zum eingebauten Lautsprecher oder zu einem Kopfhörer.

Der eingebaute Pegelmessers ist mit Schalter S6 wahlweise an den Ausgang des Senders oder den Eingang des Empfängers anschaltbar. Mit dem Schalter S4 läßt sich der Bereich des Emp-

fangspegels und mit Schalter S5 der Eingangswiderstand des Pegelmessers einstellen. Um ein Maß für die Größe eines bei Erschütterung des Prüfobjekts beobachteten Pegelsprungs zu erhalten und zur Kontrolle der Meßeinrichtung selbst, können durch Drücken der Taste T im Vorverstärker Pegelsprünge von bekannter Größe (0,001 oder 0,01 N) erzeugt werden.

**AUFBAU DES MESSPLATZES** Dieses Prüfgerät stellt einen in sich abgeschlossenen Meßplatz dar, der nur bei Leitungsmessungen am anderen Ende der Strecke ein zweites Gerät oder einen anderen



Meßsender entsprechenden Frequenzbereichs voraussetzt, z.B. den Pegelsender Rel 3 W 29a mit einem Frequenzbereich von 0,3 bis 1160 kHz (S. 33). Der Betrieb des Suchgerätes ist über den Wechselrichter Rel 54 A 2 (S. 520) auch aus einer 12-V-Batterie möglich.

Zweckmäßige Verbindungsleitungen s. untenstehende Tabelle.

**B 5**

**ZUBEHÖR, ABMESSUNGEN UND GEWICHTE**

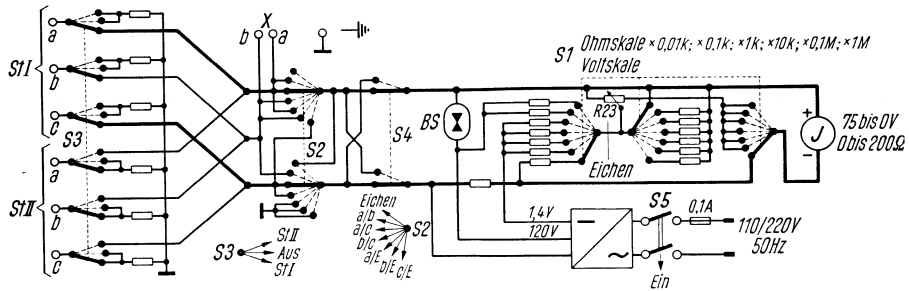
Gegenstand	Bezeichnung	Abmessungen in mm	Gewicht etwa kg	Preis
<b>KONTAKTFEHLER-SUCHGERÄT</b> (2, ... 1500 kHz) .....	Rel 3 K 53	550 × 300 × 220	17	
<i>Zubehör</i>				
6 Röhren .....	EF 94	—	—	
3 Röhren .....	EF 95	—	—	
1 Stabilisator .....	150 C 2	—	—	
3 Schmelzeinsätze 0,4 A (2 als Ersatz) .....	0,4 C DIN 41 571	—	—	
1 Signallampe 6 V .....	T lp 2b	—	—	
1 Kunststoffstab .....	Rel mse 288, T 22	—	—	
<i>Nach Bedarf</i>				
2 Verbindungsleitungen, z. B. ....	Rel ltg 547 a, ... e	250, ... 2000	0,2	S. 512
1 Meßhörer, z. B. ....	9 Fg tph 2a	—	—	
1 Meßstromquelle, z. B.				
Pegelsender (0,3 bis 1160 kHz) .....	Rel 3 W 29a	550 × 368 × 280	30	S. 33
1 oder 2 Wechselrichter 12 V <sub>~</sub> / 220 V <sub>~</sub> .....	Rel 54 A 2	270 × 266 × 180	7	S. 520



**ARBEITSWEISE** Das Gerät arbeitet nach dem Ohmmeterprinzip, bei dem die Stromquelle das Meßobjekt (mit  $R_x$ ) in Reihe mit dem Instrumentenkreis (Widerstand  $R_i$ ) speist. Ist  $J_{\max}$  der Strom für  $R_x = 0 \Omega$ , wobei das Instrument Vollausschlag zeigt, so ergibt sich

$$R_x = R_i \left( \frac{J_{\max}}{J} - 1 \right).$$

Die Widerstandsskala des Instruments ist unmittelbar in Ohm geeicht. In den vier Widerstandsbereichen bis 2, 20, 200 und 2000 k $\Omega$  beträgt die Speisespannung 1,4 V, für die Isolationsmessung in den beiden Bereichen bis 20 und 200 M $\Omega$  dagegen 120 V. Mit dem Bereichschalter S 1 werden



$R_i$  und  $J_{\max}$  durch Umschalten von Vor- und Nebewiderständen sowie der Spannungsquellen so geändert, daß man sechs dekadische Meßbereiche erhält. Verschiedenheiten der Gleichspannungen sowie kleine Schwankungen der Stromquellenwiderstände werden durch einen regelbaren Nebenschlußwiderstand ( $R_{23}$  „Eichen“) ausgeglichen.

Für die Spannungsmessungen wird das Instrument J ohne Stromquellen mit entsprechenden Vor- und Nebewiderständen mit einem Meßbereich von 75 V unmittelbar an den Eingang gelegt.

Zum schnellen Durchmessen der Leitungen ist der Schalter S 2 vorgesehen, an dem die Meßschaltungen a-Ader/b-Ader, a-Ader/c-Ader, b-Ader/c-Ader, a-Ader/Erde, b-Ader/Erde und c-Ader/Erde eingestellt werden können. Schließt man einen Vierer an die vorgesehenen Klemmen an, so kann mit Schalter S 3 von „Stamm I“ auf „Stamm II“ umgeschaltet werden. Der jeweils nicht benutzte Stamm liegt mit seinen Adern über je 8 k $\Omega$  zur Entladung an Erde, in Stellung „Aus“ liegen beide Stämme an Erde.

Zum Schutz gegen Überspannungen, die bei Isolationsmessungen auf der zu messenden Leitung auftreten können, ist der Instrumentenkreis durch eine Überspannungssicherung BS geschützt. Die störende Spannung liegt dabei in Reihe mit der 120-V-Speisespannung.

#### ZUBEHÖR, ABMESSUNGEN UND GEWICHTE

Gegenstand	Bezeichnung	Abmessungen in mm	Gewicht etwa kg	Preis
<b>LEITUNGSPRÜFER (Einbaugeräte)</b>				
Normalausführung .....	Rel 3 L 53b	245 × 236 × 230	6	
Sonderausführung für Fernprüfschränke 36 .....	Rel 3 L 53c	240 × 236 × 230	6	
<i>Zubehör je Gerät</i>				
3 Schmelzeinsätze 0,12 A (2 als Ersatz) .....	0,12/250 DIN 41 571	—	—	
1 Blitzschutzsicherung 350 V .....	ES sich 36d	—	—	
1 Signallampe 12 V .....	T lp 2c	—	—	
<i>Nach Bedarf</i>				
1 Wechselrichter 12 V—/220 V~ .....	Rel 54 A 2	270 × 266 × 180	7	S. 520

**Differential-Übertrager**

20 bis 20000 Hz

Rel 3 R 214 a

**Differential-Übertrager**

0,3 bis 500 kHz

Rel 3 R 214 b

ANWENDUNG Diese Differential-Übertrager bilden in Verbindung mit dem Stufenkondensator Rel 3 B 51 (S. 496) und den Stufenwiderständen Rel 3 B 41/43 (S. 492) oder dem Stufenleitwert Rel 3 B 42 (S. 494) Brückenschaltungen zum Messen des Scheinwiderstandes oder -leitwertes von



erdsymmetrischen und einpolig geerdeten Meßobjekten, z.B. Kabeln, Freileitungen, Netzwerken, Bauelementen und Teilen einer Schaltung. Ein mit ihnen aufgebauter Scheinwiderstands- oder Scheinleitwerts-Meßplatz umfaßt einen großen Frequenzbereich, ist leicht zu bedienen und hat eine für viele Fälle ausreichende Genauigkeit. Mit den Differential-Übertragern, die sich im wesentlichen nur in ihrem Frequenzbereich unterscheiden, läßt sich ferner der Reflexionsfaktor bis herab zu dem Wert 2‰ bestimmen; dieser Wert entspricht einer Rückflußdämpfung von 6,2 N (54 db). Ein Differential-Übertrager zum Einsatz auf dem Freileitungsmast ist auf den S. 163 bis 165 beschrieben.

**KENNWERTE**

	Ausführung a	Ausführung b
Frequenzbereich .....	20 bis 20000 Hz	0,3 bis 500 kHz
Meßbereich .....	10 Ω bis 1 MΩ	
Meßunsicherheit .....	vorwiegend gegeben durch die verwendeten Normale, sonst durch die Unsymmetrie der Wicklungen	
Unsymmetrien, bezogen auf die X-Buchsen:		
Widerstand ΔR sym. ....	≤ 20 mΩ	≤ 10 mΩ
Widerstand ΔR unsym. ....	≤ 50 mΩ	≤ 20 mΩ
Induktivität ΔL sym., unsym. ....	≤ 100 nH	≤ 30 nH
Kapazität ΔC sym., unsym. ....	≤ 10 pF	≤ 10 pF
Leitwert ΔG sym., unsym. ....	0,05 $\frac{\mu\text{m}}{\text{kHz}}$ $\mu\text{S}$	0,5 $\frac{\mu\text{m}}{\text{kHz}}$ $\mu\text{S}$
Winkeldifferenz sym., unsym. ....	≤ 5 · 10 <sup>-4</sup>	≤ 5 · 10 <sup>-4</sup>



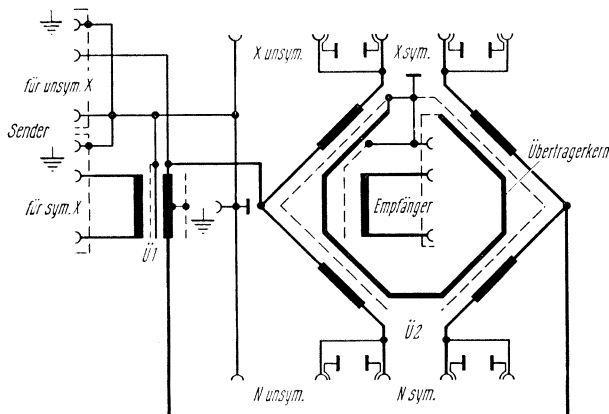
Scheinwiderstände an den Buchsen:

„ $\approx$ für sym. X“ .....	etwa $5 Z_X$
„ $\approx$ für unsym. X“ .....	etwa $0,5 Z_X$
„Empfänger“ bei sym. X .....	etwa $3 Z_X$
„Empfänger“ bei unsym. X .....	etwa $12 Z_X$

Reflexionsfaktor-Messung:

	Ausführung a	Ausführung b
Frequenzbereich .....	1000 bis 20000 Hz	5 bis 500 kHz
Eigenreflexionsfaktor .....	$2 \text{‰}$	$2 \text{‰}$
Meßunsicherheit .....	$10 \text{‰}$	$10 \text{‰}$
bei Scheinwiderständen zwischen .....	200 und 2000 $\Omega$	60 und 600 $\Omega$

**ARBEITSWEISE** Die Brückenschaltung besteht aus einem Übertrager mit zwei Differentialwicklungen und einer Wicklung für den Anschluß des Empfängers. Bei Anschluß der Meßstromquelle an die Eingangsbuchsen „ $\approx$  für sym. X“ liegt die Meßspannung über einen geschirmten Stromquellen-Übertrager Ü1 (Übersetzungsverhältnis 3:1) an den Mitten der Differentialwicklungen, die



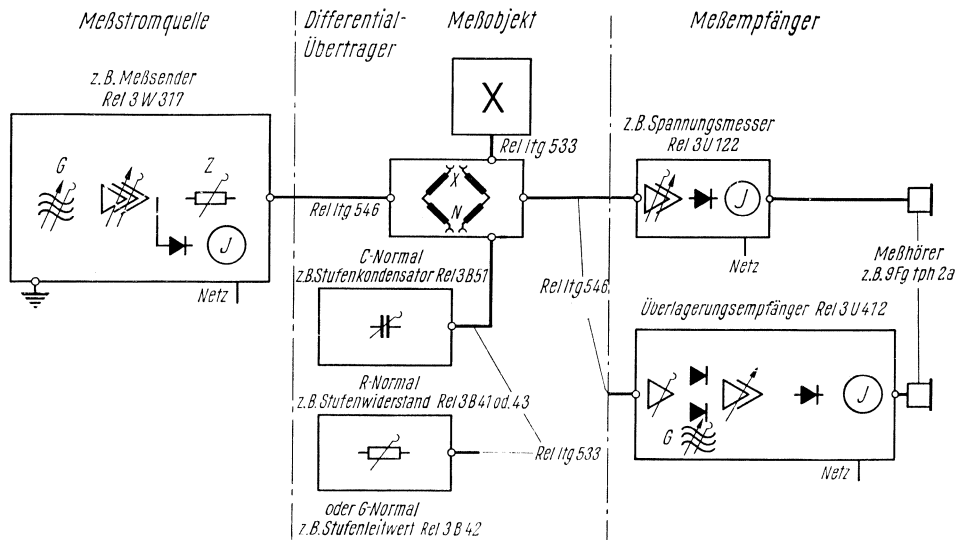
über das Meßobjekt X und die Meßnormale N miteinander verbunden werden. Stimmen die Scheinwiderstände von X und N überein, so fließen in den Differentialwicklungen gleich große, aber in der Durchflutung des Eisenkerns entgegengesetzt gerichtete Ströme, so daß in der Empfängerwicklung keine Spannung induziert wird. Bei Anschluß an die Buchsen „ $\approx$  für unsym. X“ liegt die Meßspannung unmittelbar an der Mitte einer Differentialwicklung und an dem geerdeten Stoßpunkt von X und N, die zweite Differentialwicklung bleibt unwirksam.

Für den Anschluß der Stromquelle und des Empfängers sind dreiteilige geschirmte Buchsen vorgesehen, für den Anschluß des Meßobjektes und der beiden Normale für jeden Pol koaxiale Buchsen 4/13. Die doppelt vorhandenen Anschlußbuchsen für N und X ermöglichen in einfacher Weise eine Reihen- oder Parallelschaltung der Normale. Die darüber sitzenden Buchsenklemmen dienen für den Anschluß der geerdeten Ader bei unsymmetrischen Messungen.

**AUFBAU DES MESSPLATZES** Als Meßstromquelle ist der Meßsender Rel 3 W 36 für 30 bis 30000 Hz (S. 40) oder Rel 3 W 317 (S. 42) mit dem beide Ausführungen des Differential-Übertragers erfassen den Frequenzbereich 10 Hz bis 1 MHz zweckmäßig. Als Meßempfänger dient im Hörbereich ein Meßhörer, gegebenenfalls mit geeignetem Verstärker, z. B. dem Spannungsmesser Rel 3 U 122 (S. 412); im darüber liegenden Frequenzbereich ist der Überlagerungsempfänger Rel 3 U 412 (S. 459) einzusetzen. Dieser erfaßt ebenso wie der Meßsender die Frequenzbereiche beider Differential-Übertrager; er ist als selektiver Empfänger bei Brückenmessungen von besonderem Vorteil, weil er eine von Oberwellen nicht beeinflusste, saubere Abstimmung ermöglicht.

Als Normale eignen sich besonders die Stufenwiderstände Rel 3 B 41 oder 43 (S. 492), der Stufenleitwert Rel 3 R 42 (S. 494) und der Stufenkondensator Rel 3 B 51 (S. 496), da diese Geräte in jeder Hinsicht an die Differential-Übertrager angepaßt sind.

Zweckmäßige Verbindungsleitungen s. Meßplatzbild.



ZUBEHÖR, ABMESSUNGEN UND GEWICHTE

Gegenstand	Bezeichnung	Abmessungen in mm	Gewicht etwa kg	Preis
DIFFERENTIAL-ÜBERTRAGER (20 bis 20000 Hz) .....	Rel 3 R 214a	137 × 266 × 180	3	
DIFFERENTIAL-ÜBERTRAGER (0,3 bis 500 kHz) .....	Rel 3 R 214b	137 × 266 × 180	3	
<i>Nach Bedarf</i>				
1 Meßsender (10 Hz bis 1 MHz) .....	Rel 3 W 317	550 × 368 × 280	35	S. 42
oder Meßsender (30 bis 30000 Hz) .....	Rel 3 W 36	405 × 266 × 280	19	S. 40
1 Meßhörer (2 × 1000 Ω), z. B. ....	9 Fg tph 2a	—	—	
1 Hörverstärker, z. B. Spannungsmesser 10 mV/100 V (30 bis 20000 Hz) .....	Rel 3 U 122	137 × 266 × 180	4	S. 412
1 Überlagerungsempfänger (30 Hz bis 1 MHz) ..	Rel 3 U 412	550 × 300 × 280	26	S. 459
1 Stufenwiderstand (0 bis 500 kHz)				
0,1 Ω bis 12,2 kΩ .....	Rel 3 B 41	137 × 266 × 180	1,5	} S. 492
1 Ω bis 1,22 MΩ .....	Rel 3 B 43	137 × 266 × 180	1,5	
1 Stufenleitwert (0 bis 500 kHz)				
1 μS bis 120 mS .....	Rel 3 B 42	137 × 266 × 180	1,5	S. 494
1 Stufenkondensator (bis 500 kHz)				
40 pF bis 1,2 μF .....	Rel 3 B 51	137 × 266 × 180	1,5	S. 496
Symmetrische Verbindungsleitungen, z. B. ....	Rel Itg 546a, ... d	500, ... 2000	0,2	} S. 512
Koaxiale Verbindungsleitungen, z. B. ....	Rel Itg 533a, ... d	300, ... 1000	0,2	

**Differential-Übertrager  
für Rückflußdämpfungs-Messungen 1/4,6 N**

3 bis 150 kHz

Rel 3 R 230 a

**Differential-Übertrager  
für Rückflußdämpfungs-Messungen 10/40 db**

3 bis 150 kHz

Rel 3 R 230 b

**ANWENDUNG** Bei Anpassungsmessungen an Fernsprech-Freileitungen liegen die Meßpunkte häufig auf dem Mast selbst; ein kleines, handliches Gerät ist hier besonders zweckmäßig. Für diesen Einsatzfall sind die Differential-Übertrager Rel 3 R 230 a, b entwickelt worden. Meßsender und Meßempfänger können mit 8m langen Leitungen angeschlossen werden, also am Mastfuß oder im Meßwagen bleiben. Der Wert der Rückflußdämpfung wird an der Skale des Empfängers abgelesen. Mit einer



in den Übertragern eingebauten Fehlanpassung bekannter Größe läßt sich die Meßanordnung prüfen und eine Grunddämpfung einzeichnen: bei der a-Ausführung in Verbindung mit in Neper geeichten Geräten, bei der b-Ausführung mit in Dezibel geeichten Geräten. Ganz allgemein können die Übertrager für Anpassungsmessungen im Frequenzbereich 3 bis 150 kHz verwendet werden, und zwar sowohl an erdsymmetrischen als auch an einpolig geerdeten Meßobjekten.

**KENNWERTE**

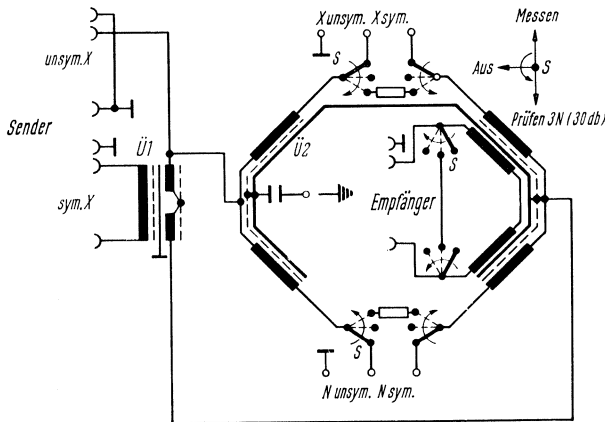
Frequenzbereich .....	3 bis 150 kHz	
Bezugs-Scheinwiderstand .....	600 $\Omega$	
	Ausführung a	Ausführung b
Eigenrückflußdämpfung		
bei symmetrischem Meßobjekt .....	$\geq 6,5$ N	$\geq 55$ db
bei unsymmetrischem Meßobjekt .....	$\geq 5$ N	$\geq 45$ db
Meßbereich		
bei symmetrischem Meßobjekt .....	1 bis 4,6 N	10 bis 40 db
bei unsymmetrischem Meßobjekt .....	1 bis 4 N	10 bis 35 db
Meßunsicherheit für Rückflußdämpfung .....	$\leq \pm 0,1$ N	$\leq \pm 1$ db

Eingang für die Meßstromquelle .....	angepaßt an 150 Ω	
Ausgang für den Meßempfänger .....	hochohmig	
Grunddämpfung	Ausführung a   Ausführung b	
bei Messungen an symmetrischen Meßobjekten .....	1 N	10 db
bei Messungen an unsymmetrischen Meßobjekten .....	0,31 N	4 db

ARBEITSWEISE Die Meßspannung gelangt für „sym. X“ über den Eingangsübertrager Ü1 an die Mitte der Differentialwicklungen, die über das Meßobjekt „X“ und das Normal „N“ miteinander verbunden sind. Bei „unsym. X“ liegt die Meßspannung unmittelbar an der Mitte einer Differentialwicklung und an dem geerdeten Stoßpunkt von „X“ und „N“. Die Empfangsspannung entspricht der Ungleichheit der Scheinwiderstände von X und N und damit dem Reflexionsfaktor

$$r = \frac{Z_2 - Z_1}{Z_2 + Z_1}$$

Bei Verwendung eines in Neper oder Dezibel geeichten Senders und Empfängers wird bei der Meßart „sym. X“ und einer Sendereinstellung 1 N/150 Ω (10 db/150 Ω), bei der Meßart „unsym. X“ und einer Sendereinstellung 0,31 N/150 Ω (4 db/150 Ω) die Rückflußdämpfung  $a_r = \ln |1/r|$  oder  $a_r = 20 \log |1/r|$  unmittelbar angezeigt.



In Stellung „Prüfen 3 N“ (oder „Prüfen 30 db“) des Schalters S läßt sich der Meßplatz mit Hilfe zweier im Gerät eingebauten Widerstände, deren Abweichung untereinander die angegebene Rückflußdämpfung ergibt, eichen.

Steht für die Messung ein in Neper oder Dezibel geeichter Empfänger nicht zur Verfügung, so kann man — der Differentialübertrager in Stellung „Prüfen“ — den Eichausschlag am Empfänger feststellen, der einer Rückflußdämpfung von 3 N (30 db) entspricht.

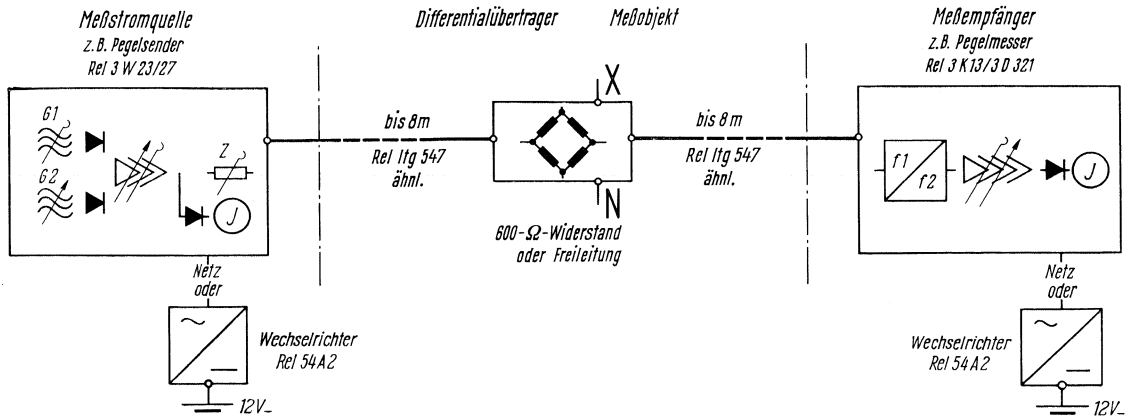
In Stellung „Aus“ läßt sich das Meßobjekt anschließen, ohne daß der Empfänger zum Schutze des Instruments abgeschaltet werden muß.

AUFBAU DES MESSPLATZES Als Meßstromquelle ist der Pegelsender Rel 3 W 23 oder 27 (S. 30), als Meßempfänger der Pegelmesser Rel 3 K 13 oder Rel 3 D 321 (S. 322) sehr zweckmäßig, die auch für Pegel-, Dämpfungs- und Scheinwiderstands-Messungen an Fernsprech-Freileitungen gut geeig-

net sind. Für diese Geräte spricht ferner die Möglichkeit ihres Betriebes aus einer 12-V-Batterie (über je einen Wechselrichter Rel 54 A 2, S. 520).

Als Normal wird, wenn nicht die Rückflußdämpfung gegen eine Freileitung bestimmt werden soll, ein 600- $\Omega$ -Vergleichswiderstand angeklemt.

Zweckmäßige Verbindungsleitungen s. Meßplatzbild.



#### ZUBEHÖR, ABMESSUNGEN UND GEWICHTE

Gegenstand	Bezeichnung	Abmessungen in mm	Gewicht etwa kg	Preis
DIFFERENTIAL-ÜBERTRAGER FÜR RÜCKFLUSSDÄMPFUNGS-MESSUNGEN 1/4,6 N (3 bis 150 kHz) .....	Rel 3 R 230a	137 × 266 × 180	3	
DIFFERENTIAL-ÜBERTRAGER FÜR RÜCKFLUSSDÄMPFUNGS-MESSUNGEN 10/40 db (3 bis 150 kHz) .....	Rel 3 R 230b	137 × 266 × 180	3	
<i>Nach Bedarf</i>				
1 Meßstromquelle, z. B. Pegelsender (0,8 bis 320 kHz) .....	Rel 3 W 23 oder 27	550 × 368 × 280	29	S. 30
1 Meßempfänger, z. B. Pegelempfänger (0,8 bis 620 kHz) .....	Rel 3 K 13a oder D 321	550 × 368 × 280	34	S. 322
2 symmetr. Verbindungsleitungen (Z = 150 $\Omega$ ) ..	Rel Itg 547 ähnl.	Länge bis zu 8 m	—	—
600- $\Omega$ -Vergleichswiderstand .....	—	—	—	—
2 Wechselrichter 12 V_/220 V_.....	Rel 54 A 2	270 × 266 × 180	7	S. 520

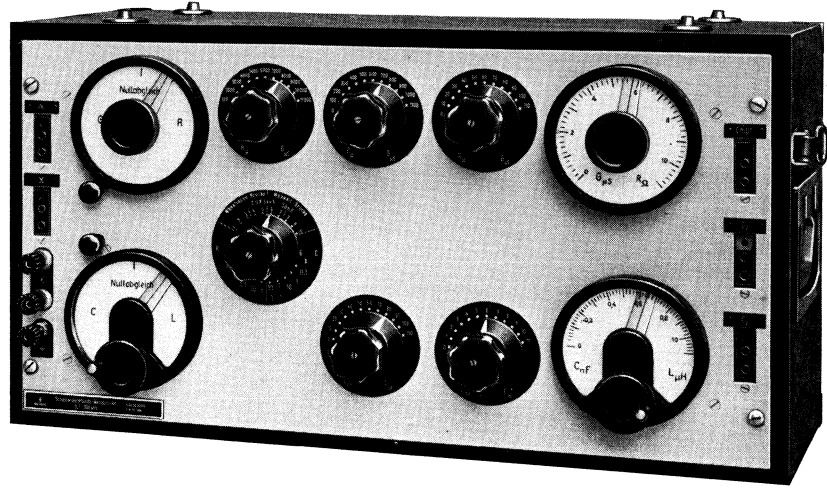
**B 5**

**Scheinwiderstands-Meßbrücke**

Rel 3 R 211

30 Hz bis 300 kHz

ANWENDUNG Diese Brücke dient zum Messen der reellen und imaginären Komponente von Scheinwiderständen oder Scheinleitwerten erdsymmetrischer und erdunsymmetrischer Vier- und Zweipole aller Art. Insbesondere wird die Meßbrücke zur Aufnahme des Scheinwiderstand- oder



Scheinleitwertverlaufs von Fernmeldeleitungen in Abhängigkeit von der Frequenz und zur Fehlerortsbestimmung verwendet. Die Konstanten  $R, L, C$  und  $G$  der Leitung lassen sich durch Kurzschluß- und Leerlaufmessungen ermitteln. Aus den Werten für  $C$  und  $G$  ergibt sich der Verlustwinkel des Kabels, aus den Werten  $L$  und  $C$  der Wellenwiderstand  $Z_X \approx \sqrt{L/C}$  bei hohen Frequenzen.

**KENNWERTE**

Frequenzbereich ..... 30 Hz bis 300 kHz

Brückenschaltung nach Wheatstone:

Messen von Scheinleitwerten  $Y = G_X + j\omega C_X$  mit kapazitiver Phase; Parallelschaltung von  $G_X$  und  $C_X$  Bereich 

1	2	3
---	---	---

$C_X = 0,1$  bis  $122$  nF,  $G_X = 1$   $\mu$ S bis  $12,22$  mS .....  $\times 0,1$  |  $\times 1$  |  $\times 10$

Messen von Scheinleitwerten  $Y = G_X - j\omega C_X$  mit induktiver Phase (hochohmige Meßobjekte); Parallelschaltung einer negativen Kapazität und eines Leitwerts; Kondensatornormal parallel zu den X-Klemmen Bereich 

4	5
---	---

$C_X = 0,1$  bis  $122$  nF .....  $\times 1$  |  $\times 1$

$G_X = 1$   $\mu$ S bis  $12,22$  mS .....  $\times 1$  |  $\times 10$

Meßunsicherheit in den Bereichen 1 bis 5

bei einem Komponentenverhältnis von 0,1 bis 10, und wenn für Normal und Meßobjekt  $R_X \geq 150 \Omega$  und  $G_X$  (in Siemens)  $\leq \frac{3 \cdot 10^3}{s} \cdot \frac{1}{\omega}$  ist:

für Blindleitwert .....  $\pm 1\% \pm 10$  pF

für Wirkleitwert .....  $\pm 1\% \pm 10^{-4} \frac{f+1000 \text{ Hz}}{\text{Hz}} \mu$ S

Die konstanten Fehler sind dabei mit dem jeweiligen Faktor des Bereichschalters zu multiplizieren.

Brückeneingangsspannung						
in allen Bereichen 1 bis 5	..... $\leq 10$ V					
Spannung am Meßobjekt	Bereich	1	2	3	4	5
in Prozent der Brückeneingangsspannung	etwa	45	25	5	25	5%

*Brückenschaltung nach Maxwell:*

Messen von Scheinwiderständen  $X = R_X + j\omega L_X$  mit induktiver Phase; Reihenschaltung von  $R_X$  und  $L_X$

	Bereich	8	9	10
$L_X = 0,1$ bis $122$ mH	} $\times 0,01$	$\times 0,1$	$\times 1$	
$R_X = 1$ $\Omega$ bis $12,2$ k $\Omega$				

Bereich 10 für Frequenzen bis 100 kHz; die angegebene Meßunsicherheit gilt bei  $f$  bis 10000 Hz voll, bei  $f > 10000$  Hz nur bis  $R_X = 1000$   $\Omega$ .

Meßunsicherheit in den Bereichen 8 bis 10 bei  $\frac{\omega L_X}{R_X} = 0,2$  bis 5 und  $\omega L_N \leq 5 \cdot 10^3$   $\Omega$ ; ohne Berücksichtigung des Faktors des Bereichschalters:

für Blindwiderstand bei $L_X \leq \frac{5 \cdot 10^8}{s^2} \cdot \frac{1}{\omega^2}$ H	.....	$\pm 1\% \pm 0,01$ mH
für Wirkwiderstand bei $R_X \leq \frac{5 \cdot 10^7}{s} \cdot \frac{1}{\omega}$ $\Omega$	.....	$\pm 1\% \pm 1,0$ $\Omega$

Brückeneingangsspannung					
in den Bereichen 8 bis 10	..... $\leq 10$ V				

Spannung an der Speisediagonale, bezogen auf die Brückeneingangsspannung ..... etwa 50%

Messen von Scheinwiderständen  $X = R_X \pm j\omega L_X$  mit kapazitiver oder induktiver Phase; vorwiegend für bespulte Kabel; Reihenschaltung von  $R_X$  und  $L_X$ , Vorinduktivität  $L_V$  an X-Klemmen. Bereich 6 (für Frequenzen bis 10 kHz):

$L_V$ .....	5 mH; $L_X$ .....	- 5 bis + 117 mH
$R_X$ .....	1 bis 12220 $\Omega$	

Bereich 7 (für Frequenzen bis 3 kHz):

$L_V$ .....	50 mH; $L_X$ .....	- 50 bis + 70 mH
$R_X$ .....	1 bis 12220 $\Omega$	

Meßunsicherheit in den Bereichen 6 und 7 bei  $\frac{\omega L_X}{R_X} = 1$  und  $L_X \geq 0,1 L_V$

für Blindwiderstand	.....	$\pm 1\% \pm 0,01$ mH
für Wirkwiderstand	.....	$\pm 1\% \pm 1,0$ $\Omega$

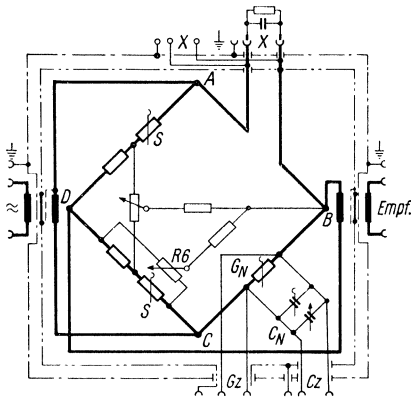
Brückeneingangsspannung					
in den Bereichen 6 und 7	..... $\leq 5$ V				

Mit einem Aufsteckkondensator von 100 nF (Rel 3 B 318a) kann in allen Bereichen der positive Bereich für  $L_X$  und  $C_X$  um 100 unter Berücksichtigung der entsprechenden Faktoren erweitert werden, z.B. im Bereich 8, 9 und 10 um 100 mH  $\times 0,01$ ,  $\times 0,1 \times 1$ .

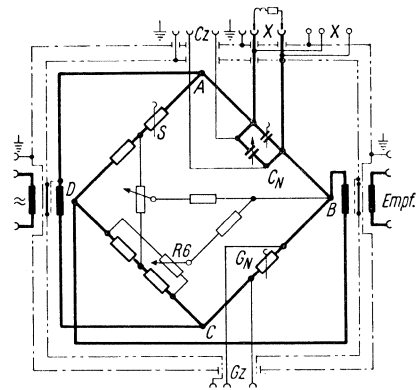
**ARBEITSWEISE** Die Meßbrücke vereinigt in sich eine Meßschaltung nach Maxwell für die Messung von Scheinwiderständen mit induktiver Phase und eine solche nach Wheatstone zum Messen von Scheinwiderständen mit kapazitiver Phase. Das Kondensator-Normal  $C_N$  für die Blindkomponente und das Leitwert-Normal  $G_N$  für die Wirkkomponente sind beiden Schaltungen gemeinsam und mit der Meßbrücke zu einer Einheit vereinigt. In der Maxwell-Schaltung geben  $C_N$  die Induktivität

$L_X$ ,  $G_N$  den Reihenwiderstand  $R_X$  an, in der Wheatstone-Schaltung  $C_N$  die Kapazität  $C_X$ ,  $G_N$  den Leitwert  $G_X$ .

In den Stellungen 1 bis 5 des Bereichschalters S ist das Gerät als *Wheatstone-Brücke* geschaltet, und zwar wird in den Stellungen 1 bis 3 das im Brückenweig AB angeschlossene Meßobjekt mit

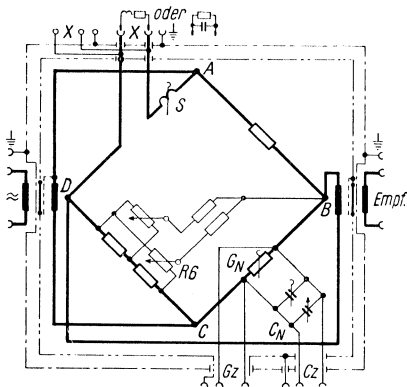


Schalter S  
in Stellung  
1, 2 oder 3

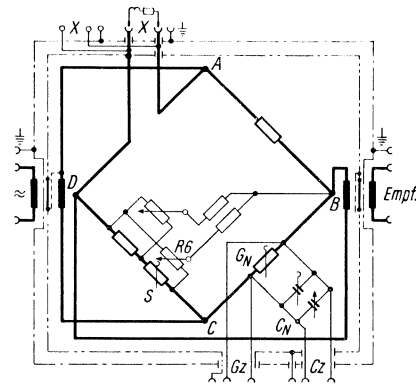


Schalter S  
in Stellung  
4 oder 5

kapazitiver Phase im Brückenweig BC durch die Kapazität  $C_N$  mit parallelgeschaltetem Leitwert  $G_N$  nachgebildet. Die Kapazität  $C_N$  läßt sich stufenweise und stetig einstellen. Der Leitwert  $G_N$  wird stufenweise umgeschaltet. Zum stetigen Einstellen des Leitwertes liegt parallel zum Brückenweig BC ein Widerstand, der über den stetig veränderbaren Spannungsteiler R6 einen Teil der am Brückenweig CD liegenden Spannung abgreift.



Schalter S  
in Stellung  
6 oder 7



Schalter S  
in Stellung  
8, 9 oder 10

In den Stellungen 4 und 5 des Schalters S wird zum Messen von hochohmigen Scheinwiderständen mit induktiver Phase das Kapazitätsnormal  $C_N$  parallel zum Meßobjekt gelegt und damit dessen induktive Phase ausgeglichen.

Bei der Brückenschaltung nach *Maxwell* werden in den Stellungen 8 bis 10 von S die induktive und die reelle Komponente des im Brückenweig AD liegenden Meßobjekts durch die Kapazität  $C_N$  mit Paralleleitwert  $G_N$  im gegenüberliegenden Brückenweig BC ausgeglichen. Zum Abgleich verwendet man die gleichen Elemente wie in den Stellungen 1 bis 5. Sie sind zusätzlich mit Induktivitäts- und Widerstandswerten beschriftet.

Damit auch Scheinwiderstände mit wechselnd induktiver oder kapazitiver Phase, z. B. fehlerhafte Pupinkabel, gemessen werden können (nur bei tiefen Frequenzen), wird in Stellung 6 eine Induktivität  $L_V$  von 5 mH und in Stellung 7 von 50 mH mit dem Meßobjekt in Reihe gelegt. Die kapazitive Komponente kann dabei betragsgleich der induktiven Komponente  $L_V$  sein. Der Abgleich ist der gleiche wie in den Stellungen 8 bis 10.



Mit der steckbaren Vorinduktivität  $L_V = 100 \text{ mH}$  (Rel 3 B 317a) läßt sich im Bereich 7 der kapazitive Bereich um den Wert

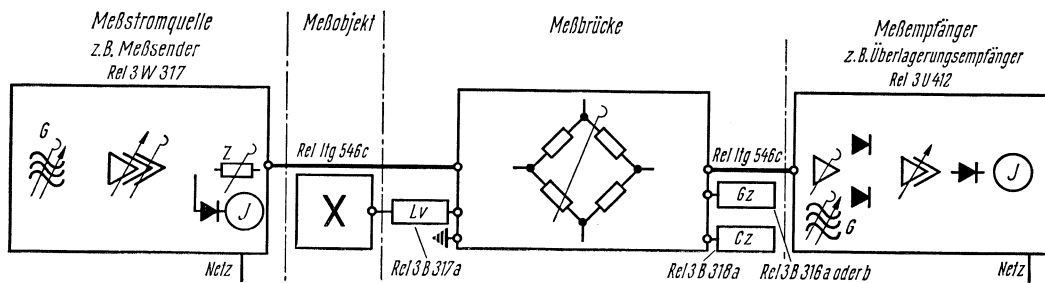
$$C = \frac{1}{\omega^2 \cdot L_V} \text{ oder um die kapazitive Reihenkompente } \frac{-j}{\omega C} = -j\omega L_V$$

erweitern. Im Bereich 10 sind mit dieser Vorinduktivität dann auch Widerstände mit kapazitiver Komponente  $\leq -j\omega L_V$  meßbar.

Durch Aufsetzen eines bekannten Zusatzleitwerts (z.B. Rel 3 B 316a oder b) oder Zusatzkondensators (z.B. Rel 3 B 318a) auf die Buchsen „G<sub>Z</sub>“ und „C<sub>Z</sub>“ kann auch dann in einem für die Messung günstigen Bereich, z.B. bei einem Brückenverhältnis 1:1 in den Stellungen 2, 4, 6, 7 oder 10, gemessen werden, wenn der Meßwert ohne Zusatz außerhalb dieses Bereiches liegt.

**AUFBAU DES MESSPLATZES** Die geeignete Meßstromquelle ist z.B. der Meßsender Rel 3 W 317 (S. 42), ein geeigneter Meßempfänger z.B. der Überlagerungsempfänger Rel 3 U 412 (S. 459).

Zweckmäßige Verbindungsleitungen für den Anschluß der Meßstromquelle und des Meßempfängers s. Meßplatzbild; dort sind auch unter Umständen benötigte Aufsteckkapseln angegeben.



Damit die Messung durch eine Verbindungsleitung zwischen Meßbrücke und Meßobjekt nicht gefälscht wird, ist das Meßobjekt möglichst unmittelbar an die Meßbrücke anzuschließen. Andernfalls soll der Wellenwiderstand  $Z_m$  der Verbindungsleitung mit dem Wellenwiderstand  $Z_x$  des Meßobjekts (Kabel) übereinstimmen.

#### ZUBEHÖR, ABMESSUNGEN UND GEWICHTE

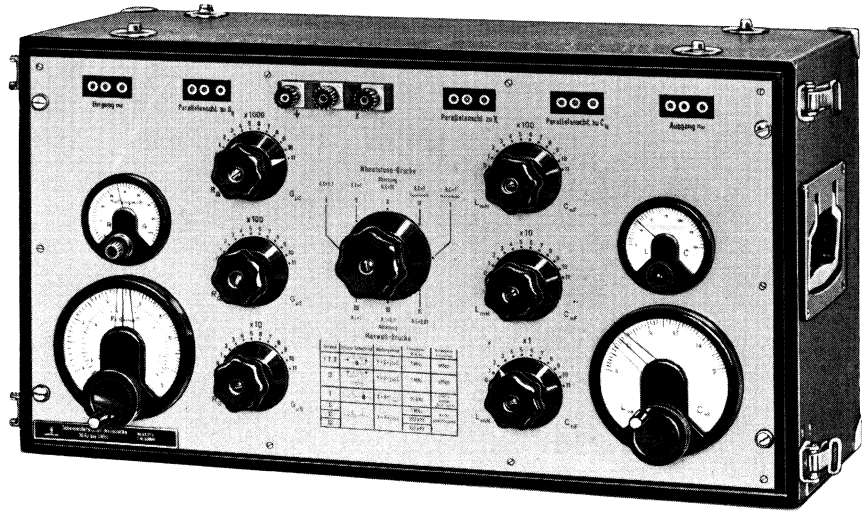
Gegenstand	Bezeichnung	Abmessungen in mm	Gewicht etwa kg	Preis
SCHEINWIDERSTANDS-MESSBRÜCKE (30 Hz bis 300 kHz) .....	Rel 3 R 211	550 × 300 × 280	25	
<i>Nach Bedarf</i>				
1 Meßstromquelle, z. B.				
Meßsender (10 Hz bis 1 MHz) .....	Rel 3 W 317	550 × 368 × 280	35	S. 42
1 Meßempfänger, z. B.				
Überlagerungsempfänger (30 Hz bis 1 MHz) ...	Rel 3 U 412	550 × 300 × 280	26	S. 459
2 geschirmte Verbindungsleitungen, z. B. ....	Rel Itg 546c	je 1500	je 0,15	S. 512
1 Aufsteckkondensator 0,1 $\mu\text{F}$ .....	Rel 3 B 318a	50 × 75 × 40	0,2	
1 Vorinduktivität 100 mH .....	Rel 3 B 317a	90 × 90 × 90	0,7	
1 Aufsteckleitwert 4 $\mu\text{S}$ .....	Rel 3 B 316a	50 × 65 × 25	0,1	
1 Aufsteckleitwert 14 $\mu\text{S}$ .....	Rel 3 B 316b	50 × 65 × 25	0,1	

## Scheinwiderstands-Meßbrücke

Rel 3 R 217

30 Hz bis 1 MHz

ANWENDUNG Diese Brücke dient im Frequenzbereich 30 Hz bis 1 MHz zum Messen der Wirk- und der Blindkomponente von Scheinwiderständen und Scheinleitwerten symmetrischer und unsymmetrischer Meßobjekte aller Art. Sie ist besonders zur Aufnahme des Scheinwiderstand- oder



Scheinleitwertverlaufs von Nachrichtenleitungen und damit auch zur Fehlerortbestimmung geeignet. Ferner können Kurzschluß- und Leerlaufmessungen zur Ermittlung des Wellenwiderstands oder Wellenleitwerts und zur Bestimmung der Leitungskonstanten  $R$ ,  $G$ ,  $L$  und  $C$  durchgeführt werden. Außerdem lassen sich die elektrischen Kennwerte von Einzelteilen, z.B. von Spulen und Übertragern, sowie ganzer Schaltungsgruppen, z.B. Eingangswiderstände von Filtern, Verstärkern usw., ermitteln.

Die Brücke umfaßt durch die Umschaltmöglichkeit von der Wheatstone- auf die Maxwell-Schaltung besonders weite Bereiche für Wirk- und Blindkomponenten. Sie ist daher sowohl im Laboratorium und Prüffeld als auch bei der Inbetriebnahme und Betriebsüberwachung der Übertragungseinrichtungen und -strecken vielseitig verwendbar.

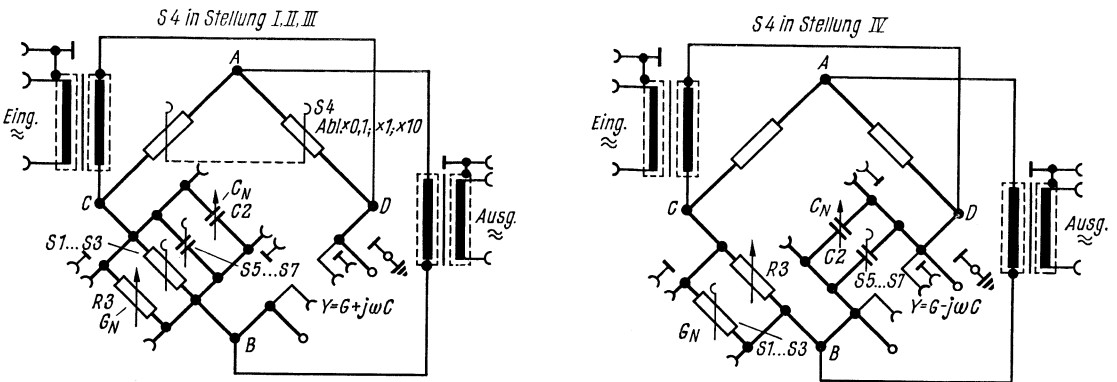
### KENNWERTE

Stellung von S4	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Ersatzschaltbild für Meßergebnis								
Meßergebnis	$Y = G + j\omega C$			$Y = G - j\omega C$ ( $Y = G + j\omega L$ )	$X = R + \frac{1}{j\omega C}$		$X = R + j\omega L$	
Frequenzbereich (f) 30 Hz bis	1 MHz				10 kHz (250 kHz)	1 MHz	300 kHz	100 kHz

Stellung von S4	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Bereichsfaktor $k$	$\times 0,1$	$\times 1$	$\times 10$	$\times 1$	$\times 1$	$\times 0,01$	$\times 0,1$	$\times 1$
Einstellbereich	10 pF bis 122,2 nF	100 pF bis 1,2 $\mu$ F	1 nF bis 12,2 $\mu$ F	100 pF bis 1,2 $\mu$ F	100 pF bis 1,2 $\mu$ F	1 $\mu$ H bis 12,2 mH	10 $\mu$ H bis 122,2 mH	0,1 mH bis 1,2 H
	0,1 $\mu$ S bis 1,12 mS	1 $\mu$ S bis 11,2 mS	10 $\mu$ S bis 112,2 mS	1 $\mu$ S bis 11,2 mS	1 $\Omega$ bis 11,2 k $\Omega$	0,01 $\Omega$ bis 112,2 $\Omega$	0,1 $\Omega$ bis 1,12 k $\Omega$	1 $\Omega$ bis 11,2 k $\Omega$
Brückeneingangs- spannung $U_E$	$\leq 10$ V							
Spannung am Meßobjekt in % von $U_E$	45	25	5	25	25	$X \cdot 100$ $X + 100 \Omega$	$X \cdot 100$ $X + 200 \Omega$	$X \cdot 100$ $X + 1000 \Omega$
	$\pm 1\%$ $\pm 1$ pF	$\pm 1\%$ $\pm 10$ pF	$\pm 1\%$ $\pm 100$ pF	$\pm 1\%$ $\pm 10$ pF	$\pm 1\%$ $\pm 10$ pF	$\pm 1\%$ $\pm 0,1$ $\mu$ H	$\pm 1\%$ $\pm 1$ $\mu$ H	$\pm 1\%$ $\pm 0,05$ mH
Meßunsicherheit für Blindanteil	wenn für C-Einstellung $\omega C_N \leq 30$ mS				für $X \leq 200 \Omega$ auch bis 250 kHz	wenn $L < \frac{1,5 \cdot 10^{12}}{\omega^2 \cdot \text{sec}^2}$ mH		
Meßunsicherheit für Wirkanteil	für $f_m < 700\,000$ Hz: $\pm 1\% \pm 10^{-4} \cdot k \frac{f_m + 1000 \text{ Hz}}{\text{Hz}} \mu\text{S}$ für $f_m > 700\,000$ Hz: $\pm 2\% \pm 10^{-4} \cdot k \frac{f_m + 1000 \text{ Hz}}{\text{Hz}} \mu\text{S}$				$\pm 1\%$ $\pm 0,1 \Omega$	$\pm 1\%$ $\pm 0,01 \Omega$	$\pm 1\%$ $\pm 0,1 \Omega$	$\pm 1\%$ $\pm 1 \Omega$ 1)
	für $f_m < 700\,000$ Hz: $\pm 1 \cdot 10^{-3}$ für $f_m > 700\,000$ Hz: $\pm 2 \cdot 10^{-3}$				$\pm 2 \cdot 10^{-3}$			
Eigenwinkel der Brücke <sup>2)</sup>	für $f_m < 700\,000$ Hz: $\pm 1 \cdot 10^{-3}$ für $f_m > 700\,000$ Hz: $\pm 2 \cdot 10^{-3}$				$\pm 2 \cdot 10^{-3}$			

1) Nur gültig bis 10 kHz, wenn  $1000 \Omega \leq R \leq 5000 \Omega$ , und bis 5 kHz, wenn  $R \geq 5000 \Omega$   
2) Gegenseitige Beeinflussung der beiden Komponenten

**ARBEITSWEISE** Die aus Widerständen bestehenden Festzweige, das Leitwert- oder Widerstandsnormal und das Kapazitätsnormal werden mit Schalter S4 zu einer nach Wien für Wechselstrom erweiterten Wheatstone-Brücke oder einer Maxwell-Brücke geschaltet. Außerdem läßt sich mit

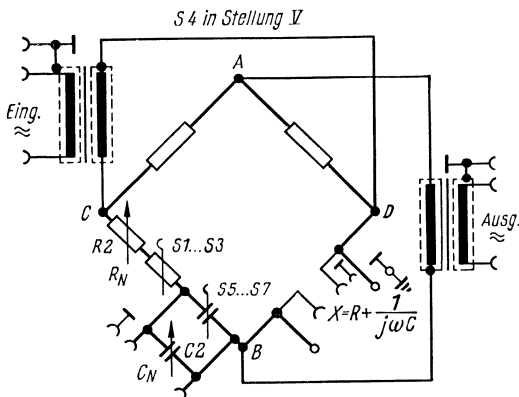


Brückenschaltungen nach Wheatstone

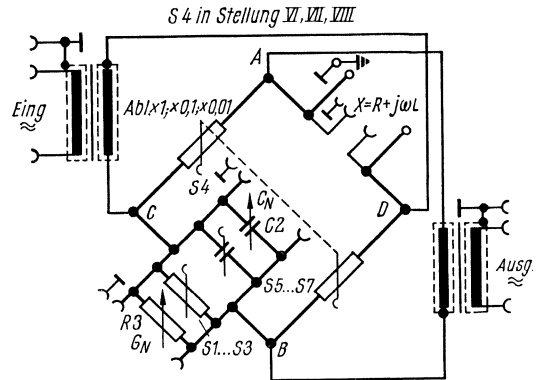
Schalter S4 das Verhältnis der Festzweige und damit der Meßbereich ändern. Die durch den Schaltungsaufbau bedingten frequenzabhängigen Widerstands- und Phasenfehler der festen und veränderbaren Brückenarme sind in allen Meßbereichen sehr klein gehalten. Reste bei den Anfangswerten können durch einen bei den Schaltauszügen nicht dargestellten Nullabgleich ausgeglichen werden.

In den Stellungen I bis III wird zur Messung von Leitwerten mit kapazitiven Komponenten das Meßobjekt durch eine Kapazität  $C_N$  mit parallelgeschaltetem Leitwert  $G_N$  nachgebildet. Die Kapazität  $C_N$  und der Leitwert  $G_N$  sind stufenweise und stetig einstellbar.

In der Stellung IV ist zum Messen von Leitwerten mit induktiver Komponente das Kapazitätsnormal  $C_N$  parallel zum Meßobjekt gelegt. Wenn induktiver und kapazitiver Leitwert durch Ab-



Brückenschaltung nach Wheatstone



Brückenschaltung nach Maxwell

gleich des C-Normals gleich groß sind, dann ist in der Brücke nur noch der Verlustleitwert des Meßobjektes wirksam, der wie in den Schalterstellungen I bis III mit dem Leitwertnormal  $G_N$  abgeglichen wird.

Für die Messung von Widerständen mit kapazitiver Komponente in Stellung V besteht das Vergleichsnormale aus einer Reihenschaltung von Widerstand und Kondensator, so daß sich hierbei die in der Kabelmeßtechnik für symmetrische Systeme übliche Darstellung des Meßergebnisses zu  $R + \frac{1}{j\omega C}$  ergibt.

Für die Messung von Widerständen mit induktiver Komponente dient die Schaltung nach Maxwell (Schalter S4 in Stellung VI bis VIII). Es gilt bei Brückengleichgewicht:

$$R = R_{BD} \cdot R_{AC} \cdot (G_{N1} + G_{N2} + G_{N3} + G_{N4})$$

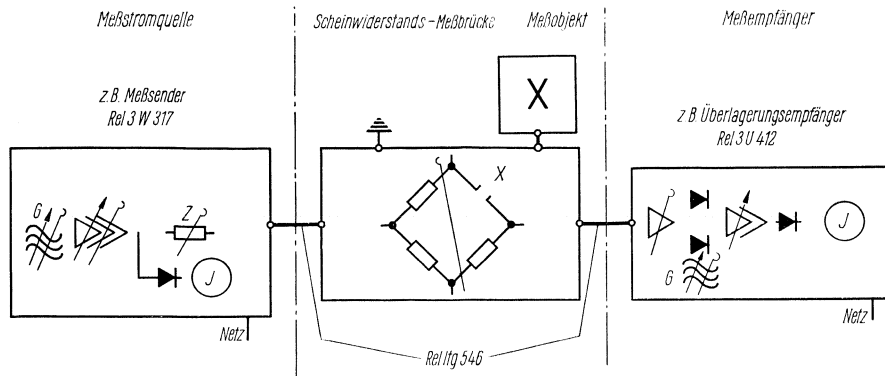
$$L = R_{BD} \cdot R_{AC} \cdot (C_{N1} + C_{N2} + C_{N3} + C_{N4})$$

Die Größen von  $R_{BD}$  und  $R_{AC}$  sind so gewählt, daß in Stellung VIII die Beschriftungen der Schalter unmittelbar den Widerstand  $R$  in Ohm und die Induktivität  $L$  in Millihenry angeben. Durch Umschalten dieser Widerstände ergeben sich zwei weitere Meßbereiche.

Die Brücke ist erdfrei aufgebaut. Um sie außerdem für das Meßobjekt kapazitiv erdsymmetrisch zu machen, ist eine doppelte Schirmung vorgesehen und die innere Schirmung so gelegt, daß ihre Kapazitäten gegen den äußeren geerdeten Schirm gleichmäßig auf die beiden X-Klemmen verteilt sind.

Durch Aufstecken eines im Wert bekannten Zusatzleitwertes auf die Buchsen „Parallelanschluß zu  $G_N$ “ oder Zusatzkondensator auf die Buchsen „Parallelanschluß zu  $C_N$ “ lassen sich in gewissem Umfang die Meßbereiche erweitern. Außerdem ist ein Parallelanschluß zu X (Y) vorgesehen.

**AUFBAU DES MESSPLATZES** Da die Widerstands-, Leitwert- und Kapazitäts-Normale eingebaut sind, benötigt man zum Aufbau des Meßplatzes zusätzlich zur Brücke nur eine Meßstromquelle, z.B. den Meßsender Rel 3 W 317 (S. 42), und einen Meßempfänger, z.B. den Überlagerungs-



empfänger Rel 3 U 412 (S. 459). Mit dem Überlagerungsempfänger oder einem anderen selektiven Meßempfänger werden Fehlmessungen durch Oberwellen und Störspannungen weitgehend vermieden.

Mit einem Zusatzleitwert, z.B. Rel 3 B 316a, und einem Aufsteckkondensator, z.B. Rel 3 B 318a, lassen sich die Meßbereiche etwas erweitern. Ein Vorschaltkondensator, z.B. Rel 3 B 355, und eine Vorschaltinduktivität, z.B. Rel 3 B 317a, ermöglichen die Messung von Scheinwiderständen mit frequenzabhängig wechselnder induktiver und kapazitiver Phase.

Zweckmäßige Verbindungsleitungen s. Meßplatzbild.



**ZUBEHÖR, ABMESSUNGEN UND GEWICHTE**

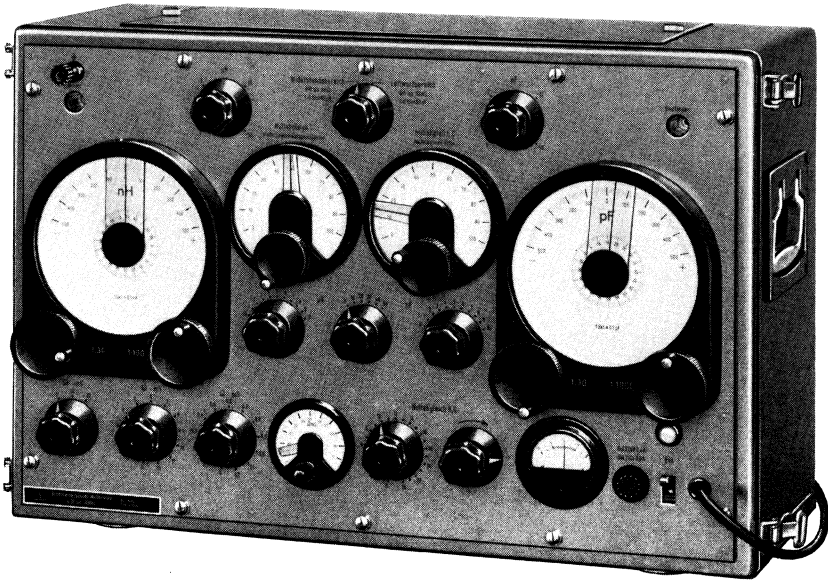
Gegenstand	Bezeichnung	Abmessungen in mm	Gewicht etwa kg	Preis
SCHWEINWIDERSTANDS-MESSBRÜCKE (30 Hz bis 1 MHz) .....	Rel 3 R 217	550 × 300 × 280	30	
<i>Nach Bedarf</i>				
1 Meßstromquelle, z. B.				
Meßsender (10 Hz bis 1 MHz) .....	Rel 3 W 317	550 × 368 × 280	35	S. 42
1 Meßempfänger, z. B.				
Überlagerungsempfänger (30 Hz bis 1 MHz) .....	Rel 3 U 412	550 × 300 × 280	26	S. 459
1 Vorinduktivität, z. B. 2 × 50 mH .....	Rel 3 B 317a	90 × 90 × 90	0,7	
1 Aufsteckleitwert 4 µS .....	Rel 3 B 316a	50 × 65 × 25	0,1	
1 Aufsteckkondensator, z. B. 0,1 µF .....	Rel 3 B 318a	50 × 75 × 40	0,2	
1 symmetr. Vorschaltkondensator 2 × 0,1 µF ..	Rel 3 B 355	50 × 85 × 45	0,25	
2 symmetr. Verbindungsleitungen, z. B. ....	Rel Itg 546a, ... d	500, ... 2000	0,2	S. 512

## Scheinwiderstands-Meßbrücke

Rel 3 R 218

60 kHz bis 30 MHz

ANWENDUNG Dieses Gerät, das in sich eine Maxwell-Brücke, eine Wheatstone-Brücke und die zum genauen Einstellen der eingebauten Widerstands-(Leitwert-)Normale benötigte Regelbrücke mit Regelverstärker vereinigt, dient zum Messen der reellen und der kapazitiven oder induktiven



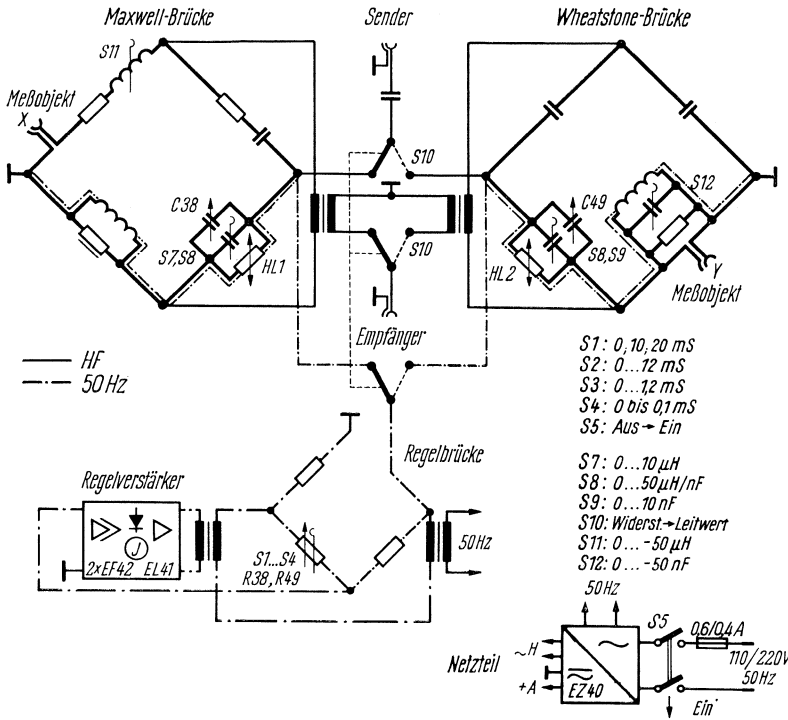
Komponente von Widerständen oder Leitwerten. Mit einem Frequenzbereich von 0,06 bis 30 MHz schließt die Meßschaltung an den Frequenzbereich der Scheinwiderstands-Meßbrücke Rel 3 R 217 (S. 170) an. Sie ist z. B. zum Messen des Scheinwiderstand- und Scheinleitwertverlaufs von koaxialen Leitungen geeignet, zum Messen des Eingangswiderstands von Schaltungen, Verstärkern, Filtern, Antennen und zum Messen des Scheinwiderstands von Bauteilen.

Die Betriebsspannungen liefert über den eingebauten Netzteil das Wechselstromnetz 110/220 V

### KENNWERTE

	Maxwell-Brücke $X = R \pm j\omega L$			Wheatstone-Brücke $Y = G \pm j\omega C$		
	0,06/10	10/20	20/30	0,06/10	10/20	20/30
Frequenzbereich (MHz) . . . . . von/bis	0,06/10	10/20	20/30	0,06/10	10/20	20/30
Meßbereich	$X = 0,5 \text{ bis } 32 \Omega$ $\varphi = 0^\circ \text{ bis } \pm 90^\circ$			$Y = 0,5 \text{ bis } 32 \text{ mS}$ $\varphi = 0^\circ \text{ bis } \pm 90^\circ$		
Wirkkomponente Einstellbereich von . . . . .	0,5 bis 32 $\Omega$			0,5 bis 32 mS		
Unsicherheit . . . . .	$\pm 1\%$ $\pm 0,05 \Omega$	$\pm 2\%$ $\pm 0,05 \Omega$	etwa $\pm 5\%$ $\pm 0,05 \Omega$	$\pm 1\%$ $\pm 0,05 \text{ mS}$	$\pm 1\%$ $\pm 0,05 \text{ mS}$	etwa $\pm 2\%$ $\pm 0,05 \text{ mS}$
Blindkomponente Einstellbereich von . . . . .	10 nH bis 60 $\mu\text{H}$			5 pF bis 60 nF		
Unsicherheit . . . . .	$\pm 1\%$ $\pm 3 \text{ nH}$	$\pm 2\%$ $\pm 3 \text{ nH}$	etwa $\pm 5\%$ $\pm 3 \text{ nH}$	$\pm 1\%$ $\pm 3 \text{ pF}$	$\pm 2\%$ $\pm 3 \text{ pF}$	etwa $\pm 5\%$ $\pm 3 \text{ pF}$
Netzanschluß . . . . .	110/220 V $\pm 2\%$ ; 48 bis 55 Hz; 35 VA					

ARBEITSWEISE Für kleine komplexe Widerstände  $X = R \pm j\omega L$  ergeben sich mit der Maxwell-Brückenschaltung als Meßergebnis unmittelbar  $R$  und  $L$ . Große komplexe Widerstände werden in der Wheatstone-Brückenschaltung als Leitwert  $Y = 1/X$  gemessen, wobei der Leitwertbereich 0,5 bis 32 mS an den Widerstandsbereich von 0,5 bis 32  $\Omega$  anschließt. Man erhält als Meßergebnis  $Y = G \pm j\omega C$  und liest  $G$  und  $C$  unmittelbar ab.



Als phasenfreies Widerstandsnormale werden Heißleiter verwendet, die einen großen negativen Temperatur-Koeffizienten haben. Durch eine besondere Regelbrücke mit Regelverstärker werden die Heißleiter HL 1, HL 2 so geheizt, daß sie dem eingestellten Wert entsprechen.

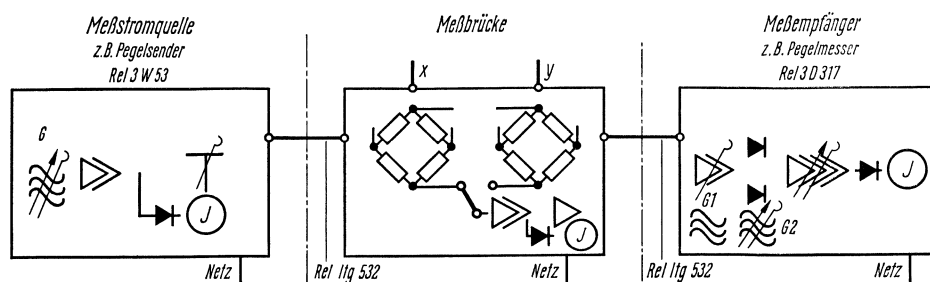
Mit Rücksicht auf die hohen Frequenzen sind Maxwell- und Wheatstone-Brücke getrennt und mit eigenen Elementen aufgebaut. Mit dem Schalter S 10 lassen sich die Buchsen für Sender und Empfänger sowie die Regelbrücke umschalten.

In der *Maxwell-Brücke* wird die Reihenschaltung  $X = R + j\omega L$  im gegenüberliegenden Brücken-zweig durch die Parallelschaltung  $G + j\omega C$  nachgebildet. Um auch Widerstände kapazitiver Phase messen zu können, liegt in Reihe mit  $X$  außer einem Widerstand zum Ausgleich des Heißleiter-Anfangswertes eine mit Schalter S11 umschaltbare Vorinduktivität.

Bei der *Wheatstone-Brücke* wird die Parallelschaltung  $Y = G + j\omega C$  durch ein entsprechend aufgebautes Normal im anliegenden Brücken-zweig nachgebildet. Für die Messung von Leitwerten mit induktiver Phase kann man eine mit Schalter S12 veränderbare Kapazität dem Meßobjekt parallelschalten. Der Heißleiter-Anfangswert ist durch einen Parallelwiderstand ausgeglichen.

Die Heißleiter liegen zur Regelung des Widerstandswertes in einem Zweig der *Regelbrücke*, die in der Speisediagonale eine 50-Hz-Spannung aus dem Netz erhält. Hoch- und Niederfrequenzweg sind dabei durch Siebglieder getrennt. In der anderen Diagonale der Regelbrücke ist der Eingang des Regelverstärkers angeschlossen. Sein Ausgang liegt in Reihe mit der Wicklung des Netztransformators in der Speisediagonale. Der Regelverstärker liefert eine zusätzliche, zur Grundspannung gleich- oder gegenphasige Spannung so lange, wie der Widerstand des Heißleiters kleiner oder größer als der durch die Einstellung der Regelbrücke festgelegte Wert ist. Der Heißleiter ist so klein und der Regelvorgang dadurch so schnell, daß der Abgleichvorgang nicht beeinträchtigt wird.

AUFBAU DES MESSPLATZES Zum Betrieb der Scheinwiderstands-Meßbrücke sind nur ein Meßsender und ein empfindlicher selektiver Empfänger notwendig, der Fehlmessungen durch Ober-



wellen vermieden. Eine geeignete Meßstromquelle ist der Pegelsender Rel 3 W 53 (S. 37), ein geeigneter Meßempfänger der Selektive Pegelmessler Rel 3 D 317 (S. 354). Zweckmäßige Verbindungsleitungen s. Meßplatzbild.

#### ZUBEHÖR, ABMESSUNGEN UND GEWICHTE

Gegenstand	Bezeichnung	Abmessungen in mm	Gewicht etwa kg	Preis
SCHEINWIDERSTANDS-MESSBRÜCKE (60 kHz bis 30 MHz) .....	Rel 3 R 218	550 × 368 × 280	38	
<i>Zubehör</i>				
2 Röhren .....	EF 42	—	—	
je 1 Röhre .....	EL 41, EZ 40			
3 Schmelzeinsätze (2 als Ersatz)				
0,4 A für 220 V .....	0,4 A/250 DIN 41571	—	—	
0,6 A für 110 V .....	0,6 A/250 DIN 41571	—	—	
<i>Nach Bedarf</i>				
1 Meßstromquelle, z. B. Pegelsender (30 kHz bis 30 MHz) .....	Rel 3 W 53	550 × 368 × 280	30	S. 37
1 Meßempfänger, z. B. Selektiver Pegelmessler (30 kHz bis 30 MHz) ...	Rel 3 D 317	550 × 368 × 280	36	S. 354
2 koaxiale Verbindungsleitungen .....	Rel Itg 532a, ... f	300, ... 2000	0,3	S. 512

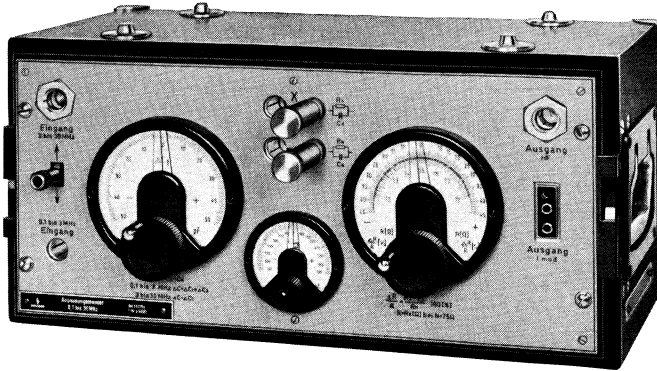


**Anpassungsmesser**

Rel 3 R 219

0,1 bis 30 MHz

**ANWENDUNG** Dieser Anpassungsmesser dient zum Vergleichen von Widerständen zwischen 30 und 300  $\Omega$  mit einem für Frequenzen bis 30 MHz phasenarmen Normal; ein geeignetes Normal ist z. B. der Abschlußwiderstand Rel 3 B 333 (S. 504). Der zu messende Widerstandsbeitrag darf

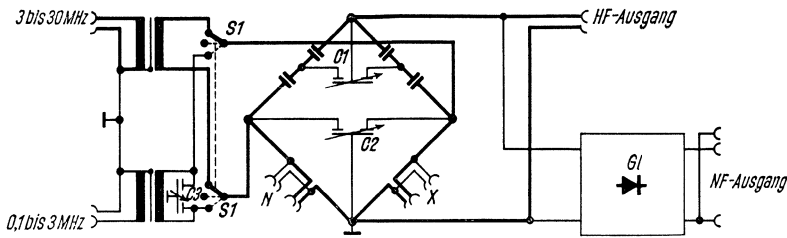


eine kleine Blindkomponente aufweisen. Der Unterschied der Widerstandsbeträge von Meßobjekt und Normal wird unmittelbar in Prozent, der Wert des parallel liegenden Blindwiderstands in Pikofarad abgelesen. Es lassen sich also Anpassungsfehler vor allem in Übertragungssystemen mit Koaxialleitern für Vielfachfernsehen und Fernsehen bestimmen. Außerdem können z. B. bei der Verlegung von Koaxialkabeln die Wellenwiderstands-Abweichungen der zusammenschaltenden Kabellängen unmittelbar festgestellt und so Fehlanpassungen gering gehalten werden. Die Parallelbuchsen zu N und X erleichtern diese Abgleicharbeiten beim Zusammenschalten. Aus den Anpassungswerten in Abhängigkeit von der Frequenz läßt sich auch die Gleichmäßigkeit des Kabels beurteilen.

**KENNWERTE**

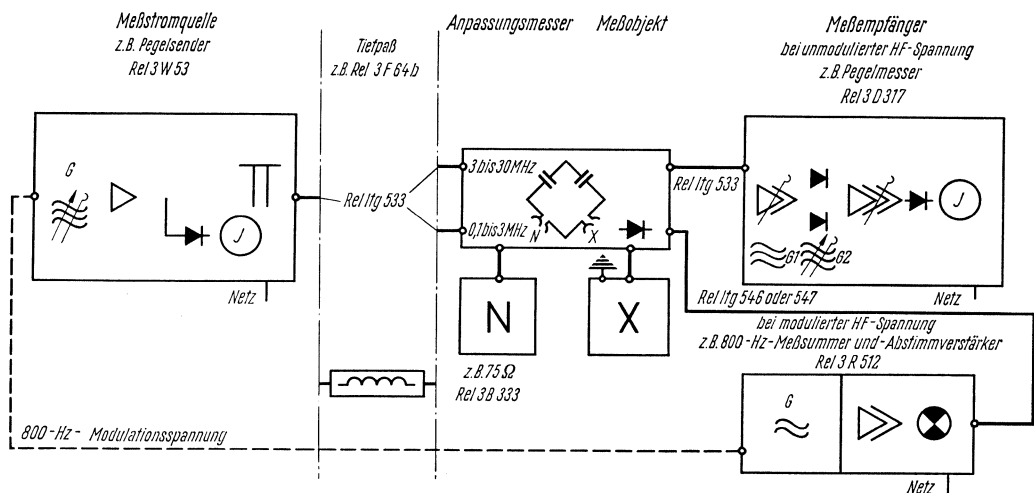
- Frequenzbereich ..... 0,1 bis 30 MHz
- Widerstandsbereich je nach Wert des Normalwiderstands ..... etwa 30 bis 300  $\Omega$   
bei mitgeliefertem  $R_N = 75 \Omega$  ..... 72 bis 78  $\Omega$
- Meßbereich
  - für Wirkwiderstands-Unterschied  $\Delta R/R$  .....  $\pm 4,5\%$
  - für Blindwiderstands-Unterschied  $\Delta C$ 
    - im Frequenzbereich 0,1 bis 3 MHz ( $\Delta C1 + \Delta C2$ ) .....  $\pm 750 \text{ pF}$
    - im Frequenzbereich 3 bis 30 MHz ( $\Delta C1$ ) .....  $\pm 50 \text{ pF}$
- Meßunsicherheit des Wirkwiderstands-Unterschieds für  $N = 75 \Omega$ 
  - zwischen 0,1 und 3 MHz .....  $\pm 2\%$  von  $\Delta R/R$  in Prozent  $\pm 40 \text{ m}\Omega$
  - zwischen 3 und 30 MHz .....  $\pm 5\%$  von  $\Delta R/R$  in Prozent  $\pm 40 \text{ m}\Omega$
- Erforderliche Meßspannung ..... 2 bis 6 V
- Erforderliche Anzeigeverstärkung
  - bei unmodulierter Meßspannung ..... etwa 8 N (70 db)
  - bei modulierter Meßspannung ..... etwa 12 N (100 db)

**ARBEITSWEISE** Die Brückenschaltung besteht aus zwei Festzweigen mit Kondensatoren, dem Meßobjekt und einem außen aufsteckbaren Normalwiderstand. Das Verhältnis 1:1 der Festzweige läßt sich mit dem Differential-Drehkondensator C1 zum Ausgleich der Wirkwiderstands-Differenz zwischen X und N um etwa  $\pm 4,5\%$  ändern. Die Blindwiderstands-Differenz wird mit dem Diffe-



rential-Drehkondensator C2 bis zu Beträgen von  $\pm 50$  pF ausgeglichen. Bei Messungen im Frequenzbereich 0,1 bis 3 MHz liegt der Differential-Drehkondensator C3 mit einem Ausgleichsbereich von  $\pm 700$  pF parallel zu C2.

Die Meßspannung gelangt über die mit Schalter S1 sekundärseitig umschaltbaren Übertrager erdsymmetrisch an die Brücke. Die Brücken-Restspannung, die am Meßobjekt einseitig geerdet



Aufbau des Meßplatzes

ist, liegt an der Buchse „Ausgang HF“. Zur Anzeige des Abgleichzustandes ist bei unmodulierter Meßspannung ein HF-Meßempfänger an diese Buchse anzuschließen. Bei amplitudenmodulierter Meßspannung erhält man über den Demodulator G1 die von der Hochfrequenz-Spannung getrennte Modulationsspannung der Anzeigendiagonale am NF-Ausgang.

**AUFBAU DES MESSPLATZES** Eine geeignete Meßstromquelle ist z.B. der Pegelsender Rel 3 W 53 (S. 37). Als Anzeigegerät dient bei unmodulierter Meßspannung z.B. der Selektive Pegelmesser Rel 3 D 317 (S. 354). Bei Messungen mit modulierter Meßspannung ist ein Hörverstärker erforder-

derlich. Hier empfiehlt es sich, den 800-Hz-Meßsummer und -Abstimmverstärker Rel 3 R 512 (S. 20) als Modulations-Stromquelle und als Abhörverstärker zu verwenden; sein Verstärker liefert die bei den sehr kleinen HF-Spannungen im Abgleichzustand erforderliche Verstärkung von etwa 12 N (100 db). Die Schärfe des Abstimm-Kleinstwertes läßt sich bei höheren Frequenzen und frequenzabhängigen Meßwerten durch ein Filter, z.B. den Tiefpaß 28 MHz, Rel 3 F 64b S. 126 verbessern.

Zweckmäßige Verbindungsleitungen s. Meßplatzbild.



#### ZUBEHÖR, ABMESSUNGEN UND GEWICHTE

Gegenstand	Bezeichnung	Abmessungen in mm	Gewicht etwa kg	Preis
ANPASSUNGSMESSER (0,1 bis 30 MHz) .....	Rel 3 R 219	405 × 198 × 280	11	
<i>Zubehör</i>				
2 Abschlußwiderstände 75 Ω .....	Rel 3 B 333a	102 × 18 ∅	0,1	S. 504
<i>Nach Bedarf</i>				
Andere Vergleichswiderstände 30, ... 300 Ω, z. B.	Rel 3 B 333 b, c, d	102 × 18 ∅	0,1	S. 504
1 Meßstromquelle, z. B.				
Pegelsender (30 kHz bis 30 MHz) .....	Rel 3 W 53	550 × 368 × 280	30	S. 37
1 Meßempfänger, z. B.				
Selektiver Pegelmesser (30 kHz bis 30 MHz) .....	Rel 3 D 317	550 × 368 × 280	36,5	S. 354
oder				
800-Hz-Meßsummer und -Abstimmverstärker ..	Rel 3 R 512	480 × 190 × 300	16	S. 20
1 Tiefpaß 28 MHz, z. B. ....	Rel 3 F 64b	185 × 50 ∅	0,45	S. 126
2 oder 3 koaxiale Verbindungsleitungen, z. B. ..	Rel ltg 533a, .. f	300, .. 2000	0,3	} S. 512
1 symmetrische Verbindungsleitung, z. B. ....	Rel ltg 546a, .. d	500, .. 2000	0,2	
oder	Rel ltg 547a, .. e	250, .. 2000	0,2	

**Anpassungsmesser 60  $\Omega$**

Rel 3 R 21 a

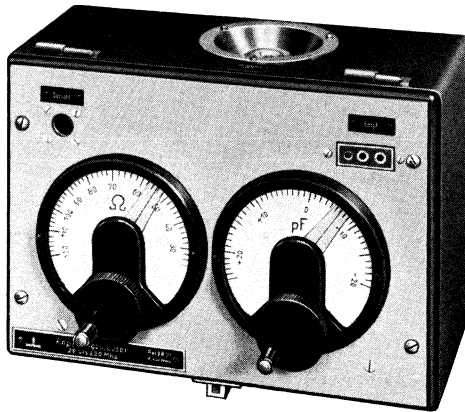
20 bis 220 MHz

**Anpassungsmesser 75  $\Omega$**

Rel 3 R 21 c

20 bis 220 MHz

**ANWENDUNG** Mit diesen als Meßbrücken aufgebauten Geräten lassen sich im Bereich von 20 bis 220 MHz die Wirk- und Blindanteile von Scheinwiderständen einfach und mit geringem Geräteaufwand bestimmen. Sie sind vor allem für Anpassungsmessungen gedacht; ihr Meßbereich um-



faßt deshalb die Werte in der Nähe des in der HF-Technik üblichen Anpassungswertes von 60  $\Omega$  (Ausführung a) oder 75  $\Omega$  (Ausführung c). Mit den Anpassungsmessern können z.B. Antennen oder Senderausgänge auf 60 oder 75  $\Omega$  abgeglichen oder Anpassungsfehler rasch und bequem festgestellt werden. Als Meßergebnis erhält man den Scheinleitwert des Meßobjektes:  $Y = 1/R + j\omega C$ .

Hieraus läßt sich der Wellenfaktor  $m$  bestimmen. Gegenüber einer entsprechenden (2 m langen) Meßleitung haben die mit diesen Geräten aufgebauten Meßplätze den Vorzug kleineren Platzbedarfes. Das Farbbild auf S. 152 zeigt u.a. auch den Einsatz dieses Gerätes in einem Laboratorium für Hochleistungs-Antennenkabel.

**KENNWERTE**

Frequenzbereich ..... 20 bis 220 MHz

Meßbereich: Leitwert  $Y = \frac{1}{R} + j\omega C$

für die reelle Komponente  $1/R$  ..... 30 bis 120  $\Omega$

für die imaginäre Komponente  $+j\omega C$  ..... - 23 bis 0 bis + 23 pF

**Meßunsicherheit**

Bezugswert  $Z_0 = 60 \Omega$  (Ausführung a) oder  $Z_0 = 75 \Omega$  (Ausführung c):

für Anpassungsfaktoren  $m = 1$  bis 1,1

(entsprechend reellen Widerständen 54 bis 66  $\Omega$  oder 68 bis 82  $\Omega$ )

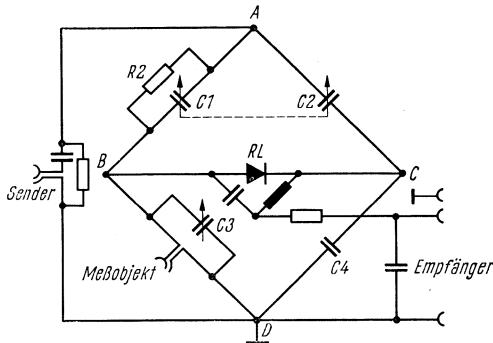
bei 20 bis 150 MHz .....  $\pm 1\% \pm 0,5 \text{ pF}$

bei 150 bis 220 MHz .....  $\pm 4\% \pm 1 \text{ pF}$

Meßunsicherheit

für Anpassungsfaktoren $m = 1,1$ bis $1,25$	
(entsprechend reellen Widerständen $48$ bis $75 \Omega$ oder $60$ bis $88 \Omega$ )	
bei $20$ bis $150$ MHz	$\pm 2\% \pm 0,5 \text{ pF}$
bei $150$ bis $220$ MHz	$\pm 4\% \pm 1,5 \text{ pF}$
im übrigen Meßbereich ( $m \geq 1,25$ )	Korrekturkurven
Erforderliche Meßspannung	etwa $4 \text{ V}$
Spannung am Meßobjekt	etwa $0,5$ bis $2 \text{ V}$
Eingangsleitwert des Gerätes (Mittelwert)	etwa $1,2 \text{ mS}$ reell, $120 \text{ pF}$ imaginär
Anschluß	
für Meßobjekt bei Ausführung a	Buchsenteil der Steckverbindung $6/16$
für Meßobjekt bei Ausführung c	Buchsenteil der Steckverbindung $2,5/6$
für Meßsender	Buchse $4/13$
für Meßempfänger	geschirmtes symmetrisches Buchsenpaar

ARBEITSWEISE Die beiden Brückenarme AB und AC bestehen aus zwei gleichgroßen, gleichlaufenden Drehkondensatoren C1/C2 auf einer gemeinsamen Achse. Dem Kondensator C1 ist der Widerstand R2 parallelgeschaltet. Parallel zum Meßobjekt im Brückenarm BD liegt der Drehkondensator C3. Die Kapazität des Festkondensators C4 entspricht dem Mittelwert des Dreh-

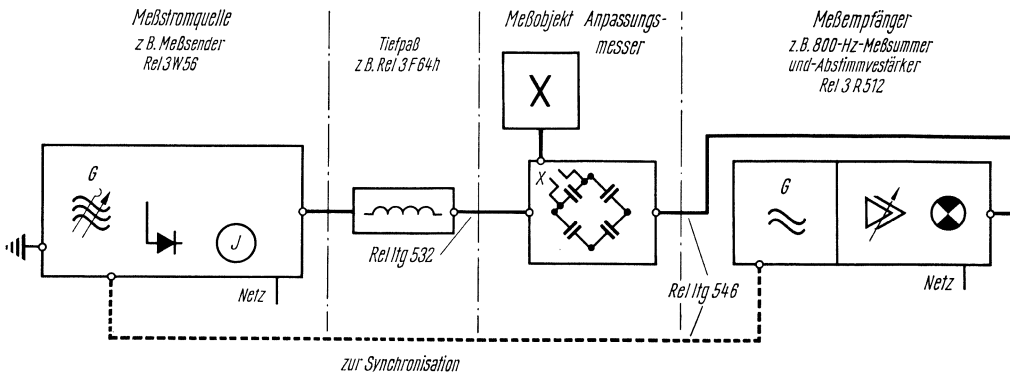


kondensators C3. Die Meßspannung — eine mit  $800 \text{ Hz}$  modulierte Hochfrequenzspannung — wird im Brückenausgang durch einen Germanium-Richtleiter RL gleichgerichtet. Die bei nicht abgeglicherer Brücke auftretende Tonfrequenzspannung gelangt über die Drossel  $D_r$  und den Widerstand  $R_3$  zu einem Empfänger, z. B. zum Empfangsteil des  $800\text{-Hz}$ -Meßsummers und -Abstimmverstärkers Rel 3 R 512 (S. 20).

Bei abgeglicherer Brücke gilt für den Scheinleitwert des Meßobjektes  $Y = \frac{1}{R} + j\omega C$ , mit  $R = R_2 \cdot \frac{C_1 + C_2}{C_4}$  für die reelle Komponente und  $C = C_4 - C_3$  für die imaginäre Komponente. Die Skale für die Drehkondensatoren  $C_1 + C_2$  kann also unmittelbar in Ohm, die für den Drehkondensator  $C_3$  in  $\pm$  Pikofarad geeicht werden.

Bei den Meßfrequenzen  $> 100 \text{ MHz}$  wird die Meßunsicherheit in steigendem Maße durch die innere Induktivität der Drehkondensatoren, die Länge der Verdrahtung vom Meßobjektanschluß zum Drehkondensator  $C_3$  bestimmt. Durch gedrängten Aufbau der Geräte sind diese Einflüsse so klein wie möglich gehalten. Außerdem werden in der Nähe des Bezugswertes  $Z_0 = 60 \Omega$  oder  $75 \Omega$  diese Wirkungen weitgehend ausgeglichen, so daß man auch bei Frequenzen bis  $220 \text{ MHz}$  eine ausreichende Meßgenauigkeit erhält.

AUFBAU DES MESSPLATZES Als Meßspannungsquelle dient ein Meßsender mit einer Ausgangsspannung von etwa 4 V an 60 Ω, z. B. der Meßsender Rel 3 W 56 (S. 58). Die Ausgangsspannung wird hierbei mit einem 800-Hz-Ton getastet, den z. B. der Sendeteil des 800-Hz-Meßsummers und



Abstimmverstärkers Rel 3 R 512 (S. 20) synchronisiert; der Empfangsteil dieses Gerätes kann dann als Meßempfänger angeschlossen werden. Zwischen Sender und Meßbrücke ist ein Tiefpaß, z. B. Rel 3 F 64h (S. 126) zu schalten, damit das Meßergebnis nicht durch Oberwellen verfälscht wird. Der Längskondensator dieses Tiefpasses sperrt auch den aus dem Sender unmittelbar kommenden 800-Hz-Ton.

Zweckmäßige Verbindungsleitungen s. Meßplatzbild.

#### ZUBEHÖR, ABMESSUNGEN UND GEWICHTE

Gegenstand	Bezeichnung	Abmessungen in mm	Gewicht etwa kg	Preis
ANPASSUNGSMESSER 60 Ω (20 bis 220 MHz) .....	Rel 3 R 21 a	250 × 195 × 180	5	
ANPASSUNGSMESSER 75 Ω (20 bis 220 MHz) .....	Rel 3 R 21 c	250 × 195 × 180	5	
<i>Nach Bedarf</i>				
1 Meßstromquelle, z. B. Meßsender (10 bis 400 MHz) .....	Rel 3 W 56	544 × 260 × 277	22	S. 58
1 Meßempfänger, z. B. 800-Hz-Meßsummer und -Abstimmverstärker ..	Rel 3 R 512	550 × 200 × 280	18	S. 20
1 Tiefpaß, z. B. ....	Rel 3 F 64h	50 ∅ × 185	0,45	S. 126
1 koaxiale Verbindungsleitung, z. B. ....	Rel Itg 532a, ... f	200, ... 2000	0,2	} S. 512
mit Übergangstück 6/16 auf 4/13 .....	Rel stp 17 a	—	—	
2 symmetrische Verbindungsleitungen, z. B. ...	Rel Itg 546b	1000	0,2	
Für Meßobjekt-Anschluß:				
1 Verbindungsleitung 6/16, 60 Ω, z. B. ....	Rel Itg 555 a	300	0,5	
1 Verbindungsleitung 2,5/6, 75 Ω, z. B. ....	Rel Itg 592 a	300	0,2	

**Reflexionsfaktormesser**

Rel 3 R 29

50 bis 1000 MHz

**ANWENDUNG** Der Reflexionsfaktormesser dient im Frequenzbereich 50 bis 1000 MHz zum schnellen Bestimmen von Reflexionsfaktoren. Er mißt nach Art der NF-Schaltungen für Fehlerdämpfungs-Messungen den Reflexionsfaktor als Verhältnis von Brückenausgangs- zur Brückeneingangsspannung. Der in NF-Schaltungen übliche Symmetrie-Übertrager ist in diesem Fall als Topfkreis ausgebildet (s. Bild auf S. 2).



**B**

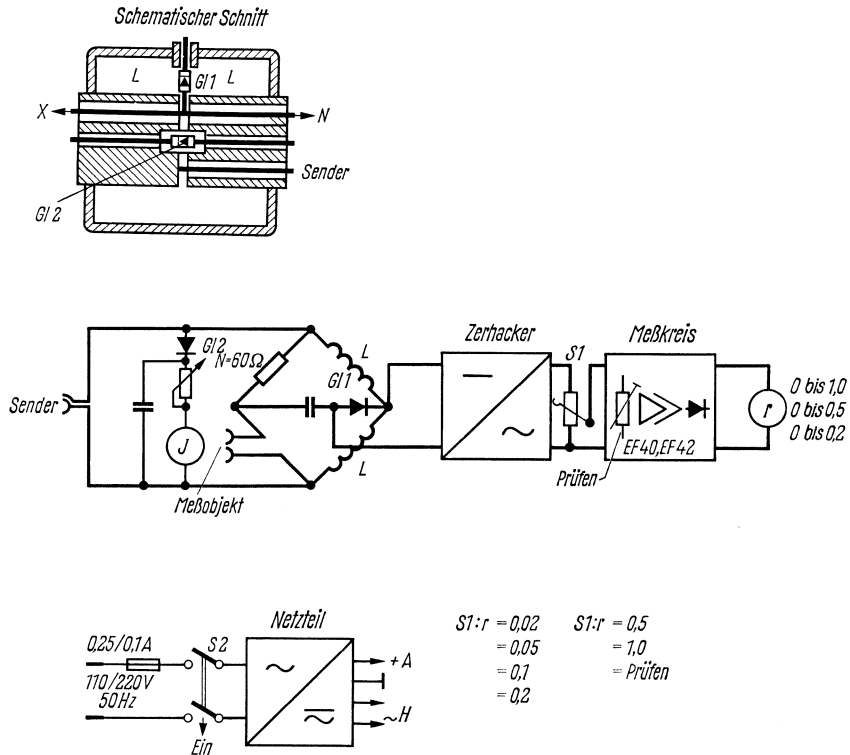
Gegenüber anderen Verfahren und Geräten, z.B. Richtungskopplern, hat der Reflexionsfaktormesser den Vorzug eines größeren Frequenzumfanges und einer höheren Genauigkeit; gegenüber den Verfahren mit Meßleitungen erhält man hier das Meßergebnis schneller und ohne Umrechnung. Änderungen am Meßobjekt lassen sich genau verfolgen, so daß sich z.B. beim Abgleich von Filtern unmittelbar beobachten läßt, wann der Reflexionsfaktor einen Kleinstwert erreicht. Außerdem kann beim Verändern der Sendefrequenz die Frequenzabhängigkeit des Reflexionsfaktors sofort abgelesen werden. Das Gerät ist also gut zur Untersuchung der Anpassungsverhältnisse in Übertragungsanlagen geeignet, z.B. von Leitungen (s. Bild auf S. 152), Antennen, Filtern, Verstärkern, Abschlußwiderständen usw. Es ist für die Steckverbindung 6/16 (Kab stv 2) eingerichtet. Das eingebaute Vergleichsnorm Rel 3 B 37 hat einen Wellenwiderstand von 60  $\Omega$ .

Die Betriebsspannungen für den Anzeigekreis liefert über den eingebauten Netzteil das Wechselstromnetz 110/220 V.

**KENNWERTE**

- Frequenzbereich ..... 50 bis 1000 MHz
- Meßbereich des Reflexionsfaktors  $r$ ,
  - einstellbar in fünf Schritten ..... 0,02; 0,05; 0,1; 0,2; 0,5; 1
  - kleinster ablesbarer Wert ..... 0,005
- Meßunsicherheit .....  $\pm (0,005 + 0,1 r^2)$
- Eingebautes Vergleichsnorm ..... 60  $\Omega$
- Anschluß für Meßsender und Meßobjekt ... Buchsenteil der Steckverbindung 6/16
- Netzanschluß ..... 110/220 V  $\pm 10\%$ ; 42 bis 60 Hz; etwa 20 VA

**ARBEITSWEISE** Der Reflexionsfaktormesser besteht aus einer UHF-Brückenordnung, einem Zerhacker und einem Verstärker mit Anzeigekreis. Die Brücke setzt sich zusammen aus zwei festen Induktivitäten  $L$  — dem Frequenzbereich entsprechend von einem symmetrischen Topfkreis gebildet —, einem Normalwiderstand  $N$  und dem Meßobjekt  $X$ . Zum Anschließen des Senders und des Meßobjektes dienen koaxiale Buchsen. Als Normalwiderstand ist ein Abschlußwiderstand  $60 \Omega$  mit einem Reflexionsfaktor  $\leq 0,003$  ausgesucht und im Inneren des Gerätes eingesetzt.



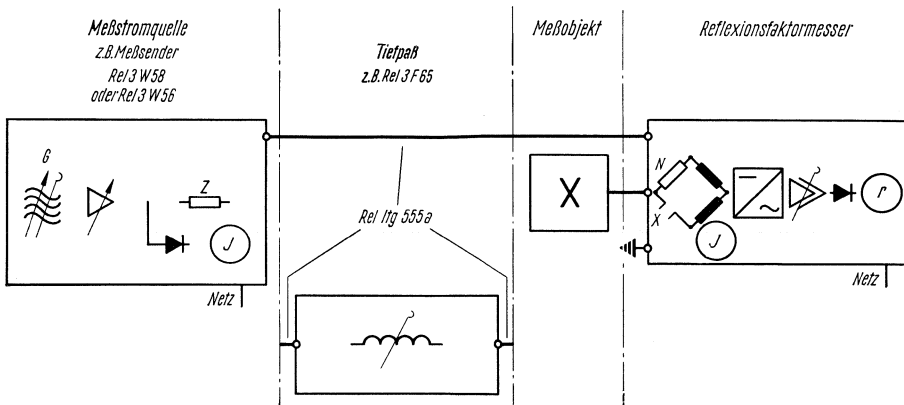
Die Brückenausgangsspannung wird am Verbindungspunkt Normal und Meßobjekt in der Symmetrieebene des Topfes ausgekoppelt, von einem Richtleiter gleichgerichtet und dem Zerhacker zugeführt. Die untere Frequenzgrenze des Gerätes ergibt sich aus der induktiven Belastung des verwendeten Senders, die obere aus dem notwendigen Abstand von der Eigenresonanz des Topfes. Das Zerhackerrelais formt die gleichgerichtete Brückenausgangsspannung in eine Wechselspannung von 50 Hz um. Diese gelangt über einen Übertrager und den Meßbereichschalter  $S1$  an einen stabilisierten zweistufigen Verstärker, dessen Verstärkungsziffer in der Prüfstellung von  $S1$  mit Hilfe einer geregelten Prüfspannung einstellbar ist.

Die Ausgangsspannung wird gleichgerichtet und an einem empfindlichen, unmittelbar in Reflexionsfaktoren geeichten Drehspulinstrument  $r$  angezeigt. Der Brückenrichtleiter arbeitet infolge des großen Meßumfanges sowohl im quadratischen als auch linearen Teil seiner Kennlinie. Durch eine besondere Gleichrichterschaltung im Anzeigekreis ergibt sich für den gesamten Meßbereich eine einheitliche quadratische Skalenteilung.

Geeicht wird bei  $r=1$  (Leerlauf- oder Kurzschlußmessung) durch Einstellen der Brückeneingangsspannung. Diese muß während der nachfolgenden Messungen mit Hilfe des Senders konstant gehalten werden. Zur Überwachung dient der Spannungsmesser im Eingangskreis, der aus dem Richtleiter  $GI 2$ , dem Instrument  $J$  und einem Regler besteht.



**AUFBAU DES MESSPLATZES** Für Messungen im Frequenzbereich 50 bis 400 MHz wird als Meßstromquelle z. B. der Meßsender Rel 3 W 56 (S. 58) eingesetzt, im Bereich darüber (300 bis 1000 MHz) z. B. der Meßsender Rel 3 W 58 (S. 60). Um Fehlmessungen durch Oberwellen des



Meßsenders zu vermeiden, empfiehlt es sich, einen Tiefpaß, z. B. Rel 3 F 65 (S. 128) zwischen Sender und Reflexionsfaktormesser zu schalten. Ein besonderer Meßempfänger wird nicht benötigt. Zweckmäßige Verbindungsleitungen s. Meßplatzbild.

**B 5**

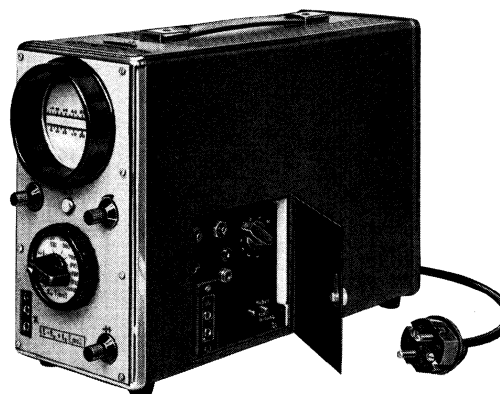
**ZUBEHÖR, ABMESSUNGEN UND GEWICHTE**

Gegenstand	Bezeichnung	Abmessungen in mm	Gewicht etwa kg	Preis
<b>REFLEXIONSAKTORMESSER</b> (50 bis 1000 MHz) .....	Rel 3 R 29	550 × 232 × 280	20	
<i>Zubehör</i>				
je 1 Röhre .....	EF 40, EF 42	—	—	
1 Abschlußwiderstand 60 Ω, eingebaut .....	Rel 3 B 37	80 × 32 ∅	0,22	
3 Schmelzeinsätze (2 als Ersatz)				
0,1 A für 220 V .....	0,1/250 DIN 41571	—	—	
0,25 A für 110 V .....	0,25/250 DIN 41571	—	—	
1 Signallampe 12 V .....	T lp 2 c	—	—	
1 Kurzschlußdeckel .....	Rel msbr 42 Tz 84	—	—	
<i>Nach Bedarf</i>				
1 Meßstromquelle, z. B.				
Meßsender (10 bis 400 MHz) .....	Rel 3 W 56	550 × 266 × 280	23	S. 58
oder				
Meßsender (300 bis 1000 MHz) .....	Rel 3 W 58	550 × 368 × 375	50	S. 60
1 Tiefpaß (0 bis 1000 MHz), z. B. ....	Rel 3 F 65	405 × 198 × 280	13	S. 128
Verbindungsleitungen, z. B. ....	Rel ltg 555a	300, ... 4000	0,6	S. 512

## Echograph für Fehlerortung an Fernsprechleitungen

Rel 3 L 93

**ANWENDUNG** Dieses Gerät, das nach dem Prinzip der Impulsecho-Auswertung arbeitet, dient zur Fehlerortung an koaxialen und symmetrischen Fernsprechleitungen. Es können Freileitungen bis zu 400 km Länge und Kabel je nach Kabeltyp bis 20 oder bis 40 km Länge untersucht werden. Mit dem Gerät lassen sich Kurzschlüsse, Erdschlüsse und Aderunterbrechungen feststellen, ebenso Wellenwiderstands-Abweichungen von 10 bis 25% je nach Leitungstyp bei größter Entfernung erfassen, so daß Leitungsstörungen bei noch ausreichend gutem Betrieb der meisten Fernsprech-Systeme erkannt werden können, bevor die Verbindung ausfällt. Außerdem sind kurzzeitige Fehler, z. B. Wackelkontakte, leicht erkennbar.



An Fernsprechkabeln ist auch bei alladrigen Nebenschlüssen und Unterbrechungen eine Ortung möglich, die z. B. bei Gleichstrom-Messungen nur mit großem Aufwand und ungenau durchgeführt werden kann. Ein weiterer Vorzug des Gerätes ist die Möglichkeit, mehrere gleichzeitig in verschiedenen Entfernungen auftretende Fehler zu bestimmen. Es wird dabei zuerst immer der zunächst liegende angezeigt; zumindest nach dessen Beseitigung sind dann auch die weiteren erkennbar. Die Gleichstrom-Messung würde in diesem Fall u. U. einen Mittelwert aus mehreren Fehlerentfernungen ergeben.

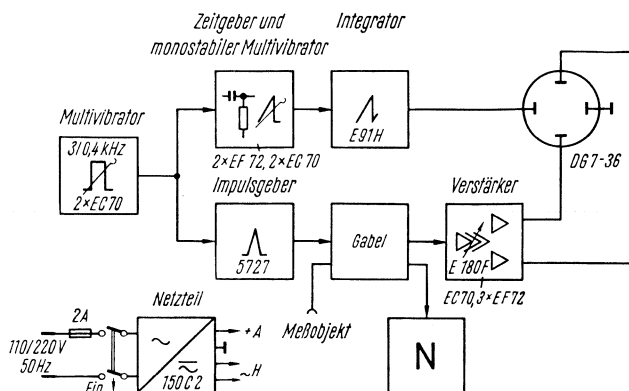
Die Genauigkeit der Messung reicht aus, um an Freileitungen bis auf etwa zwei Mastfelder an den Fehler heranzukommen. Durch das Anklämmen eines Fernsprechapparates wird eine Hilfs-Stoßstelle festgelegt, die die Ortung bis auf die unmittelbare Umgebung des Fehlers genau durchzuführen gestattet. Bei Leitungen, die für behelfsmäßigen Einsatz aus einzelnen Fabrikationslängen mit Kupplungsstücken zusammengesetzt sind, läßt sich die gestörte Länge oder die schadhafte Kupplung sofort angeben. Bei Erdkabeln ist der Fehlerort aus großer Entfernung auf 30 bis 50 m genau bestimmbar. Da fast immer Reflexionsstellen in Form von Verteilern oder Muffen bekannter Entfernung auf dem Schirmbild erscheinen, kann die Genauigkeit noch wesentlich erhöht werden. Das Gerät zeichnet sich durch einfache Bedienung und durch hohe Konstanz der Entfernungseichung aus.

Die Betriebsspannungen liefert über den eingebauten Netzteil das Wechselstromnetz 110/220 V.

### VORLÄUFIGE KENNWERTE

Sendeimpuls, Anstiegszeit .....	etwa 0,3 $\mu$ s
Größte Reichweite	
auf Kabeln .....	150 $\mu$ s
entsprechend einer Entfernung je nach Kabeltyp .....	von etwa 10 bis 20 km
auf Freileitungen .....	1400 $\mu$ s
entsprechend einer Entfernung .....	von etwa 200 km
Erkennbare Z-Abweichung je nach Leitungstyp .....	10 bis 25%
Ortungsunsicherheit	
auf Kabeln bei Laufzeiten $> 5 \mu$ s .....	$< 0,5 \mu$ s; etwa 30 bis 80 m
bei Laufzeiten $< 5 \mu$ s .....	$< 0,2 \mu$ s; etwa 15 bis 30 m
auf Freileitungen .....	$< 3 \mu$ s; etwa 450 m
Diese Werte lassen sich auf Bruchteile verkleinern, wenn bekannte Reflexionsstellen (Muffen usw.) im Schirmbild erscheinen, was fast immer der Fall ist	
Netzanschluß .....	110/220 V $\pm 10\%$ ; 40 bis 60 Hz; etwa 80 VA

**ARBEITSWEISE** Eine Gabelschaltung gibt den Sendepuls an die zu messende Leitung und die zurückkommenden Echos über einen Verstärker an die Vertikalplatten einer Kathodenstrahlröhre. Die Zeitablenkung läuft synchron mit dem Sendepuls und liefert in einer bestimmten Einstellung ein Übersichtsbild über den gesamten Meßbereich. Außerdem sind Teilbereiche der Gesamt-



ablenkung von je  $15 \mu\text{s}$  für Kabel oder je  $70 \mu\text{s}$  für Freileitungen wählbar, die durch eine besonders stabile Schaltung genau um jeweils einen Teilbereich weitergeschaltet werden können. Die Gesamtzeit ergibt sich dann aus der Anzahl der Schalterstellungen und der Anzeige auf dem geeichten Schirm der Kathodenstrahlröhre. Die Entfernung des Fehlers in Metern erhält man aus der abgelesenen Zeit durch Multiplikation mit der bekannten oder mit dem Gerät leicht bestimmbareren Fortpflanzungsgeschwindigkeit  $v$  nach der Formel:

$$\frac{l}{\text{m}} = \frac{v}{\frac{\text{m}}{\mu\text{s}}} \cdot \frac{t}{\mu\text{s}}$$

**AUFBAU DES MESSPLATZES** Das Gerät benötigt keinerlei Zubehörräte, so daß sich das Aufbauen des Meßplatzes darauf beschränkt, das Meßobjekt anzuschließen, z. B. mit einer Verbindungsleitung Rel Itg 547 (s. S. 512).

**ZUBEHÖR, ABMESSUNGEN UND GEWICHTE**

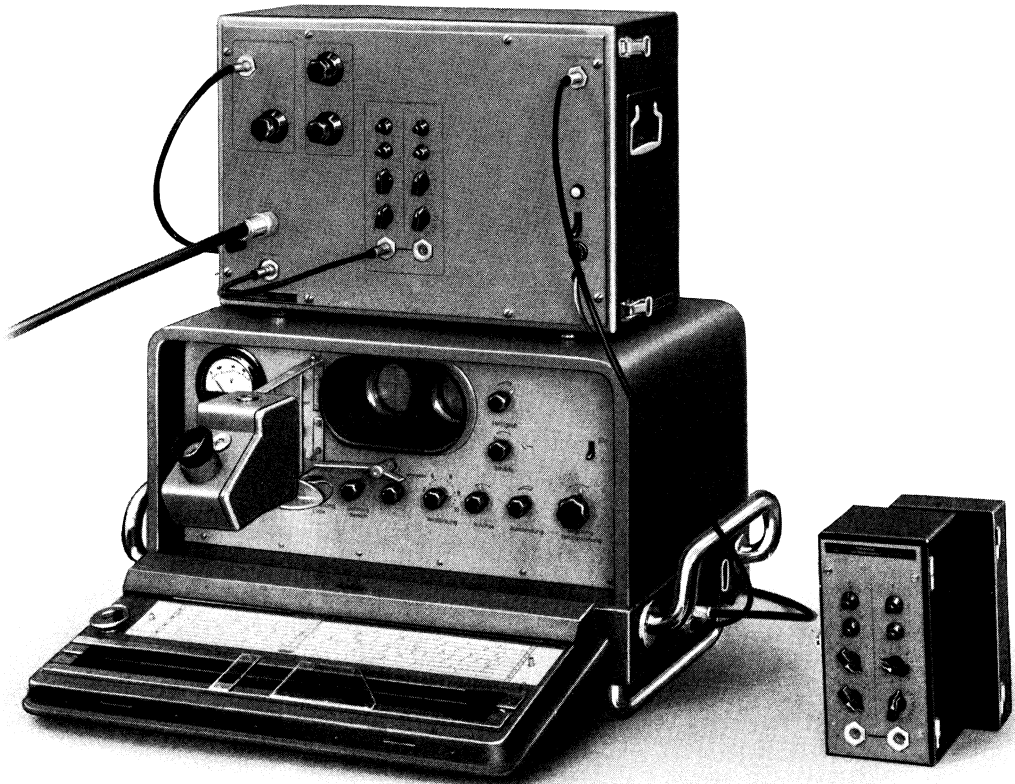
Gegenstand	Bezeichnung	Abmessungen in mm	Gewicht etwa kg	Preis
ECHOGRAPH FÜR FEHLERORTUNG AN FERNSPRECHLEITUNGEN .....	Rel 3 L 93	124×226×324	6,5	
<i>Zubehör</i>				
1 Kathodenstrahlröhre .....	DG 7—36	—	—	
je 5 Röhren .....	EC 70, EF 72	—	—	
je 1 Röhre .....	E 180 F, E 91 H, 5727	—	—	
1 Stabilisator .....	150 C 2	—	—	
1 Signallampe 12 V .....	T lp 2c	—	—	
3 Schmelzeinsätze 2 A (2 als Ersatz) .....	2 C DIN 41 571	—	—	
<i>Nach Bedarf</i>				
1 Verbindungsleitung, z. B. ....	Rel Itg 547a,... e	250,...2000	0,2	S. 512

**B 5**

## Meßplatz für Fehlerortung an Koaxialkabeln

Rel 33 K 115

**ANWENDUNG** Dieser nach dem Reflexions-Meßverfahren arbeitende Meßplatz (s. auch Bild auf S. 528) dient zum Bestimmen von Wellenwiderstands-Abweichungen koaxialer Leitungen für Vielfach-Fernsprechen und Fernseh-Übertragungen (CCIF-Koaxialkabel,  $75 \Omega$ ). Koaxiale Leitungen



mit anderem Wellenwiderstand können ebenfalls untersucht werden, erfordern aber andere Nachbildungen. Durch einen entfernungsabhängigen Ausgleich des Frequenzganges der Kabeldämpfung wird die Fehlergröße unmittelbar, also ohne Eichung mittels künstlich eingefügter Fehler, gemessen. Mit dem Meßplatz lassen sich somit um 0,2 bis zu 5 km, d.h. über das halbe normale Verstärkerfeld von 9 km hinaus entfernte Fehlerorte erkennen, ferner Unstimmigkeiten bis zur Größe von wenigen Tausendstel des Wellenwiderstandes auch in ihrer Art als punktförmige Wellenwiderstands-Änderungen (Kapazitäts- oder Induktivitäts-Überschuß in Muffen oder Quetschstellen) oder über eine gewisse Kabelstrecke anhaltende Wellenwiderstands-Änderungen (Fabrikationslänge mit abweichendem Wellenwiderstand oder vertauschte Koaxialleiter). Bei Fehlern in einer Entfernung von mehr als 5 km ist noch der Ort bestimmbar, die Fehlergröße jedoch nicht mehr genau meßbar.

Mit einer Nachzeichen-Einrichtung läßt sich das Lupenbild von der Kathodenstrahlröhre so auf einen Papierstreifen übertragen, daß ein vollständiges und genaues Bild über der gesamten Kabellänge entsteht. Dieser Streifen stellt eine Archivunterlage dar, die beim Vergleich mit späteren Messungen auch kleine Veränderungen erkennen läßt.

Die Betriebsspannungen liefert über die eingebauten Netzteile das Wechselstromnetz 220 V.

## KENNWERTE

### *Reflektograph:*

#### Sendeimpuls:

Spannung an 75 $\Omega$ .....	etwa 90 V <sub>SS</sub>
Anstiegszeit .....	etwa 0,13 $\mu$ s
Abfallzeit .....	etwa 20 $\mu$ s
Folgefrequenz je nach Zeitablenkung (Leitungslänge) .....	450 oder 900 Hz

#### Sichtgerät:

Eingangswiderstand .....	etwa 100 k $\Omega$ parallel 100 pF
Übersichtsbild, größte unverzerrte Höhe .....	20 mm
Breite .....	etwa 70 mm
Lupenbild, größte unverzerrte Höhe .....	30 mm
Breite .....	etwa 70 mm

#### Meßbereiche für horizontale Vollausslenkung des *Übersichtsbildes*,

in sieben Schritten .....	z.B. 10,5   15   25   47   72   125   240   330 $\mu$ s	
entsprechende Leitungslänge		
für CCIF-Koaxialkabel .....	z.B. 1,5   2,2   3,6   6,8	km
kleinster ablesbarer Wert .....		0,1 $\mu$ s entsprechend 10 m

#### Meßbereiche für horizontale Vollausslenkung des *Lupenbildes*

jeweils .....	etwa 10% des Übersichtsbildes
mit Zeitbrücke über gesamte Breite des Übersichtsbildes verschiebbar	
Länge der Zeitbrückenskale .....	etwa 400 mm
Unsicherheit der Längenablesung, bezogen auf das Skalenende .....	0,1 bis 0,4%
Netzanschluß .....	220 V $\pm$ 10%; 48 bis 52 Hz; etwa 370 VA

### *Vorverstärker Rel 3 L 92:*

#### Widerstandsgabel:

Widerstand des Impulseinganges .....	75 $\Omega$
Gabelsperrdämpfung für Frequenzen < 10 MHz .....	etwa 7 N

#### Vorverstärker:

Entzerrung der Kabeldämpfung,	
umschaltbar in fünf Bereichen .....	0 bis 1; ... 4 bis 5 km
durchgeführt für .....	0,5; 1,5; 2,5; 3,5; 4,5 km

#### Kleinster Eichwert für die Fehlergröße:

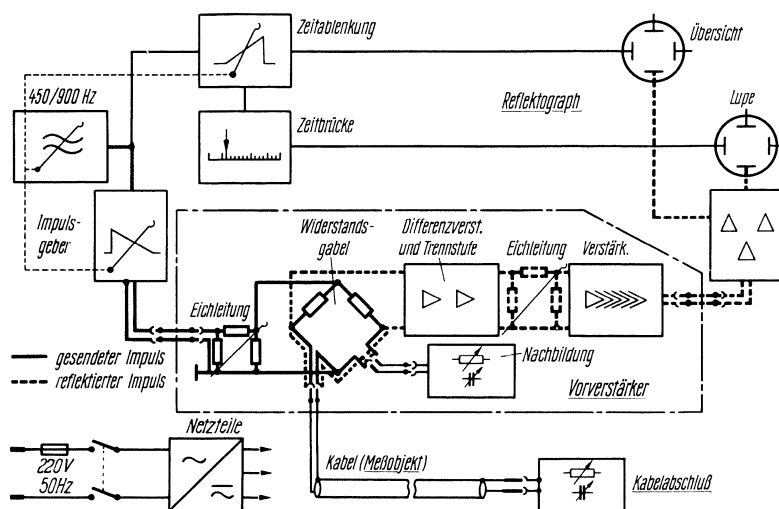
Reflexionsfaktor .....	$r = 0,25 \text{ ‰}/5 \text{ mm Lupenhöhe}$
Kapazitätsüberschuß .....	$\Delta C = 1,5 \text{ pF}/5 \text{ mm Lupenhöhe}$
Meßunsicherheit für die Fehlergröße .....	< $\pm 20 \%$
Netzanschluß .....	220 V $\pm 10 \%$ ; 48 bis 52 Hz; etwa 80 VA

### *Kabelnachbildung und Kabelabschluß Rel 3 L 312:*

Verlauf des Wellenwiderstandes entsprechend .....	CCIF-Koaxialleitung 2,6/9,5
Eingangs-Restimpuls nach Abgleich .....	< $10^{-4}$

ARBEITSWEISE Gibt man auf eine mit ihrem Wellenwiderstand abgeschlossene Leitung eine Impulsfolge mit steiler Anstiegsflanke, so wird an jeder Stoßstelle ein der Größe der Unstetigkeit entsprechender Teil reflektiert, der nach einer durch Leitungsaufbau und -länge bestimmten Lauf-

zeit zum Eingang zurückkommt. Der Reflektograph bildet alle an den Leitungsanfang zurückkommenden Impulse auf einer Kathodenstrahlröhre (Übersicht) so ab, daß die Abszisse ein Maß für die Laufzeit und damit für die durchlaufene Leitungslänge ist, die Ordinate hingegen ein Maß für die Größe des Reflexionsfaktors. Auf einer zweiten Kathodenstrahlröhre (Lupe) können beliebige Ausschnitte mit etwa zehnfacher Zeitdehnung zur genaueren Ausmessung eingestellt werden. Zur Erreichung eines genauen Gleichlaufes steuert ein Tonfrequenz-Oszillator gleichzeitig den Impulsgeber und die Zeitablenkung. Er arbeitet je nach Gesamtlaufzeit (Leitungslänge) mit 450 oder 900 Hz. Der Impulsgeber erzeugt den sägezahnähnlichen Sendepuls mit kurzem Anstieg und



langem Rücken. Ein solcher Impuls erzeugt für Wellenwiderstands-Abweichungen, die im Verhältnis zur Impulslänge kurz sind, ein Reflexionsbild, das dem durch eine Sprungfunktion hervorgerufenen weitgehend gleicht. Die reflektierte Vorderflanke des Impulses gibt daher unmittelbar ein Abbild von Art und Größe der Wellenwiderstands-Abweichung.

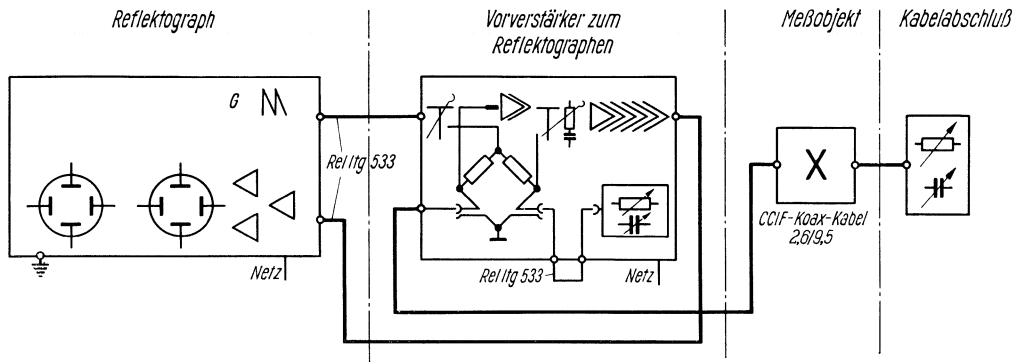
Im Gerät Rel 3 L 92 gelangt dieser Sendepuls über zwei veränderbare Eichleitungen zur Widerstandsgabel, in der die reflektierten Impulse vom Sendepuls getrennt und dem Empfänger zugeführt werden. Diese Gabel wirkt als Brückenschaltung, die aus zwei gleich großen Widerständen, dem zu messenden Kabel und dessen Nachbildung besteht. Bei abgeglichenen Brücke liegt der Sendepuls mit seiner halben Spannung am Kabel, während die am Empfänger angeschlossenen Diagonalpunkte untereinander keine vom Sendepuls herrührende Spannungsdifferenz haben; der Empfänger wird also vom Sendepuls nicht angesteuert. Dagegen ergeben die reflektierten Impulse zwischen diesen Punkten eine Spannungsdifferenz, die der natürlichen Reflexionsgröße entspricht und die über den Differenzverstärker, eine Trennstufe, eine Eichleitung sowie den siebenstufigen, sehr gut stabilisierten Vorverstärker an den Reflektographen gelangt. Die Eichleitung ergibt in den einzelnen Stellungen zusammen mit dem Verstärker einen Anstieg der Verstärkung, der dem Dämpfungsanstieg des CCIF-Kabels 2,6/9,5 für fünf Fehlerortsendfernungen entspricht und so das Echobild entzerrt.

In der Zeitablenkungsschaltung wird die je nach Laufzeit-Meßbereich umschaltbare Kippspannung für die horizontale Auslenkung des Übersichtsbildes erzeugt. Die horizontale Ablenkung für die Lupe wird aus dieser Kippspannung durch die Zeitbrücke abgeleitet. Mit dieser spannungsunabhängigen Schaltanordnung läßt sich die etwa zehnfach gedehnte horizontale Ablenkung der Lupe über den jeweiligen Bereich des Übersichtsbildes zeitlich verschieben. Mit ihr ist ein im Deckel untergebrachter Läufer verbunden, der auf einer etwa 400 mm langen Skale die Verschiebung des Lupenbildes (bezogen auf die Mittelsenkrechte) gegen den Leitungsanfang in Mikrosekunden, für das CCIF-Koaxialkabel 2,6/9,5 auch in Kilometer, mit großer Genauigkeit abzulesen

gestattet. Der auf der Lupe abgebildete Ausschnitt läßt sich im Übersichtsbild durch Dunkelsteuerung kennzeichnen.

Die im Vorverstärker eingebaute Nachbildung und der Kabelabschluß für das ferne Leitungsende sind gleich aufgebaut. Bei richtiger Einstellung ergibt sich ein Scheinwiderstandsverlauf, der vom Wellenwiderstandsverlauf eines CCIF-Koaxialkabels 2,6/9,5 um höchstens  $\pm 0,5\%$  abweicht.

**AUFBAU DES MESSPLATZES** Reflektograph, Vorverstärker und Kabelabschluß bilden einen in sich abgeschlossenen Meßplatz, für den also keine weiteren Geräte erforderlich sind. Seinen Einsatz in einem Montagezelt zeigt das Bild auf S. 528. Zweckmäßige Verbindungsleitungen s. Meßplatzbild.



#### ZUBEHÖR, ABMESSUNGEN UND GEWICHTE

Gegenstand	Bezeichnung	Abmessungen in mm	Gewicht etwa kg	Preis
<b>MESSPLATZ FÜR FEHLERORTUNG AN KOAXIALKABELN</b> .....				
bestehend aus:				
REFLEKTOGRAPH .....	Reflektograph III	640 × 365 × 390	71	
VORVERSTÄRKER .....	Rel 3 L 92	550 × 368 × 280	33	
KABELABSCHLUSS .....	Rel 3 L 312	137 × 266 × 180	3	
<i>Zubehör</i>				
9 Röhren .....	C 3g	—	—	
je 6 Röhren .....	EZ 12, EL 12 spez.	—	—	
je 2 Röhren .....	EC 50, EDD 11, RFG 5	—	—	
je 1 Röhre .....	EZ 11, EL 11, ECH 11, C 30	—	—	
2 Kathodenstrahlröhren .....	LB 8	—	—	
1 Stabilisator .....	StV 75/15	—	—	
1 Stabilisator .....	StV 150 C 2	—	—	
3 Glimmlampen .....	Osram Zma Nr.753 800	—	—	
1 Signallampe 12 V .....	T lp 2c	—	—	
3 Verbindungsleitungen 75 Ω .....	Rel Itg 533a,...f	300,...2000	0,2	S. 512
Verschiedene Schmelzeinsätze .....	—	—	—	
<i>Nach Bedarf</i>				
1 Nachzeichen-Einrichtung .....	—	—	—	
1 Verbindungsleitung zum Meßobjekt .....	auf Anfrage	—	—	

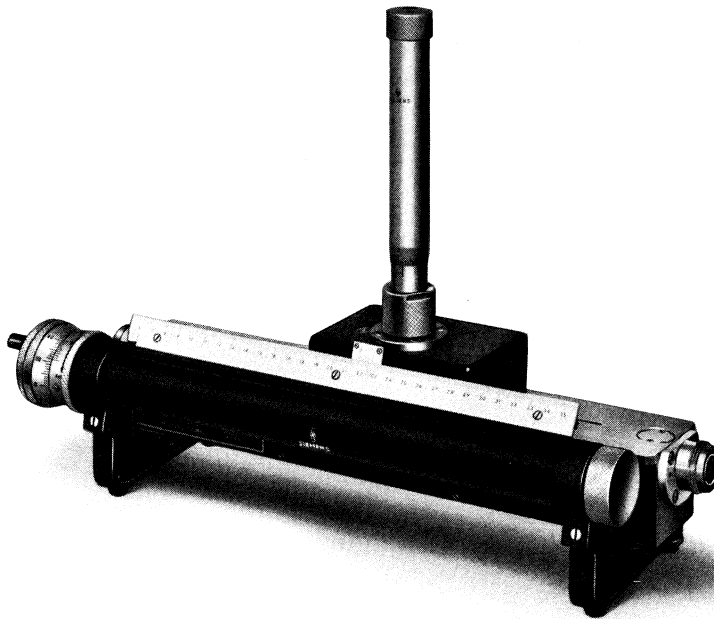
**B 5**

## Meßleitung 6/16

Rel 3 R 221

0,4 bis 8,5 GHz

**ANWENDUNG** Diese koaxiale Meßleitung ermöglicht ein genaues Messen reeller und komplexer Widerstände im Mikrowellen-Bereich, ferner die Bestimmung von Vierpolkonstanten, Dämpfungen und Materialeigenschaften, z.B. der Dielektrizitätskonstante, der Permeabilität, des Verlustwinkels und des Oberflächenwiderstandes. Die Meßleitung dient außerdem zum genauen Abgleich von Bauteilen auf einen gewünschten Wellenwiderstand.



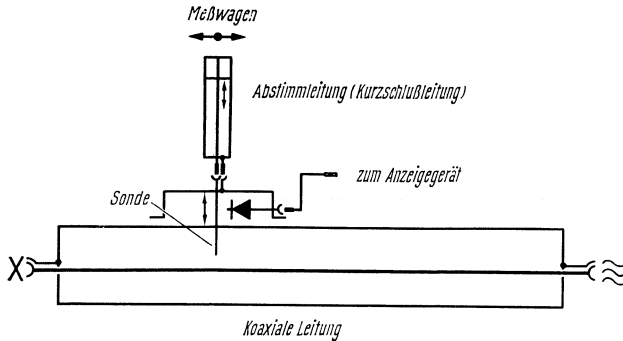
### KENNWERTE

Frequenzbereich .....	0,4 bis 8,5 GHz
Wellenwiderstand .....	$60 \Omega \pm 0,5\%$
Reflexionsfaktor der Stütze auf der Meßobjektseite, zwischen 0,6 und 5 GHz .....	$\leq 0,01$
Unsicherheit der ausgekoppelten Spannung längs der Meßstrecke .....	etwa $\pm 1\%$
Länge der Meßstrecke .....	250 mm
Einstellunsicherheit der Meßsonde .....	$\pm 0,01$ mm
Anschlüsse .....	Buchse 6/16 der koaxialen Steckverbindung Kab stv 2

**ARBEITSWEISE** Die Meßleitung besteht im wesentlichen aus einer koaxialen Leitung, einem Meßwagen mit Sonde und aufsetzbarer Abstimmleitung und dem Wagenantrieb. Der Außenleiter der koaxialen Leitung ist mit einem Schlitz versehen, in den die Meßsonde eintaucht. Durch Verschieben der Sonde längs der Meßstrecke tastet man das elektrische Feld entlang der Leitung ab. Die ausgekoppelte HF-Spannung wird gleichgerichtet und von einem Außen-Instrument angezeigt. Störspannungen können nicht eindringen (Dämpfung im ungünstigsten Fall noch  $> 40$  db).

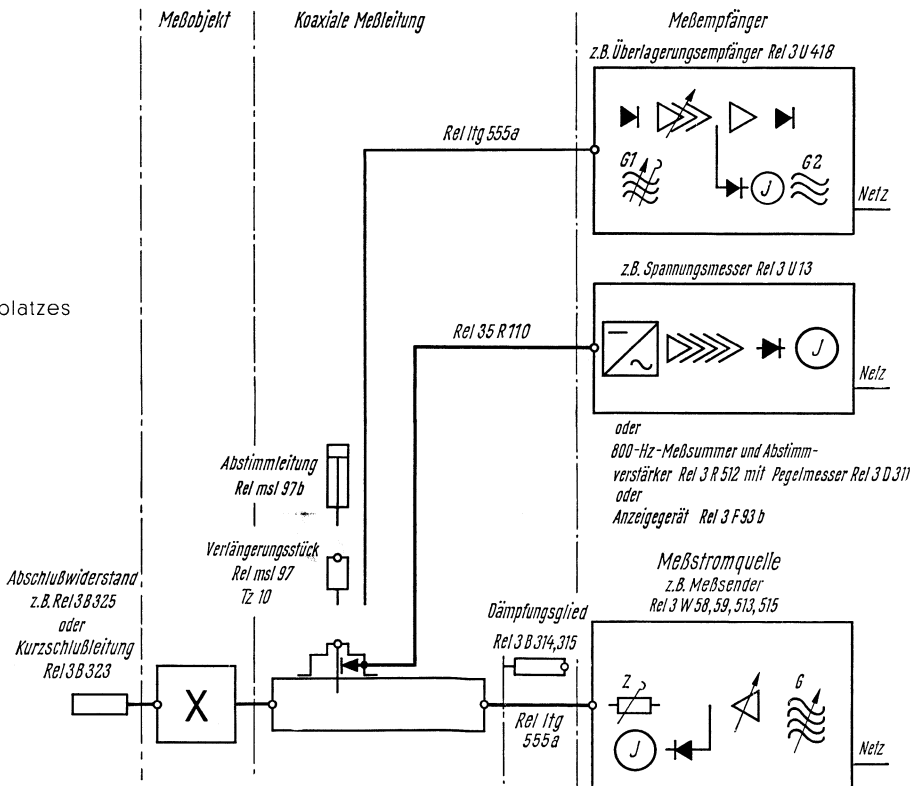


Die Empfindlichkeit der Sonde kann durch Abstimmen auf Resonanz wesentlich gesteigert werden; dazu dient eine veränderbare Abstimmleitung. Die Eintauchtiefe der Sonde lässt sich verstellen und damit die Ankopplung verändern. Bei Messungen mit einem Überlagerungsempfänger wird die Abstimmleitung abgenommen und an ihrer Stelle der Empfängereingang unmittelbar mit der Sonde verbunden.



Der Meßwagen — über eine Spindel angetrieben — läuft leicht und spielfrei und ohne zu verkanten. Zum Schutz des Antriebes beim Transport und zur langsamen Verschiebung des Wagens ist eine Bremse vorgesehen; sie kann für schnelles Messen durch einen Drehhebel gelöst werden. Die Spindel trägt eine hundertfach unterteilte Trommel. Eine Umdrehung der Spindel entspricht einer Verschiebung des Wagens um 10 mm. Zusätzlich unterteilt ein Nonius den Abstand zwischen zwei Teilstrichen zehnmals. Die Teilung auf der Trommel lässt sich verdrehen, damit sie mit dem um 10 mm verstellbaren Maßstab in günstige Übereinstimmung gebracht werden kann.

Aufbau des Meßplatzes



AUFBAU DES MESSPLATZES Als Meßstromquelle sind z. B. geeignet: Für den Frequenzbereich bis 1000 MHz der Meßsender Rel 3 W 58 (S. 60), für 1,6 bis 2,7 GHz der Meßsender Rel 3 W 59 (S. 63), für 2,4 bis 4,5 GHz der Meßsender Rel 3 W 513 (S. 66) und für 4,4 bis 8,5 GHz der Meßsender Rel 3 W 515 (S. 69).

Als Meßempfänger reicht für viele Messungen ein empfindliches Drehspulinstrument, z. B. Rel 3 F 93 b, aus. Bei größeren Fehlanpassungen und bei Vierpolmessungen muß der Sender durch Einfügen eines Dämpfungsgliedes, z. B. Rel 3 B 314 oder 315 (S. 144), genügend entkoppelt werden. Der Leistungsverlust macht eine Verstärkung der Anzeige erforderlich. Dazu ist es günstig, die Messung mit modulierter Hochfrequenz durchzuführen. Für die Spannungsanzeige wird dann ein Pegelmesser, z. B. Rel 3 D 311 (S. 275), mit einem vorgeschalteten 800-Hz-Abstimmverstärker verwendet, z. B. Rel 3 R 512 (S. 20); dieser Verstärker liefert auch eine 800-Hz-Modulationsspannung, falls der Sender keine Eigenmodulation hat. Für Messungen mit unmodulierter Hochfrequenz dient ein Gleichspannungsverstärker, z. B. Rel 3 U 13 (S. 422), oder der Überlagerungsempfänger Rel 3 U 418 (S. 466), der an Stelle der Abstimmleitung angeschlossen wird.

Zweckmäßige Verbindungsleitungen und anderes Zubehör s. Meßplatzbild.

#### ZUBEHÖR, ABMESSUNGEN UND GEWICHTE

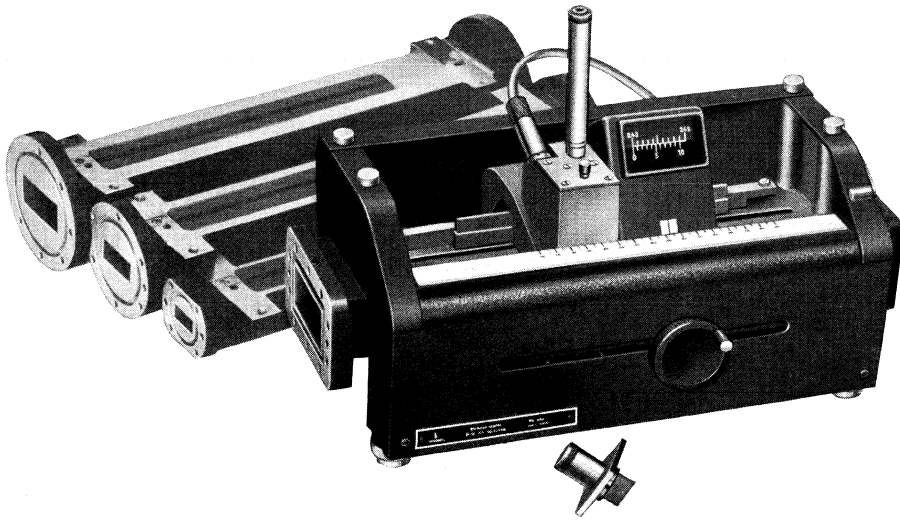
Gegenstand	Bezeichnung	Abmessungen in mm	Gewicht etwa kg	Preis
MESSLEITUNG 6/16 (0,4 bis 8,5 GHz) .....	Rel 3 R 221	450 × 310 × 130		
<i>Zubehör</i>				
1 Transportkasten .....	Rel gh 344 a	480 × 160 × 200	8	
1 Schutzhülle .....	—	—		
1 Abstimmleitung .....	Rel msl 97 b	—		
dazu				
1 Verlängerungsstück (0,8 bis 1,2 GHz) .....	Rel msl 97 Tz 10	—		
1 Verbindungsleitung .....	Rel 35 R 110	—		
<i>Nach Bedarf</i>				
1 Meßstromquelle, z. B. Meßsender für				
0,3 bis 1 GHz .....	Rel 3 W 58	550 × 368 × 375	50	S. 60
1,6 bis 2,7 GHz .....	Rel 3 W 59	550 × 368 × 375	40	S. 63
2,4 bis 4,5 GHz .....	Rel 3 W 513	550 × 368 × 400	50	S. 66
4,4 bis 9,1 GHz .....	Rel 3 W 515/913	—	—	S. 69
1 Meßempfänger z. B.				
Anzeigegerät .....	Rel 3 F 93 b	170 × 120 × 90	1,5	
800-Hz-Meßsummer und -Abstimmverstärker ..	Rel 3 R 512	550 × 200 × 280	18	S. 20
Pegelmesser — 4/+ 3,5 N (30 bis 20000 Hz) ...	Rel 3 D 311	550 × 266 × 280	20	S. 275
Überlagerungsempfänger (170 bis 5000 MHz) ...	Rel 3 U 418	550 × 368 × 280	25	S. 466
Spannungsmesser 0,2/2 m V- (10 bis 5000 MHz) .	Rel 3 U 13	550 × 266 × 280	28	S. 422
1 Abschlußwiderstand 600 Ω (0 bis 5 GHz).....	Rel 3 B 325	85 × 35 ∅	0,24	S. 505
1 Dämpfungsglied (0 bis 5 GHz)				
10 db .....	Rel 3 B 314	65 × 30 ∅	0,17	S. 144
20 db .....	Rel 3 B 315	100 × 30 ∅	0,24	
Verbindungsleitungen 6/16 .....	Rel ltg 555 a	300, ... 4000	0,6	S. 512
<i>Für Vierpolmessungen:</i>				
1 Kurzschlußleitung 6/16 (bis 7 GHz) .....	Rel 3 B 323	245 × 26 ∅	1	S. 505

## Hohlleiter-Meßleitung

Rel 3 R 224

2,6 bis 12,4 GHz

**ANWENDUNG** Diese Meßleitung dient zu genauen Widerstands- und Anpassungs-Messungen im Mikrowellen-Bereich 11,5 bis 2,4 cm (2,6 bis 12,4 GHz); sie ermöglicht ferner die Bestimmung von Vierpolkonstanten, z. B. der Dämpfung und des Phasenmaßes. Entsprechend den international genormten und in Funksystemen üblichen Hohlleiter-Querschnitten für die einzelnen Frequenz-Teilbereiche werden fünf Hohlleiter beigegeben, die sich leicht gegeneinander auswechseln lassen.

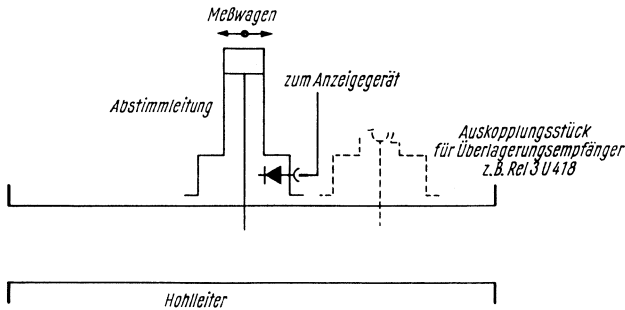


### VORLÄUFIGE KENNWERTE

Frequenzbereich .....	2,6 bis 12,4 GHz
in fünf Teilbereichen mit den Hohlleiter-Querschnitten	
72 mm × 34 mm .....	für 2,60 bis 3,95 GHz
58 mm × 29 mm .....	für 3,30 bis 4,90 GHz
47 mm × 22 mm .....	für 3,95 bis 5,85 GHz
34 mm × 15 mm .....	für 5,85 bis 8,20 GHz
22 mm × 10 mm .....	für 8,20 bis 12,40 GHz
Wellenwiderstandsfehler der Hohlleiter .....	etwa 0,5%
Länge der Meßstrecke .....	160 mm
Unsicherheit der Meßsondeneinstellung	
längs der Meßstrecke .....	< ± 0,01 mm
Unsicherheit der ausgekoppelten Spannung	
längs der Meßstrecke .....	etwa ± 1%
Anschlüsse .....	genormte Hohlleiter-Flansche

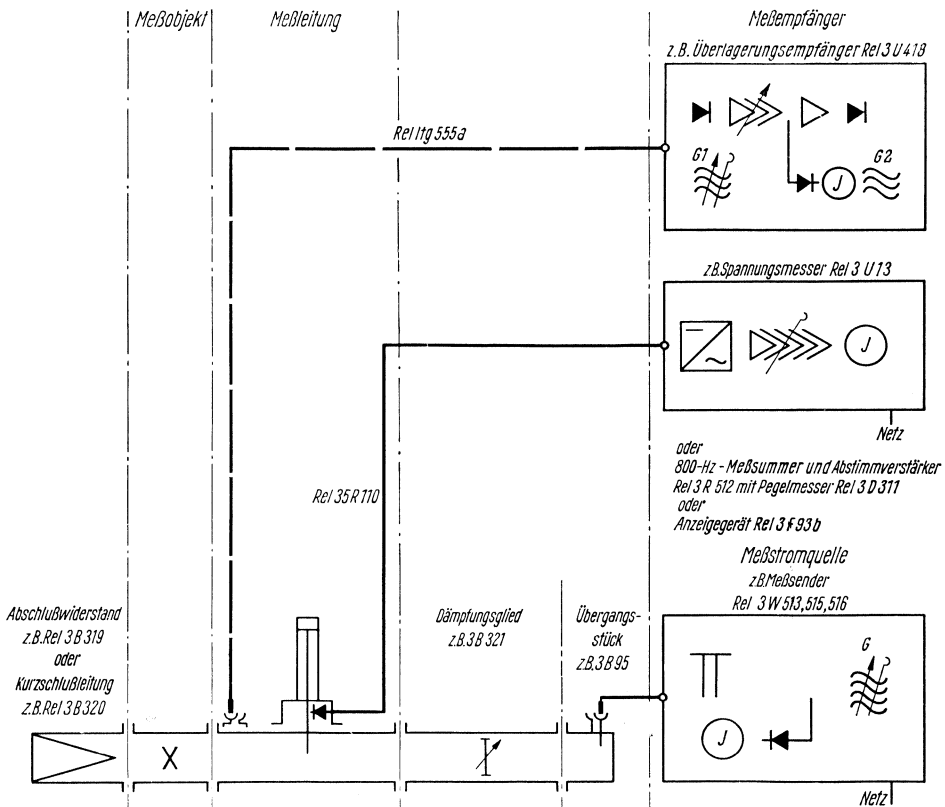
**ARBEITSWEISE** Die Meßleitung besteht im wesentlichen aus einem Rahmen zur Aufnahme des auswechselbaren Hohlleiters sowie einem Meßwagen mit Sonde, Abstimmleitung oder koaxialer Auskopplung, Antrieb und Ablesevorrichtung. Jeder der fünf Hohlleiter hat einen Schlitz, in den die Sonde eintaucht; ihre Eintauchtiefe ist einstellbar. Durch Verschieben des Wagens längs der Meßstrecke mit Hilfe eines Friktionsantriebes tastet man die Feldverteilung im Hohlleiter mit

der Sonde ab. Die der Feldamplitude proportionale HF-Spannung wird von einem eingebauten Richtleiter gleichgerichtet und an einem anzuschließenden Instrument angezeigt oder unmittelbar über die koaxiale Buchse einem Überlagerungsempfänger zugeführt. Die Abstimmleitung dient dazu, selektiv und empfindlich messen zu können; sie wird vor der Messung auf Resonanz abgestimmt.



Die Meßlänge beträgt 160 mm. Der Maßstab für die Bestimmung des Sondenortes erscheint, durch eine besondere Optik vergrößert, auf einer Mattscheibe und kann hier mit Nonius auf 0,01 mm abgelesen werden. Zur Grobeinstellung ist ein weiterer Maßstab angebracht.

**AUFBAU DES MESSPLATZES** Der Frequenzbereich der Meßleitung läßt sich z. B. mit den Meßsendern Rel 3 W 513 (2,4 bis 4,5 GHz), S. 66, Rel 3 W 515 (4,4 bis 9,1 GHz), S. 69, und Rel 3 W 516 (8,2 bis 12,4 GHz), S. 72, überstreichen.



Zur Anzeige reicht, allerdings nur bei starken Sendern, ein empfindliches Drehspulinstrument aus, z. B. Rel 3 F 93b. Für genauere Messungen, die eine starke Entkopplung beispielsweise mit dem Dämpfungsglied Rel 3 B 321 (S. 146) zwischen Sender und Meßleitung erfordern, ist ein Anzeigeverstärker notwendig. Bei Untersuchungen mit unmodulierter HF-Spannung benutzt man dann einen Gleichspannungsverstärker, z. B. das Gerät Rel 3 U 13 (S. 422), bei modulierter HF-Spannung einen Pegelmesser, z. B. die Ausführung Rel 3 D 311 (S. 275), mit vorgeschaltetem Abstimmverstärker, z. B. dem Gerät Rel 3 R 512 (S. 20), das dann, falls der Meßsender keine Eigenmodulation hat, auch die Modulationsspannung (800 Hz) liefert.

Bei Vierpolmessungen wird als Abschluß je nach Meßfall ein Abschlußwiderstand, z. B. Rel 3 B 319 (S. 508), oder eine Kurzschlußleitung, z. B. Rel 3 B 320 (S. 508), verwendet.

Die Meßleitung läßt sich über die Flanschverbindungen unmittelbar oder unter Zwischenschaltung von weiteren Hohlleiter- und Übergangsstücken an den Meßsender einerseits und an das Meßobjekt andererseits anschließen. Verbindungsstücke und Verbindungsleitungen s. Meßplatzbild und S. 512.

#### ZUBEHÖR, ABMESSUNGEN UND GEWICHTE

Gegenstand	Bezeichnung	Abmessungen in mm	Gewicht etwa kg	Preis
<b>HOHLLEITER-MESSLEITUNG</b> (2,6 bis 12,4 GHz) .....	Rel 3 R 224	370 × 190 × 260	9,5	
<i>Zubehör</i>				
1 Hohlleiter				
72 × 34 .....	Rel msl 136 Tz 42	—	—	
58 × 29 .....	Rel msl 136 Tz 39	—	—	
47 × 22 .....	Rel msl 136 Tz 45	—	—	
34 × 15 .....	Rel msl 136 Tz 36	—	—	
22 × 10 .....	Rel msl 136 Tz 33	—	—	
1 Lampe 4 V/4 W .....	Osram H 119	—	—	
1 Verbindungsleitung .....	Rel 35 R 110	—	—	
1 Beleuchtungszusatz .....	Rel 35 R 179	—	—	
<i>Nach Bedarf</i>				
Abschlußwiderstände .....	S. 508, 510 und auf Anfrage	—	—	
Dämpfungsglieder .....				
Übergangsstücke .....				
Kurzschlußleitungen .....				
1 Meßstromquelle, z. B.				
Meßsender für				
2,4 bis 4,5 GHz .....	Rel 3 W 513	550 × 368 × 400	45	S. 66
4,4 bis 9,1 GHz .....	Rel 3 W 515/913	—	—	S. 69
8,2 bis 12,4 GHz .....	Rel 3 W 516	550 × 368 × 400	40	S. 72
1 Meßempfänger, z. B.				
Spannungsmesser 0,2/2mV— (10 bis 5000 MHz)	Rel 3 U 13	550 × 266 × 280	28	S. 422
Überlagerungsempfänger (170 bis 5000 MHz) ..	Rel 3 U 418	550 × 368 × 280	25	S. 466
800-Hz-(Meßsummer und) Abstimmverstärker .	Rel 3 R 512	550 × 200 × 280	18	S. 20
mit Pegelmesser— 4/+ 3,5 N (30 bis 20 000 Hz)	Rel 3 D 311	550 × 266 × 280	20	S. 275
Anzeigegerät .....	Rel 3 F 93b	170 × 120 × 90	1,5	
Verbindungsleitungen .....	—	—	—	S. 512

## Reduktionsfaktor-Meßgerät

Rel 3 K 44

$16^{2/3}$  ... 5000 Hz

ANWENDUNG Das *Reduktionsfaktor*-Meßgerät dient in Verbindung mit einem Spannungsmesser mit Effektivwertanzeige, z. B. Rel 3 U 32 (S. 447) zum Bestimmen der induktiven Schirmwirkung von Kabelmänteln und zum Messen der wirksamen Permeabilität ihrer Stahl-Bewehrung. Der Reduktionsfaktor ist unmittelbar ein Maß für die Schutzwirkung des Mantels gegen induktive



Beeinflussungen, wie sie z. B. durch Kurzschlußströme sternpunkt-geerdeter Höchstspannungsnetze entstehen. Ferner dient das Gerät zur Untersuchung der Abhängigkeit der Permeabilität des Bewehrungsmaterials von der mechanischen Verformung.

Das Gerät ist auf Grund der einfachen Bedienung besonders für Serienmessungen geeignet. Gegenüber anderen Meßverfahren ist ein verhältnismäßig geringer Leistungsbedarf erforderlich, da die Messungen an kurzen Probestücken durchgeführt werden können. Mit dem Gerät läßt sich die Schirmwirkung des Kabelmantels gegen Störungen durch Starkstromleitungen sowohl bei Grundwellenstörungen ( $16^{2/3}$  oder 50 Hz) als auch bei deren Oberwellen bis 5000 Hz ermitteln. Ebenso kann man die Permeabilität des Bewehrungsmaterials an Probestücken, die auf einen Holzdorn aufgewickelt werden, oder an kurzen Kabellängen nicht nur bei technischen Frequenzen, sondern auch im Bereich der Sprachfrequenzen ermitteln.

Betriebsspannungen sind nicht erforderlich. Die Meßspannung liefert je nach Meßfall das 220-V-Netz (50 Hz), das Bahnnetz ( $16^{2/3}$  Hz) oder ein Umformer 50 Hz/ $16^{2/3}$  Hz oder eine Meßstromquelle für 150 bis 5000 Hz.

### KENNWERTE

Erzielbare Induktionsspannungen in der Kabelhülle

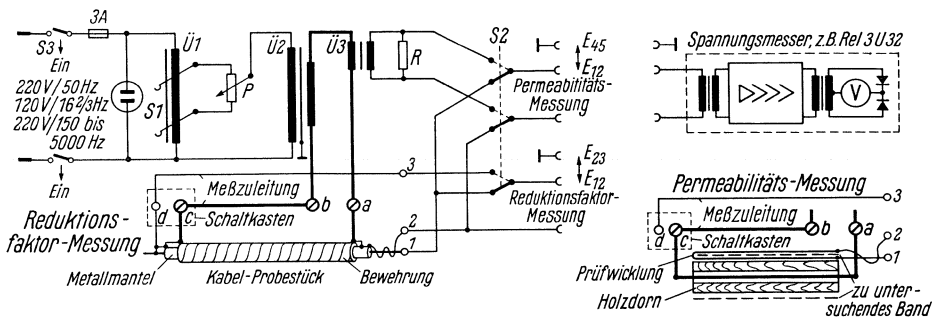
für $16^{2/3}$ Hz bei 120 V .....	etwa 1 bis 300 V/km
für 50 Hz bei 220 V .....	etwa 2 bis 600 V/km
für 150 bis 5000 Hz .....	etwa 0,4 bis 40 V/km

Diese Zahlen gelten für Kabel mit äußerer Flachdrahtbewehrung. Bei Kabeln mit Stahlbandbewehrung liegen die Höchstwerte um etwa 30% höher.

Einstellbare Feldstärke

für $16^{2/3}$ bis 50 Hz .....	etwa 0,1 bis 50 Oerstedt
für 150 bis 5000 Hz .....	etwa 5 bis 500 Oerstedt

ARBEITSWEISE Der *Reduktionsfaktor* wird definiert als das Verhältnis der in der Schleife Ader-Kabelhülle auftretenden EMK zu der EMK, die im Erdkreis einer an derselben Stelle angeordneten ungeschützten Ader induziert würde. Er wird aus zwei Spannungsmessungen ermittelt. Der Strom in der Kabelhülle erzeugt im Kreis Kabelhülle-Ader eine Längsspannung  $E_{12}$ . Als zweite Spannung wird die zwischen Kabelhülle und der außerhalb liegenden Leitung auftretende Spannung  $E_{23}$  bestimmt. Der Quotient  $E_{12}/E_{23}$  ist der Reduktionsfaktor.



Das auf 1 m Länge zur Messung vorbereitete Kabel wird an das Gerät und an die mitgelieferte Stromrückleitung und Meßzuleitung angeschlossen. Ein mit S 1 in Schritten regelbarer Vortransformator in Sparschaltung und ein Haupttransformator mit hoher Stromübersetzung liefern den Meßstrom, der von der Klemme „a“ durch die Kabelhülle und über die Meßzuleitung zur Klemme „b“ fließt. P erlaubt, den Strom noch innerhalb der Regelstufen fein einzustellen.

Die wirksame *Permeabilität* des ferromagnetischen Bewehrungsmaterials läßt sich am Kabel oder nach Aufbringen des zu prüfenden Stahlbandes auf einem Holzdorn ebenfalls durch zwei Spannungsmessungen bestimmen. Die von der magnetischen Induktion des Stahlbandes in einer Schleife induzierte EMK  $E_{12}$  wird mit der Spannung  $E_{45}$ , verglichen.

Für Messungen bei der Bahnfrequenz ( $16\frac{2}{3}$  Hz) muß, falls ein entsprechendes Wechselstromnetz nicht zur Verfügung steht, ein Umformer mit einer Leistung von etwa 500 VA verwendet werden. Für Messungen bis 5000 Hz wird eine Spannungsquelle mit mindestens 10 W Leistung angeschaltet, z. B. Meßsender Rel 3 W 36 (S. 40) mit Leistungsverstärker Rel 3 W 92 (S. 44).

#### ZUBEHÖR, ABMESSUNGEN UND GEWICHTE

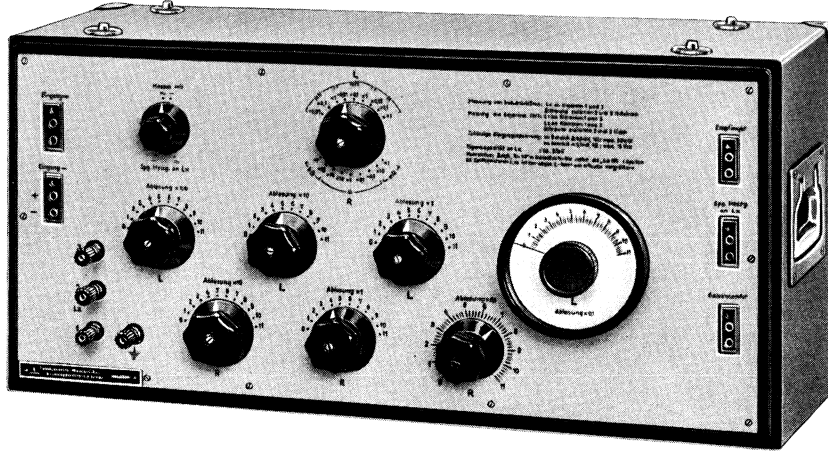
Gegenstand	Bezeichnung	Abmessungen in mm	Gewicht etwa kg	Preis
REDUKTIONSFAKTOR-MESSGERÄT ( $16\frac{2}{3}$ ... 5000 Hz) .....	Rel 3 K 44	550 × 300 × 280	34	
<i>Zubehör</i>				
1 Verbindungsleitung mit Schaltkasten .....	Rel mse 233 Tz 7/13	1420 × 530	10	
2 Holzdorne .....	Rel mse 233 T 43	1000 × 30 Ø	1	
und	Rel mse 233 T 44	1000 × 50 Ø	1	
3 Schmelzeinsätze 3 A (2 als Ersatz) .....	3/500 DIN 41 571	—	—	
1 Glimmlampe .....	Osram 22 V	—	—	
	Best.-Nr. 758300			
<i>Nach Bedarf</i>				
1 Meßsender (30 bis 30 000), z. B. ....	Rel 3 W 36	405 × 266 × 280	19	S. 40
1 Leistungsverstärker 10 W, z. B. ....	Rel 3 W 92	550 × 300 × 280	27	S. 44
1 Umformer $50/16\frac{2}{3}$ Hz, 500 VA .....	—	—	—	
1 Geräuschspannungsmesser 0,2 mV/100 V ....	Rel 3 U 32	550 × 266 × 220	18	S. 447

**Induktivitäts-Meßbrücke 0,1  $\mu$ H/1000 H**

Rel 3 R 114

200 Hz bis 50 kHz

**ANWENDUNG** Die Induktivitäts-Meßbrücke zeichnet sich durch einen großen Meßbereich und hohe absolute und relative Meßgenauigkeit aus. Ohne zusätzliche Normale können die Induktivität von Spulen, die Gegeninduktivität von Übertragern, aber auch die Induktivität von Leitungen



und Einzelteilen gemessen werden. Die Induktivität läßt sich selbst dann noch ermitteln, wenn die reelle Komponente größer als die induktive ist, wie z. B. bei Streuinduktivitäten oder bei Spulen aus Widerstandsdraht; allerdings kann dann der Wirkwiderstand des Meßobjektes nur mit entsprechend geringerer Genauigkeit abgelesen werden. Mit einer Gleichspannung als Meßspannung ist auch die Messung des Gleichstromwiderstandes möglich.

Mit dem Gerät soll vor allem die Induktivität mit hoher Genauigkeit gemessen werden. Die genaue Messung des meist wesentlich kleineren Wirkwiderstandes ist mit der Maxwell-Brücke Rel 3 R 115 (S. 204) möglich.

**KENNWERTE**

Frequenzbereich .....	200 Hz bis 50 kHz
Meßbereich	
Induktivität $L_X$ .....	0,1 $\mu$ H bis 1000 H
einstellbar in	
drei dekadischen Stufen .....	(0...11) $\times 100, \times 10, \times 1$
einer stetigen Stufe .....	(0 bis 11) $\times 0,1$
bei neun Teilbereichen .....	$\times 10^{-8} \dots \times 1$ H
Wirkwiderstand $R_X$ .....	1 m $\Omega$ bis 100 k $\Omega$
einstellbar in	
zwei dekadischen Stufen .....	(0...11) $\times 10, \times 1$
einer stetigen Stufe .....	(0 bis 11) $\times 0,1$
bei sieben Teilbereichen .....	$\times 10^{-3}$ bis $\times 10^3 \Omega$



Ablesung $L$	Stellungen des Bereichschalters S 4								
	$\times 0,01$ $\mu\text{H}$	$\times 0,1$ $\mu\text{H}$	$\times 1,0$ $\mu\text{H}$	$\times 0,01$ mH	$\times 0,1$ mH	$\times 1,0$ mH	$\times 0,01$ H	$\times 0,1$ H	$\times 1,0$ H
Ablesung $R$	$\times 1,0$ m $\Omega$	$\times 10$ m $\Omega$	$\times 0,1$ $\Omega$	$\times 0,1$ $\Omega$	$\times 1,0$ $\Omega$	$\times 10$ $\Omega$	$\times 10$ $\Omega$	$\times 0,1$ k $\Omega$	$\times 1,0$ k $\Omega$
Meßbare Induktivität von bis	1 10 $\mu\text{H}$	10 100 $\mu\text{H}$	0,1 1,0 mH	1 10 mH	10 100 mH	0,1 1,0 H	1 10 H	10 100 H	100 1000 H
Meßunsicherheit in % für Induktivität $L_X$ bei den Frequenzen									
50 bis 200 Hz .....	—	—	—	—	—	—	0,3	1	2
200 bis 500 Hz .....	—	—	—	0,3	0,3	0,3	0,3	1	2
500 bis 2000 Hz .....	0,5	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	—	—
2000 bis 5000 Hz .....	0,5	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	—	—	—
5000 bis 20000 Hz .....	1	0,3	0,3	0,5	—	—	—	—	—
20 bis 50 kHz .....	2	1	1	—	—	—	—	—	—
Brückeneingang									
Widerstand etwa k $\Omega$ .....	0,4	0,5	1,4	1,4	10	100	100	—	—
Parallelkapazität etwa nF	—	—	—	—	20	20	200	200	200
Brückenwiderstand $R_a$ etwa .....	11,4 $\Omega$	114 $\Omega$	1,14 k $\Omega$	1,14 k $\Omega$	11,4 k $\Omega$	114 k $\Omega$	114 k $\Omega$	1,14 M $\Omega$	11,4 M $\Omega$
Zulässige Eingangsspannung .....	15 V	15 V	15 V	15 V	50 V	50 V	50 V	50 V	50 V
Zeitkonstante $ \tau $ etwa $10^{-9}$ s .....	10 bis 100	5 30	5 30	5 50	5 50	10 100	10 100	10 100	50 100

Außerhalb der in der Aufstellung angegebenen Grenzen, die zugleich im allgemeinen die durch die Eigenkapazität der Spulen gezogenen Grenzen für die  $L$ -Messung darstellen, treten größere Fehler, namentlich im Widerstandsabgleich, auf. Die Toleranzen gelten für  $R_X \leq \omega L_X$ . Bei  $R_X > \omega L_X$  ist eine überschlägige Messung des  $L_X$ -Wertes möglich. Für die Messung von Gegeninduktivitäten gelten die gleichen Werte, solange die Streuung  $< 1\%$  und die Zeitkonstante  $< 10$  ms bleibt.

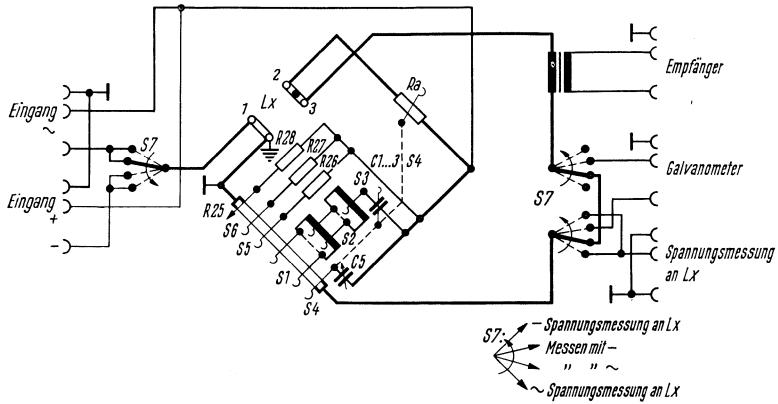
#### Meßunsicherheit

für Gleichstromwiderstand .....  $\pm 2\%$   
für Wirkwiderstand .....  $\pm 5\% \pm 10 \text{ m}\Omega \pm \Delta R_X$   
absoluter Fehler .....  $\Delta R_X = \omega^2 L_X \tau (\Omega)$   
( $\tau$  siehe obenstehende Tafel)

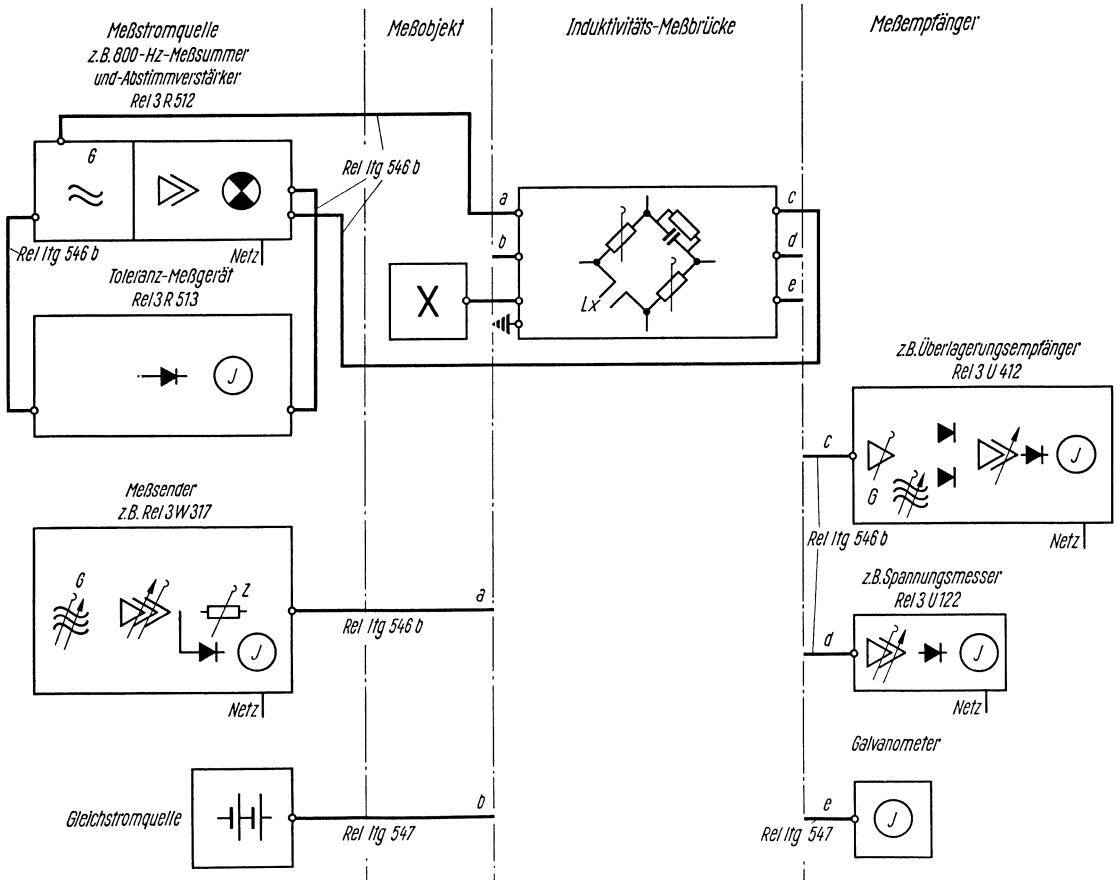
Kapazität zwischen den Klemmen  $L_X$  1,2 ..... etwa 35 pF  
Anfangsinduktivität ..... etwa 30 nH

**ARBEITSWEISE** Ein Brückenweig dieser abgewandelten Maxwell-Brücke ist als vielstufiger Spannungsteiler aus ohmschen Widerständen und Drosseln mit unterteilter Wicklung ausgeführt. Im gegenüberliegenden Brückenweig sind phasenarme Widerstände angeordnet, deren Werte mit dem Schalter S4 in Zehnerstufen geändert werden. Den dritten Brückenweig bilden die Kapazitäten C1...C3 und C5 sowie die Widerstände R26...R28, wobei C1...C3 mit dem Bereichschalter S4 in bestimmten Stellungen geändert wird. Die zu messende Induktivität liegt im vierten Brückenweig. Der Abgleich für die Induktivität erfolgt mit den drei Stufenschaltern S1...S3 und dem Drehkondensator C5, der Widerstandsabgleich mit den Stufenschaltern S5, S6 und dem Potentiometer R25.

Diese Schaltung hat den wesentlichen Vorzug, daß sie mit wenigen, dafür sehr genau hergestellten Normalen arbeitet und daß der Abgleich der einen Komponente unabhängig von dem der anderen



ist: Induktivität und Wirkwiderstand lassen sich ohne wesentliche gegenseitige Beeinflussung abgleichen; der Abgleich ist auch weitgehend unabhängig von dem Größenverhältnis der Komponenten.



Aufbau des Meßplatzes

Die im abgestimmten Zustand an  $L_x$  liegende Wechselspannung kann an getrennt herausgeführten Buchsen zur Einhaltung bestimmter Spannungs- oder Strombedingungen mit einem hochohmigen Spannungsmesser gemessen werden.

Der Gleichstromwiderstand wird in den gleichen Bereichen gemessen wie der Wirkwiderstand. Für die Gleichspannungsquelle und das empfindliche Galvanometer sind besondere Buchsen vorgesehen. Spannungsquellen und Empfänger für Gleich- und Wechselstrom können dauernd an den Anschlußbuchsen liegen.

**AUFBAU DES MESSPLATZES** Als Meßstromquelle und Meßempfänger eignen sich der Meßsender (10 Hz bis 1 MHz) Rel 3 W 317 (S. 42) und der Überlagerungsempfänger (30 Hz bis 1 MHz) Rel 3 U 412 (S. 459). Für Messungen bei 800 oder 1000 Hz — in vielen Fällen ausreichend — verwendet man den Meßsummer und Abstimmverstärker Rel 3 R 512 (S. 20) mit Sende- und Empfangsteil für 800 oder 1000 Hz. Durch Hinzufügen des Toleranz-Meßgerätes Rel 3 R 513 (S. 410) werden Serienmessungen sehr vereinfacht, was eine große Zeitersparnis bedeutet (Meßfrequenz 800 oder 1000 Hz).

Zum etwaigen Messen der Spulenspannung ist der Spannungsmesser Rel 3 U 122 (S. 412) geeignet, zum Messen der Gleichspannung bei der Messung von Gleichstromwiderständen ein Galvanometer für etwa  $10^{-8}$  A/Skalenteil.

Zweckmäßige Verbindungsleitungen s. Meßplatzbild.



ZUBEHÖR, ABMESSUNGEN UND GEWICHTE

Gegenstand	Bezeichnung	Abmessungen in mm	Gewicht etwa kg	Preis
INDUKTIVITÄTS-MESSBRÜCKE 0,1 $\mu$ H/1000 H (200 Hz bis 50 kHz) .....	Rel 3 R 114	550 × 300 × 280	16	
<i>Nach Bedarf</i>				
1 800-Hz-Meßsummer und -Abstimmverstärker	Rel 3 R 512	550 × 190 × 300	16	S. 20
1 Meßsender (10 Hz bis 1 MHz), z.B. ....	Rel 3 W 317	550 × 370 × 280	35	S. 42
1 Überlagerungsempfänger (30 Hz bis 1 MHz), z.B. ....	Rel 3 U 412	550 × 300 × 280	26	S. 459
1 Spannungsmesser 10 mV/100 V (30 bis 20000 Hz) .....	Rel 3 U 122	137 × 266 × 180	4	S. 412
1 Toleranz-Meßgerät (800 Hz) .....	Rel 3 R 513	550 × 232 × 280	5	S. 410
2 bis 5 Verbindungsleitungen, z. B. ....	Rel Itg 546b	1000	0,2	} S. 512
2 Verbindungsleitungen, z. B. ....	Rel Itg 547a, ...e	250, ...2000	0,2	
1 Galvanometer (etwa $10^{-8}$ A/Skt) .....	—	—	—	
1 Gleichstromquelle .....	—	—	—	

## Maxwell-Brücke $10 \mu\text{H}/10 \text{H}$

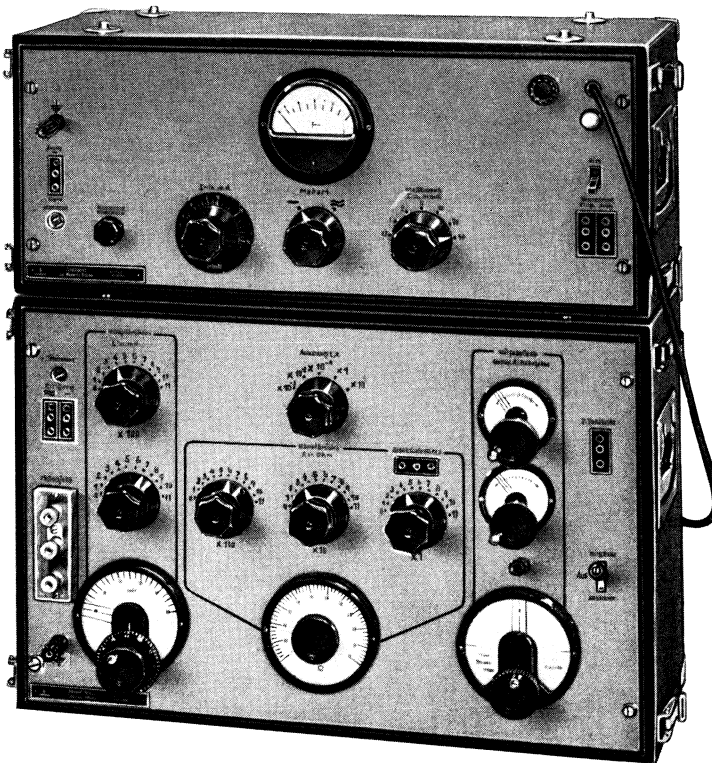
50 Hz bis 100 kHz

Rel 3 R 115

## Zusatzgerät zur Maxwell-Brücke

Rel 3 R 92

**ANWENDUNG** Die Maxwell-Brücke dient zusammen mit dem Zusatzgerät zum genauen Bestimmen des Wirkwiderstandes  $R_W$  von Blechkern- und Pulverkernspulen in Abhängigkeit von der Frequenz und vom Spulenstrom (0,2 bis 50 mA). Außerdem läßt sich mit der Brücke der Gleichstromwider-



stand  $R_0$  der Wicklung ermitteln. Aus der Differenz von *Wirkwiderstand* und *Gleichstromwiderstand* ergibt sich der *Verlustwiderstand*  $R_V = R_W - R_0$ , auf Grund dessen gesetzmäßiger Abhängigkeit von Frequenz und Strom auch seine einzelnen Komponenten — Wirbelstrom-, Hysterese- und Nachwirkungswiderstand — bestimmt werden können.

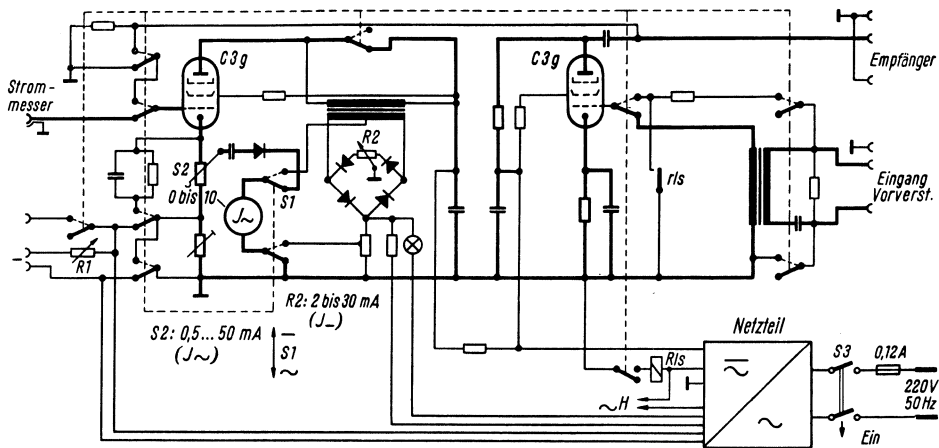
Den Verlustwiderstand erhält man mit besonders hoher Genauigkeit, da Erdleitwerte, die die Meßergebnisse beeinträchtigen können, mit der eingebauten Hilfsbrücke unwirksam gemacht werden und der Gleichstromwiderstand mit der gleichen Anordnung wie der Wirkwiderstand gemessen wird, so daß sich bei der Differenzbildung die absoluten Fehler aufheben. Der Verlustwiderstand läßt sich mit der Maxwell-Brücke auch nach dem bekannten Verfahren der Gegeninduktivitätsmessung ermitteln. Hierzu erhält die Spule zwei Wicklungen. Da der Gleichstromwiderstand nicht mitgemessen wird, ist keine Differenzbildung erforderlich, was besonders bei geringen Eisenverlusten von Vorteil sein kann.

Die Maxwell-Brücke ist somit ein wichtiges Meßgerät bei der Entwicklung und Fertigung von Spulen und Übertragern.

Die Betriebsspannungen für das Zusatzgerät und die Gleichstrom-Meßspannung liefert über einen eingebauten Netzteil das Wechselstromnetz 220 V.



Induktivität und Wirkwiderstand werden in einer Brücke nach Maxwell gemessen, bei der die Induktivität mit einer Kapazität verglichen wird. Zwei gegenüberliegende Brückenzweige weisen phasenarme Widerstände auf, von denen einer zur Erweiterung des Bereiches um Zehnerfaktoren geändert werden kann (S 1). Die beiden anderen Zweige bestehen einerseits aus der zu messenden Spule mit der Induktivität  $L_X$  und dem Widerstand  $R_W$ , andererseits aus der veränderbaren Normkapazität  $C_N$  (S 2, 3, C 1). Zum Abgleich der Schaltung nach der reellen Komponente  $R_W$  dienen Parallelwiderstände zu  $C_N$  (S 4, 5) in Verbindung mit einer Spannungsteiler-Anordnung (Schalter S6) und einem stetigen Bereich (P1). Induktivität und Wirkwiderstand können unmittelbar abgelesen werden.



Schaltung des Zusatzgerätes

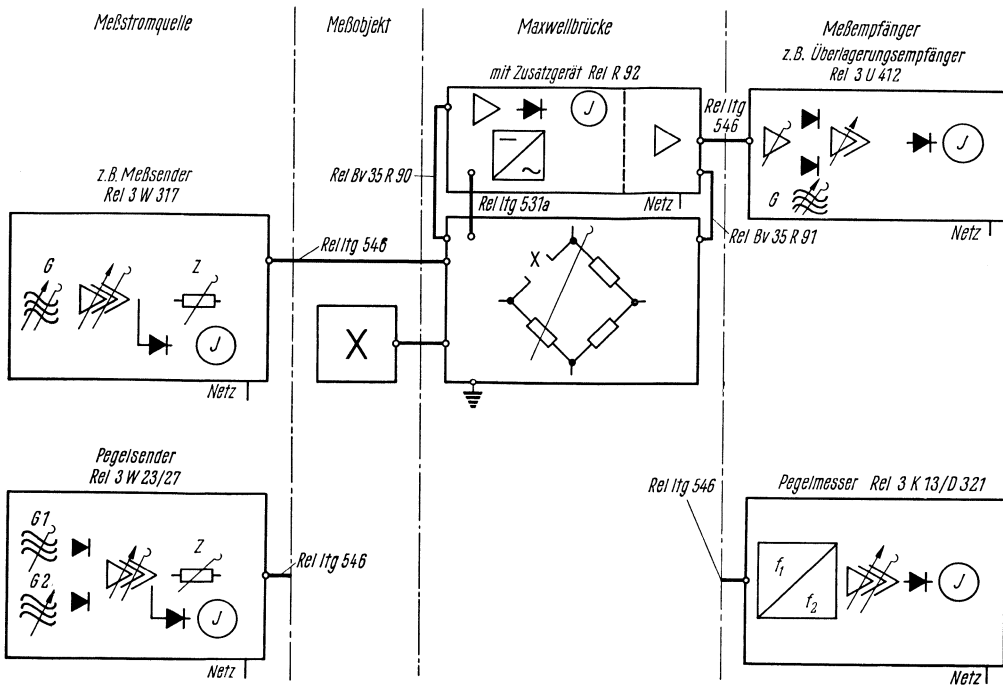
Die genaue Bestimmung des Verlustwiderstandes wird durch eine Hilfsbrücke zur Ausschließung der Erdkapazitäten und deren Verluste ermöglicht. Um den Abgleich wesentlich zu vereinfachen, sind die Abgleichselemente für die Haupt- und Hilfsbrücke miteinander gekoppelt (S 2, 3, C 1), so daß zum Abstimmen der Hilfsbrücke nur ein getrennter Feinabgleich nach Betrag (P 2, C 3) und Phase (C 2, P 3) notwendig ist. Der im Zusatzgerät eingebaute Vorverstärker macht die Meßschaltung unabhängig von der Eingangsschaltung des Meßempfängers und gewährleistet z. B. mit dem Überlagerungsempfänger Rel 3 U 412 (S. 459) ausreichende Empfangsverstärkung ohne zusätzlichen Vorverstärker.

Zur Bestimmung des Spulenstromes wird die Spannung am Hilfszweig (C 2) gemessen, denn diese ist im Abstimmzustand gleich der Spannung an dem vom Spulenstrom durchflossenen festen Brückenwiderstand. Um den Hilfszweig durch den Strommesser nicht zu beeinflussen, ist ihm ein einstufiger Kathodenverstärker vorgeschaltet.

Zum Messen des Gleichstromwiderstandes  $R_0$  liefert das Zusatzgerät eine regelbare Gleichspannung. RC-Glieder sieben die Brückenausgangsspannung, die dann ein Relais in 50-Hz-Impulse zerhackt. Diese werden in zwei Stufen verstärkt und einer Gleichrichterbrücke mit Instrument zugeführt, die ihre Schaltspannung vom Netztransformator erhält. Regellampen sorgen dafür, daß sich die Schaltspannung bei Netzspannungsschwankungen nicht ändert.

**AUFBAU DES MESSPLATZES** Eine geeignete Meßstromquelle ist z. B. der Meßsender Rel 3 W 317 (S. 42) und der Pegelsender Rel 3 W 23 oder 27 (S. 30), ein geeigneter Meßempfänger der Überlagerungsempfänger Rel 3 U 412 (S. 459) und der Pegelmesser Rel 3 K 13 oder Rel 3 D 321 (S. 322). Alle Normale sind eingebaut.

Zweckmäßige Verbindungsleitungen s. Meßplatzbild.



**B 5**

ZUBEHÖR, ABMESSUNGEN UND GEWICHTE

Gegenstand	Bezeichnung	Abmessungen in mm	Gewicht etwa kg	Preis
MAXWELL-BRÜCKE 10 $\mu$ H/10 H (50 Hz bis 100 kHz) .....	Rel 3 R 115	550 $\times$ 360 $\times$ 280	30	
ZUSATZGERÄT ZUR MAXWELL-BRÜCKE	Rel 3 R 92	550 $\times$ 220 $\times$ 280	10	
<i>Zubehör</i>				
2 Röhren .....	C 3g	—	—	
2 Stabilisatoren .....	150 C2	—	—	
4 Regellampen .....	9 Rel lp 19a	—	—	
1 Spezialverbindungsleitung .....	ähnl. Rel Itg 531 a	320	—	
1 Spezialverbindungsleitung .....	nach Rel Bv 35 R 90	—	—	
1 Spezialverbindungsleitung .....	nach Rel Bv 35 R 91	—	—	
3 Schmelzeinsätze 0,12 A (2 als Ersatz) .....	0,2/250 DIN 41571	—	—	
1 Aufsteckwiderstand .....	Rel Bv 35 R 82	—	—	
<i>Nach Bedarf</i>				
1 Meßstromquelle, z. B.				
Meßsender (10 Hz bis 1 MHz) .....	Rel 3 W 317	550 $\times$ 268 $\times$ 280	35	S. 42
Pegelsender (0,8 bis 320 kHz) .....	Rel 3 W 23 oder 27	550 $\times$ 368 $\times$ 320	29	S. 30
1 Meßempfänger, z. B.				
Überlagerungsempfänger (30 Hz bis 1 MHz) ...	Rel 3 U 412	550 $\times$ 268 $\times$ 300	23	S. 459
Pegelmesser (0,8 bis 620 kHz) .....	Rel 3 K 13 oder D 321	550 $\times$ 368 $\times$ 280	34	S. 322
2 Verbindungsleitungen, z. B. ....	Rel Itg 546a, ... d	500, ... 2000	0,2	S. 512

## Kapazitäts-Meßbrücke 0,001 pF/100 $\mu$ F

Rel 3 R 116

200 bis 10000 Hz

**ANWENDUNG** Diese Meßbrücke dient zum genauen Messen von Kapazitäten aller Art. Ihr besonderer Vorzug besteht darin, daß durch Verwendung unterteilter Drosseln für den gesamten Meßbereich nur ein einziger Normalkondensator benötigt wird. Der Normalkondensator weist sehr hohe Konstanz und Temperaturunabhängigkeit auf; die Unsicherheit der Teilverhältnisse der Drosseln liegt durchweg unter 1<sup>o</sup>/<sub>100</sub>.



Die Meßbrücke eignet sich zum Messen von ungeerdeten und einpolig geerdeten Kapazitäten im Bereich von 0,001 pF bis 100  $\mu$ F. Mit verhältnismäßig hoher Genauigkeit lassen sich aber auch Kapazitätswerte größer als 100  $\mu$ F, z. B. durch Reihenschaltung mit einem Kondensator  $\leq 100 \mu$ F, bestimmen. Es können Teil- und Betriebskapazitäten beliebiger Netzwerke, z. B. von Ein- und Mehrfach-Kondensatoren, Leitungen und Geräteschaltungen sowie die Betriebskapazität erdsymmetrischer Leitungen und Kabel von kurzen Proben bis zu Werks- oder Spulenfeldlängen, gemessen werden. Ferner ist es möglich, beliebige innerhalb des Meßbereichs liegende Abweichungen zweier Kapazitäten voneinander unmittelbar abzulesen (Differenzmessung); dabei wird die Differenz der Wirkleitwerte der verglichenen Kondensatoren angezeigt. Die Meßbrücke ermöglicht auch die Bestimmung der Dielektrizitätskonstante  $\epsilon$  von Isolierstoffen mittels Schutzringkondensatoren. Bei Kapazitätswerten  $> 0,1$  pF gibt der Phasenregler des Gerätes den Verlustfaktor  $\tan \delta_x$  an.

Zusammen mit dem 800-Hz-Meßsummer und -Abstimmverstärker Rel 3 R 512 (S. 20) ergibt sich ein vollständiger Kapazitäts-Meßplatz. Für Reihenuntersuchungen ist außerdem das Toleranz-Meßgerät Rel 3 R 513 (S. 410) von Vorteil, das an einem Instrument die Abweichung von einem auf der Meßbrücke gewählten Sollwert in Prozent oder Promille abzulesen ermöglicht.

### KENNWERTE

Frequenzbereich .....	200 bis 10000 Hz
übliche Meßfrequenz .....	800 oder 1000 Hz



## Meßbereiche

Meßschaltungen für einfache Kapazitätsmessung ( $C_X$ ) und Messung von Kapazitätsdifferenzen ( $\Delta C_X$ ) an geerdeten, ungeerdeten und erdsymmetrischen Meßobjekten

für die Kapazität  $C_X$  (und  $\Delta C_X$ ), unterteilt in acht Bereiche 0,001 pF bis 100  $\mu$ F

für den Verlustfaktor  $\tan \delta_X$

unmittelbar ablesbar bei  $f=200, 800, 2000, 5000$  Hz und  $C_X > 0,1$  pF,

stetig einstellbar ..... bis  $2 \cdot 10^{-2}$

und zusätzlich in Schritten von  $2 \cdot 10^{-2}$  .....  $10 \cdot 10^{-2}$

für andere Meßfrequenzen ( $f_m$ ) .....  $\tan \delta$ -Ableseung  $\cdot f_m/f$

Meßschaltung für die Wirkleitwertdifferenz  $G_X$  (bei Differenzmessung),

unmittelbar ablesbar bei  $f=800$  Hz,

stetig einstellbar .....  $\pm 0$  bis  $50 \cdot 0,01$  nS...0,1 mS

je nach Kapazitätsbereich

für andere Meßfrequenzen ( $f_m$ ) .....  $G$ -Ableseung  $\cdot (f_m/800 \text{ Hz})^2$

## Meßunsicherheiten

für die Kapazität  $C_X$  (und  $\Delta C_X$ ) bei  $f=800$  Hz

von 10 pF bis 10  $\mu$ F (Hauptbereich, Umfang 1:10<sup>6</sup>)! .....  $\pm 0,1\%$

von 0,001 bis 0,1 pF .....  $\pm 1\%$

von 0,1 bis 10 pF .....  $\pm 0,5\%$

von 10  $\mu$ F bis 100  $\mu$ F .....  $\pm 1\%$

Grenzen der Abweichung des Nullpunktes für die  $C$ -Einstellung

beim Messen von ungeerdeten Meßobjekten

(Erde an „S“) .....  $\pm 0,001$  pF  $\pm 1$  Skt

beim Messen von geerdeten (Erde an „m“) und

erdsymmetrischen Meßobjekten .....  $\pm 0,1$  pF  $\pm 1$  Skt

für den Verlustfaktor  $\tan \delta_X$  bei  $f=800$  Hz und

$C_X=0,1$  pF bis 10  $\mu$ F .....  $\pm 5\%$   $\pm 0,5 \cdot 10^{-3}$

$C_X > 10$   $\mu$ F .....  $\pm 10\%$   $\pm 0,5 \cdot 10^{-3}$

für die Wirkleitwertdifferenz  $G_X$  .....  $\pm 5\%$   $\pm 1$  Skt

Größte zulässige Eingangsspannung ..... 25  $V_{\text{eff}}$

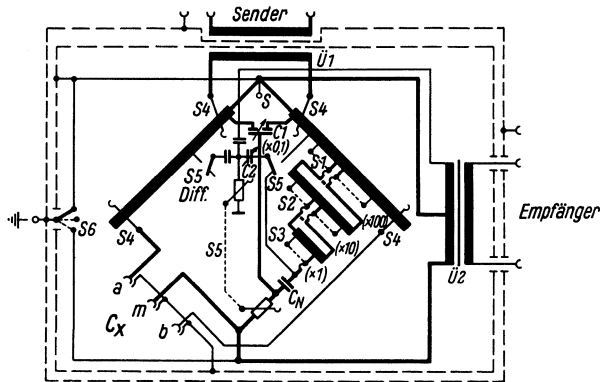
bei  $f_m=200$  Hz in den  $C$ -Bereichen  $\times 0,01 \dots \times 1$  pF jedoch nur ..... 10  $V_{\text{eff}}$

**ARBEITSWEISE** Das Gerät arbeitet mit einer Brückenschaltung, bei der zwei Seiten von den Wicklungen mehrerer Spannungsteiler-Drosseln gebildet werden. Aus ihrem Teilverhältnis, das sich mit Schalter S4 einstellen läßt, ergeben sich die einzelnen  $C$ -Meßbereiche. Die dritte Brückenseite besteht aus dem zu messenden Kondensator  $C_X$  und die vierte aus dem eingebauten Kapazitätsnormal  $C_N$  (10000 pF).  $C_N$  liegt über die Drehschalter S1 bis S3 an weiteren Drosseln, die in je zehn Teile unterteilt sind und — in geeigneter Weise hintereinander geschaltet — die Änderung des Brücken-Teilverhältnisses in 1/10-, 1/100- und 1/1000-Schritten ermöglichen.

Zum Feinabgleich wird der Differential-Kondensator C1 benutzt, der parallel zu  $C_X$  und  $C_N$  wirksam ist. Mit ihm kann in gewissen Grenzen auch die Kapazitätsdifferenz zweier Kondensatoren bestimmt werden, die mit einem Anschluß gemeinsam an der Buchse „m“ und mit dem zweiten Anschluß an den Buchsen „a“ oder „b“ liegen. Reicht C1 zur Differenzmessung nicht aus, dann können die Stufenschalter benutzt werden, sofern die größere Kapazität an a—m liegt.

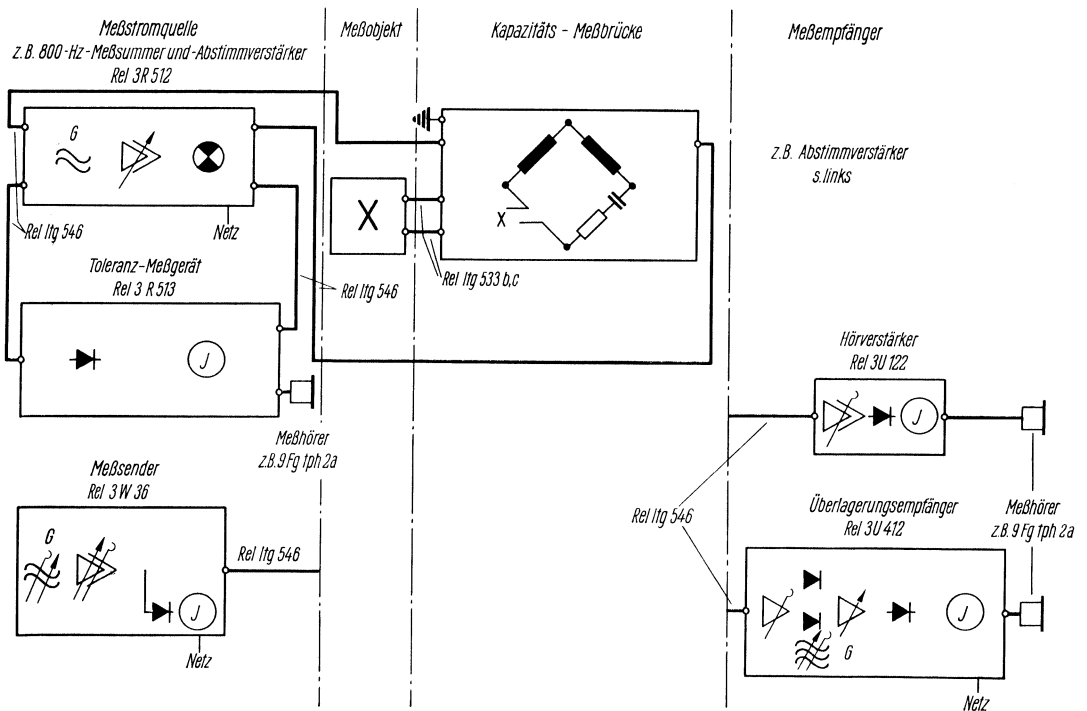
Der Verlustfaktor  $\tan \delta_X$  wird mit dem Drehkondensator C2 abgeglichen, der als Teil eines Kapazi-

täts-Widerstandssternes parallel zu  $C_N$  einen Wirkleitwert erzeugt. Der Regelbereich von  $C_2$  beträgt  $2 \cdot 10^{-2}$  und kann durch in Reihe zu  $C_N$  liegende Widerstände in fünf Schritten bis  $10 \cdot 10^{-2}$



erweitert werden. Die  $\tan \delta$ -Anzeige ist frequenzabhängig. Daher muß für jede Frequenz, bei der die Ablesung ohne Umrechnung gültig sein soll (200, 800, 2000 und 5000 Hz), mit Schalter S5 eine besondere Widerstandskombination eingeschaltet werden. Bei einer anderen Meßfrequenz ( $f_m$ ) ist die Ablesung mit  $f_m/f$  zu multiplizieren.

**AUFBAU DES MESSPLATZES** Für Messungen mit einer 800-Hz-Spannung wird als Meßstromquelle und als Meßempfänger zweckmäßigerweise der eigens für derartige Brückenmessungen entwickelte 800-Hz-Meßsummer und -Abstimmverstärker Rel 3 R 512 (S. 20) verwendet. Das für Reihen-



untersuchungen vorteilhafte Toleranz-Meßgerät Rel 3 R 513 (S. 410) zeigt an einem Instrument in Prozent oder Promille die Abweichung des Meßwertes von einem auf der Kapazitäts-Meßbrücke gewählten Sollwert an.

Für Messungen mit verschiedenen Frequenzen kann als Meßstromquelle z.B. der Pegelsender Rel 3 W 36 (30 bis 30000 Hz), S. 40, verwendet werden. Als Empfänger genügt oft ein Meßhörer allein. Besser ist es jedoch, bei allen Messungen einen Empfangsverstärker vorzuschalten, z.B. den Spannungsmesser Rel 3 U 122 (30 bis 20000 Hz), S. 412, oder — vor allem bei Meßfrequenzen > 3000 Hz und akustischer Beobachtung — einen Überlagerungsempfänger, z.B. die Ausführung Rel 3 U 412 (30 Hz bis 1 MHz), S. 459.

Zweckmäßige Verbindungsleitungen s. Meßplatzbild. Bei Kapazitäten > 1 µF ist es zweckmäßig, das Meßobjekt über kurze dicke Anschlußdrähte mit der Brücke zu verbinden, damit die tan δ-Anzeige nicht zu sehr durch die Zuleitungen verfälscht wird.



ZUBEHÖR, ABMESSUNGEN UND GEWICHTE

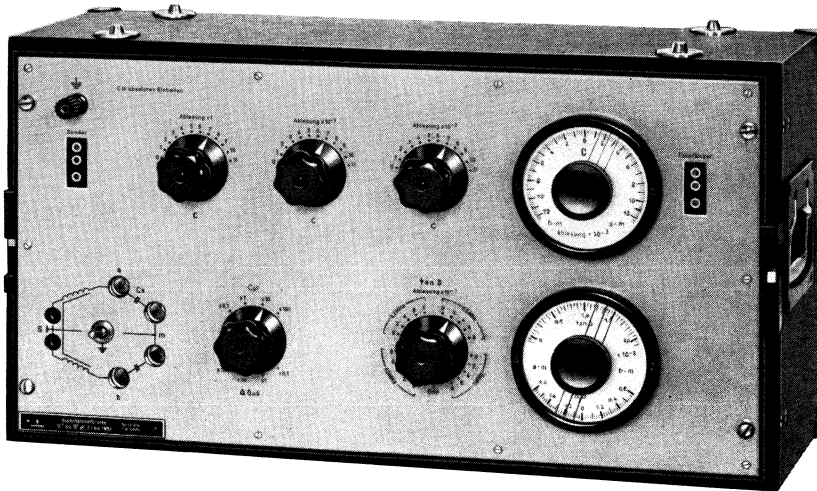
Gegenstand	Bezeichnung	Abmessungen in mm	Gewicht etwa kg	Preis
<b>KAPAZITÄTS-MESSBRÜCKE</b>				
0,001 pF bis 100 µF (200 bis 10000 Hz) .....	Rel 3 R 116	550 × 300 × 280	18	
<i>Zubehör</i>				
2 geschirmte Verbindungsleitungen .....	Rel ltg 533 b	500	je 0,2	S. 512
<i>Nach Bedarf</i>				
1 800-Hz-Meßsummer und -Abstimmverstärker	Rel 3 R 512	550 × 190 × 300	16	S. 20
1 Meßhörer (2 × 1000 Ω), z. B. ....	9 Fg tph 2a	—	—	
2 geschirmte Verbindungsleitungen, z. B. .... oder	Rel ltg 546a, ... d	500, ... 2000	0,2	S. 512
1 Meßstromquelle, z. B. Meßsender (30 bis 30000 Hz) .....	Rel 3 W 36	405 × 266 × 280	19	S. 40
1 Hörverstärker, z. B. Spannungsmesser 10 mV/100 V (30 bis 20000 Hz) .....	Rel 3 U 122	137 × 266 × 180	4	S. 412
oder Überlagerungsempfänger (30 Hz bis 1 MHz) .....	Rel 3 U 412	550 × 300 × 280	26	S. 459
1 Toleranz-Meßgerät (800 Hz) .....	Rel 3 R 513	550 × 232 × 280	5	S. 410
2 oder 4 geschirmte Verbindungsleitungen, z. B. 2 geschirmte Verbindungsleitungen (für Differenzmessungen) .....	Rel ltg 546a, ... d	500, ... 2000	je 0,2	} S. 512
oder	Rel ltg 533 b	500	je 0,2	
	Rel ltg 533 c	750	je 0,2	

## Kapazitäts-Meßbrücke 0,0001/1000 pF

Rel 3 R 127

0,1 bis 1 MHz

**ANWENDUNG** Die Meßbrücke eignet sich zum genauen Messen von ungeerdeten und einpolig geerdeten Kapazitäten aller Art im Bereich von 1/10000 bis 1000 pF. Es können sowohl Teil- als auch Betriebskapazitäten gemessen werden, insbesondere von Röhren und keramischen Klein-



kondensatoren, wofür im DIN-Blatt 41 341 die Meßfrequenz 1 MHz empfohlen wird. Ferner läßt sich die Dielektrizitätskonstante  $\epsilon_r$  von Isolierstoffen für die HF-Technik bestimmen, wobei ebenfalls die Meßfrequenz 1 MHz wichtig ist (z.B. keramische Massen; s. VDE 0335). Dazu können Schutzringkondensatoren verwendet werden. Schließlich ist es möglich, beliebige, innerhalb des Meßbereiches liegende Abweichungen  $\Delta C_x$  zweier Kapazitäten voneinander unmittelbar abzulesen (Differenzmessung). Bei Kapazitätsmessungen gibt der Phasenregler des Gerätes den Verlustfaktor  $\tan \delta_x$  an, bei Differenzmessungen die Differenz  $\Delta G$  der Wirkleitwerte der verglichenen Kondensatoren.

Ein besonderer Vorzug dieser Meßbrücke — wie bei der Kapazitäts-Meßbrücke Rel 3 R 116 (S. 208) — besteht darin, daß sie nur einen einzigen Normalkondensator für den gesamten Meßbereich benötigt. Dies wird möglich durch die Verwendung von Spannungsteilerdrosseln zur Einstellung des Brückenverhältnisses; ihre Teilungsunsicherheit liegt in der Größenordnung von 0,1%. Der verwendete Normalkondensator zeichnet sich durch geringe Temperaturabhängigkeit und hohe zeitliche Konstanz aus.

### VORLÄUFIGE KENNWERTE

Frequenzbereich ..... 0,1 bis 1 MHz  
übliche Meßfrequenz ..... 1 MHz

### Meßbereich

für die Kapazität  $C_x$  und  $\Delta C_x$ , ungeerdet ..... 0,0001 bis 1000 pF  
geerdet (nur für  $f_m = 1$  MHz, nicht für den Bereich  $\times 10^{-1}$ ) .. 0,001 bis 1000 pF  
für den Verlustfaktor  $\tan \delta_x^*$ , stetig einstellbar ..... 0 bis  $2 \cdot 10^{-2}$   
zusätzlich in Schritten von je  $2 \cdot 10^{-2}$  ..... bis  $10 \cdot 10^{-2}$   
für die Wirkleitwertsdifferenz  $\Delta G^{**}$  (bei Differenzmessung)  
stetig einstellbar, je nach Kapazitätsbereich. .... 0 bis  $\pm 0,6 \times 0,1 \dots \times 100 \mu S$

Meßunsicherheit für die Kapazität  $C_x$  und  $\Delta C_x$

- bis 0,1 pF .....  $\pm 1\%$
  - von >0,1 bis 1,0 pF .....  $\pm 0,5\%$
  - von > 1,0 bis 1000 pF .....  $\pm 0,2\% \pm \delta_2^{***}$
- (bei geerdetem Meßobjekt nur für  $f_m = 1$  MHz und nicht für Bereich  $\cdot \times 10^{-1}$ )

Unsicherheit des Nullpunktes für die  $C$ -Einstellung beim Messen von  
ungeerdeten Meßobjekten .....  $\pm 0,2$  mpF  $\pm 2$  Skalenteile  
geerdeten Meßobjekten (für  $f_m = 1$  MHz,  
nicht für den Bereich  $\times 10^{-1}$ ) .....  $\pm 2$  mpF  $\pm 10$  Skalenteile

Meßunsicherheit

- für den Verlustfaktor  $\tan \delta_x$  .....  $\pm 5\% \pm \tan \delta_{\text{Gerät}} = 0,5 \cdot 10^{-3}$
- für die Wirkleitwertdifferenz  $\Delta G$
- bei ungeerdetem Meßobjekt .....  $\pm 5\% \pm 2$  Skalenteile
- bei geerdetem Meßobjekt .....  $\pm 5\% \pm 0,2 \mu S \pm 2$  Skalenteile

Größte zulässige Eingangsspannung ..... 20V<sub>off</sub>

\*)  $\tan \delta_x$  ist unmittelbar ablesbar

- für ungeerdete Meßobjekte bei  $f = 0,1; 0,2; 0,5; 1$  MHz, wenn  $C_x \geq 0,01$  pF;
- für geerdete Meßobjekte bei  $f = 1$  MHz und wenn  $C_x \geq 10$  pF.

Für Meßfrequenzen  $f_m \neq f$  und  $C_x$  ungeerdet ist  $\tan \delta_x = \text{Ablesung} \times f_m/f$ .

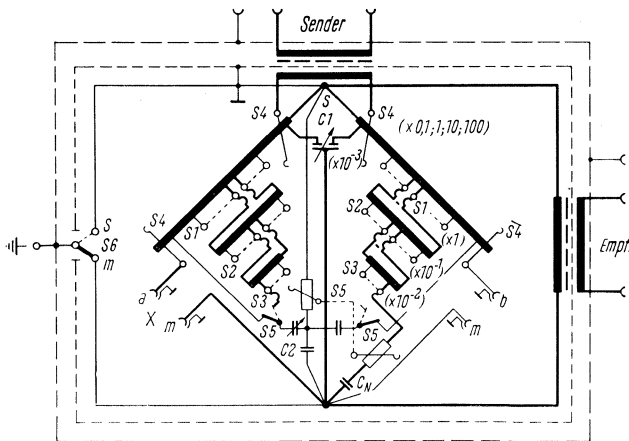
\*\*\*)  $\Delta G$  ist unmittelbar ablesbar bei  $f = 1$  MHz;

- für Meßfrequenzen  $f_m \neq 1$  MHz und  $C_x$  ungeerdet ist  $\Delta G = \text{Ablesung} \times (f_m/\text{MHz})^2$ .

\*\*\*\*) Zusätzlicher Fehler infolge der resultierenden Zuleitungsinduktivität  $L_o \approx 150$  nH

- innerhalb des Gerätes:  $\delta_2 = \omega_m^2 \cdot L_o \cdot C_x$  oder  $\delta_2/\% \approx 0,6 \cdot f_m^2/\text{MHz}^2 \cdot C_x/\text{nF}$ .

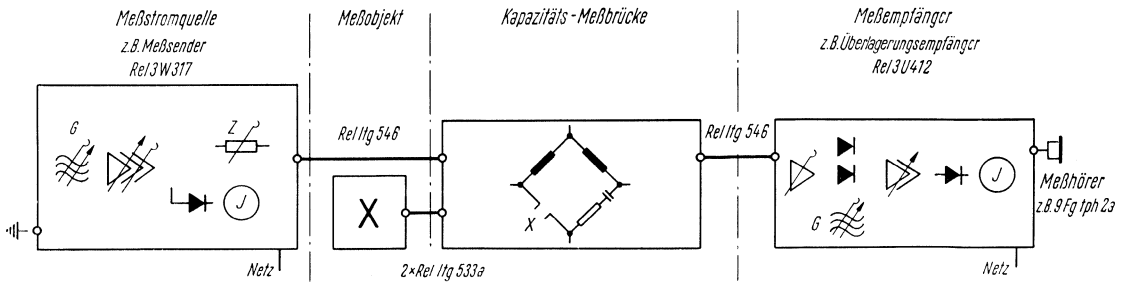
ARBEITSWEISE Zwei Brückenseiten bestehen aus den Wicklungen mehrerer Spannungsteiler-Drosseln. Ihr Teilverhältnis, das mit dem Schalter S4 eingestellt werden kann, bestimmt den jeweiligen  $C$ -Meßbereich. Die dritte Brückenseite bildet der zu messende Kondensator  $C_x$  und die



vierte das eingebaute Kapazitätsnormal  $C_N$  (100 pF).  $C_N$  liegt über die Drehschalter S1 bis S3 an weiteren Drosseln, die die Änderung des Brückenteilverhältnisses in 1/10-, 1/100- und 1/1000-Schritten ermöglichen. Der Differential-Drehkondensator  $C_1$  dient zur Feineinstellung.

Mit einem Stufenwiderstand in Reihe zu  $C_N$  (Schalter S5) und einem Drehkondensator  $C_2$  als Teil eines Widerstand-Kondensator-Sternes läßt sich die Phase abgleichen. Soll die Abweichung zweier Kapazitäten voneinander gemessen werden, dann liegt der zweite Kondensator an „b“ und „m“.

AUFBAU DES MESSPLATZES Als Meßstromquelle eignet sich gut der Meßsender Rel 3 W 317 (S. 42), als Meßempfänger z.B. der Überlagerungsempfänger Rel 3 U 412 (S. 459).



Zweckmäßige Verbindungsleitungen s. Meßplatzbild; die Leitungen Rel Itg 533 a zum Anschließen des Meßobjektes werden mit der Brücke mitgeliefert. Bei Kapazitäten >100 pF können zur Vermeidung störender Zuleitungsinduktivitäten aufsteckbare, geschirmte Schraubklemmen verwendet werden (diese auf Anfrage).

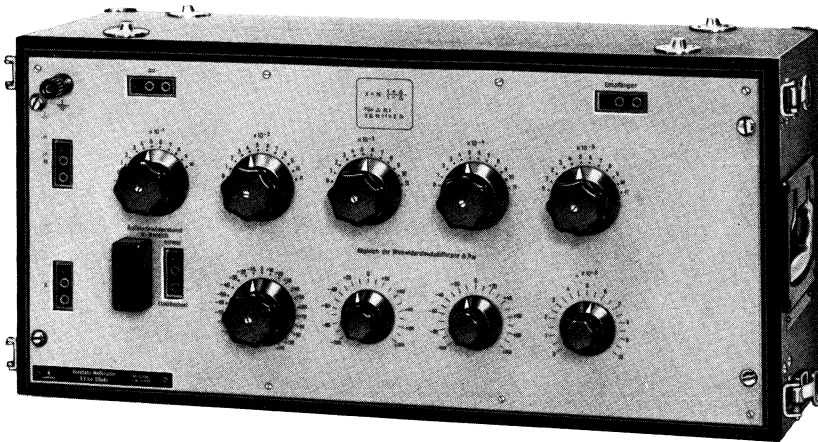
#### ZUBEHÖR, ABMESSUNGEN UND GEWICHTE

Gegenstand	Bezeichnung	Abmessungen in mm	Gewicht etwa kg	Preis
KAPAZITÄTS-MESSBRÜCKE 0,0001/1000 pF (0,1 bis 1 MHz) .....	Rel 3 R 127	550 × 300 × 280	18	
<i>Zubehör</i>				
2 geschirmte Verbindungsleitungen .....	Rel Itg 533 a	je 300	je 0,15	S. 512
<i>Nach Bedarf</i>				
1 Meßstromquelle, z. B. Meßsender (10 Hz bis 1 MHz) .....	Rel 3 W 317	550 × 368 × 280	35	S. 42
1 Meßempfänger, z. B. Überlagerungsempfänger (30 Hz bis 1 MHz) .	Rel 3 U 412	550 × 300 × 270	26	S. 459
1 Meßhörer, z. B. ....	9 Fg tph 2a	—	—	
2 Verbindungsleitungen, z. B. ....	Rel Itg 546 a...c	250,...2000	0,2	S. 512
1 oder 2 Paar Schraubklemmen .....	auf Anfrage	—	—	
2 Verbindungsleitungen (für Differenzmessungen) .....	Rel Itg 533 a	je 300	je 0,15	S. 512

**Konstanz-Meßbrücke für Spulen und Kondensatoren Rel 3 R 119**

0,8 bis 100 kHz

**ANWENDUNG** Mit dieser Meßbrücke läßt sich durch Vergleich mit einem außen anzuschließenden Normal die Scheinwiderstands-Konstanz von Spulen und Kondensatoren in Abhängigkeit von Temperatur, Feuchtigkeit, Zeit usw. ermitteln. Das Vergleichsnormale darf diesen Einflüssen nicht unterworfen sein; sein Scheinwiderstand soll sich zu dem des Meßobjektes etwa wie 1:1 verhalten.

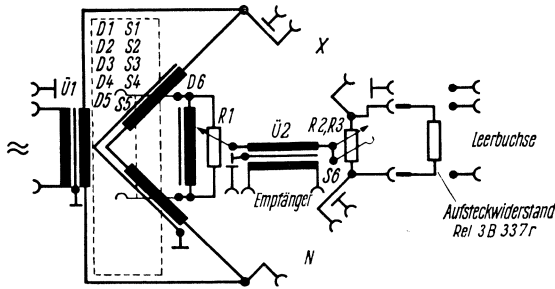


**B 5**

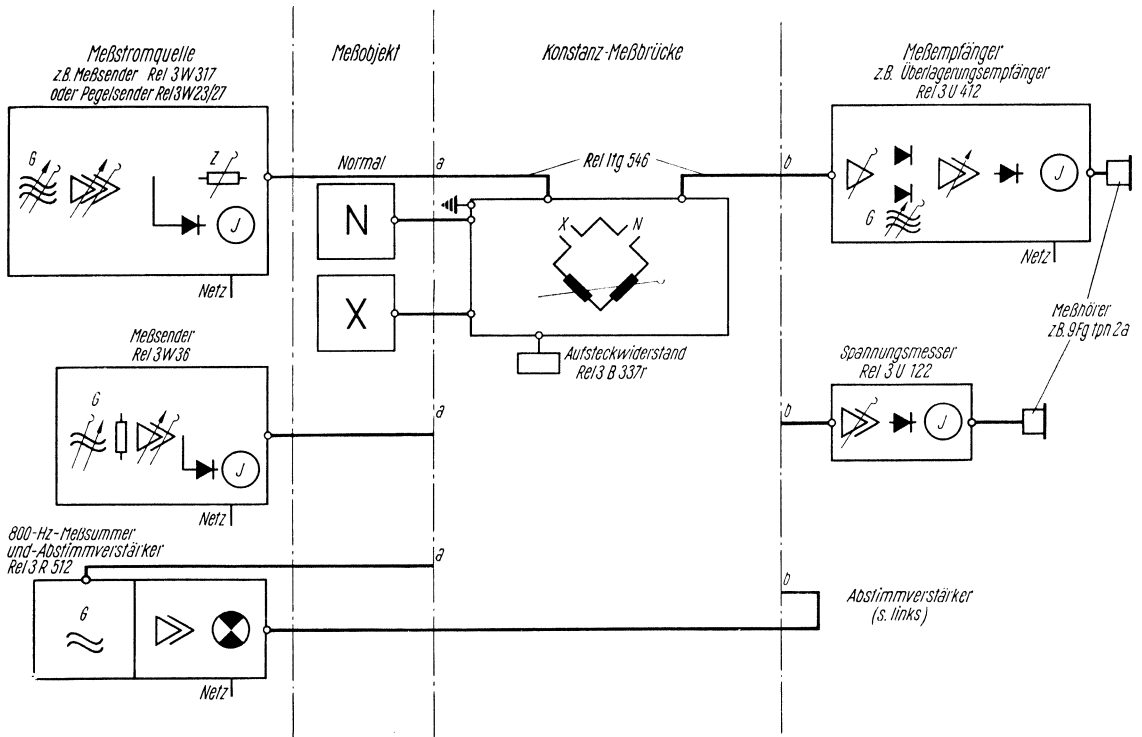
**VORLÄUFIGE KENNWERTE**

Frequenzbereich .....	0,8 bis 100 kHz
Scheinwiderstandsgrenzen für das Meßobjekt .....	etwa 50 bis 5000 $\Omega$
Abgleichbereich für den Faktor $\Delta$	
in Schritten von $10^{-1}$ bis $10^{-5}$ und stetig $1 \cdot 10^{-5}$ .....	0,3 bis 0,5 (bis 1)
entsprechend einem Scheinwiderstandsverhältnis	
$\frac{X}{N} = \frac{1+\Delta}{1-\Delta}$ .....	0,55 bis 3 (bis $\infty$ )
In Reihe zu $X$ oder $N$ einschaltbarer Wirkwiderstand (normal)	
in Schritten zu je 5 $\Omega$ und stetig .....	0 bis 110 $\Omega$
mit Parallelwiderstand Rel 3 B 337r .....	0 bis 9 $\Omega$
Meßunsicherheit	
für den Faktor $\Delta$	
bei 0,8 bis 30 kHz .....	$1 \cdot 10^{-5}$
bei 30 bis 100 kHz .....	$2 \cdot 10^{-5}$
für den Scheinwiderstand $X$	
(bei entsprechend genau bekanntem Vergleichsnormale N) .....	$5 \cdot 10^{-4}$
GröÙte zulässige Eingangsspannung $U_e$ .....	20 $V_{eff}$
Spannung $U_x$ am Meßobjekt .....	$U_x = \frac{U_e}{2} (1+\Delta)$

ARBEITSWEISE Der eine Brückenarm wird vom Meßobjekt X (Induktivität oder Kapazität), dem Vergleichsnormal N und dem dazwischenliegenden Widerstandsteiler  $S_6$ ,  $R_2$ ,  $R_3$ , der andere von einer Spannungsteilerdrossel  $D_1$  gebildet. Der Abgleich der Brücke erfolgt durch Verschieben der



Anzeigediagonale sowohl an der Drossel als auch am Widerstandsteiler, bis das Teilverhältnis der Drossel dem Verhältnis der Scheinwiderstände von X und N entspricht. Die Teilung von  $D_1$  läßt sich dabei mit Hilfe der nachgeschalteten weiteren Teilerdrosseln  $D_2$  bis  $D_6$  in Schritten von  $10^{-1}$  bis  $10^{-5}$  und mit dem Potentiometer  $R_1$  stetig verändern. Der Abgleichbereich des Widerstands-



Aufbau des Meßplatzes

teilers kann zur leichteren Einstellung des erforderlichen Wirkwiderstandsverhältnisses bei kleinen Werten von X und N durch Aufstecken eines Parallelwiderstandes Rel 3 B 337 r eingengt werden. Der besondere Vorteil dieser Schaltung mit abgleichender Anzeigediagonale besteht in der Möglichkeit, die Teilerdrosseln so zu bemessen, daß ihre Parallelschaltung zu mehreren Dekaden keine Fälschung der eigentlichen Drosselteilungen bewirkt. Diese aber können durch besondere Wick-



lungsanordnung, sorgfältige Herstellung und Verwendung hochpermeabler Kernwerkstoffe sehr genau hergestellt werden.

Das Meßergebnis läßt sich jedoch nicht unmittelbar ablesen; es muß durch eine allerdings sehr einfache Rechnung ermittelt werden. Ist  $\Delta$  der abgelesene Faktor, so ergibt sich, wenn  $X$  und  $N$  in Ohm eingesetzt werden:

$$X = N \frac{1+\Delta}{1-\Delta}$$

oder, für  $\Delta \ll 1$  (was meist erfüllt ist, wenn das Vergleichsnormal etwa in der Größe von  $X$  gewählt wird):

$$X \approx N (1 + 2 \Delta).$$

**AUFBAU DES MESSPLATZES** Dazu werden zusätzlich eine Meßstromquelle und ein Meßempfänger benötigt. Je nach Frequenzbereich, in dem gemessen werden soll, ist eine geeignete Meßstromquelle z. B. der Pegelsender Rel 3 W 23/27 (0,8 bis 320 kHz) S. 30, der Meßsender Rel 3 W 317 (10 Hz bis 1 MHz) S. 42 und der Meßsender Rel 3 W 36 (30 bis 30000 Hz) S. 40. Als Meßempfänger kann z. B. im Hörbereich (< 3000 Hz) der Spannungsmesser Rel 3 U 122 (30 bis 20000 Hz) S. 412, sonst der Überlagerungsempfänger Rel 3 U 412 (30 Hz bis 1 MHz) S. 459, verwendet werden. Für Messungen bei 800 oder 1000 Hz ist auch der Meßsummer und Abstimmverstärker Rel 3 R 512 (S. 20) geeignet. Der Aufsteckwiderstand Rel 3 B 337 r wird immer mitgeliefert; er dient, falls erforderlich, zur Einengung des Abgleichbereichs für den Wirkwiderstand.

An die Buchsen „N“ ist ein Vergleichsnormal anzuschließen, dessen Scheinwiderstand dem des Meßobjektes möglichst gleich sein soll.



#### ZUBEHÖR, ABMESSUNGEN UND GEWICHTE

Gegenstand	Bezeichnung	Abmessungen in mm	Gewicht etwa kg	Preis	
<b>KONSTANZ-MESSBRÜCKE FÜR SPULEN UND KONDENSATOREN</b>					
(0,8 bis 100 kHz) .....	Rel 3 R 119	550 × 270 × 280	15	} S. 512	
<i>Zubehör</i>					
1 Aufsteckwiderstand 10 Ω .....	Rel 3 B 337 r	—	—		
<i>Nach Bedarf</i>					
2 Verbindungsleitungen, z. B. .... oder	Rel ltg 546 a, ... d Rel ltg 547 a, ... e	500, ... 2000 250, ... 2000	0,2 0,2		
1 Meßstromquelle, z. B.					
Pegelsender (0,8 bis 320 kHz) .....	Rel 3 W 23/27	550 × 368 × 280	29		S. 30
Meßsender (10 Hz bis 1 MHz) .....	Rel 3 W 317	550 × 368 × 280	35		S. 42
Meßsender (30 bis 30000 Hz) .....	Rel 3 W 36	405 × 266 × 280	19		S. 40
1 Meßempfänger, z. B.					
Spannungsmesser (30 bis 20000 Hz) .....	Rel 3 U 122	137 × 266 × 180	4	S. 412	
Überlagerungsempfänger (30 Hz bis 1 MHz) .. oder	Rel 3 U 412	550 × 300 × 280	26	S. 459	
800-Hz-Meßsummer und -Abstimmverstärker.	Rel 3 R 512	550 × 200 × 280	18	S. 20	
1 Meßhörer, z. B. ....	9 Fg tph 2a	—	—		

## Verlustfaktor-Meßbrücke für Isolierstoffe

Rel 3 R 413

50 Hz bis 5 MHz

**ANWENDUNG** Diese Meßbrücke dient zur Untersuchung der dielektrischen Verluste fester und flüssiger Isolierstoffe sowie zur Messung des Verlustfaktors von erdfreien Kapazitäten bis zu 1000 pF, z. B. Kleinkondensatoren und kurzer Kabelabschnitte. Auch der Verlustfaktor von Spulen aller Art kann bestimmt werden.



Es wird eine Brückenschaltung mit Hilfszweig angewendet. Mit diesem Hilfszweig lassen sich die Erdableitungen des Meßobjektes unwirksam machen, so daß — zugleich auch infolge des verlustarmen Aufbaues des gesamten Gerätes — kleinste  $\tan \delta_x$ -Werte ( $\leq 3 \cdot 10^{-5}$ ) meßbar sind. Außerdem werden dadurch Messungen an Teilkapazitäten ermöglicht, z. B. Teilwerte symmetrischer Kabelstücke und kleiner Mehrfachkondensatoren, Schirm- oder Gehäusekapazitäten kleiner Becherkondensatoren oder ähnliche Bauteile.

Eine eingebaute Verstärkerstufe sorgt für ausreichende Abgleichgenauigkeit mit den angegebenen Überlagerungsempfängern. Sie kann für Reihenmessungen an gleichartigen Meßobjekten wahlweise in eine Differentialstufe umgeschaltet werden; es ist dann nicht notwendig, den Hilfszweig bei jeder einzelnen Messung neu abzugleichen.

Die Betriebsspannungen liefert über den eingebauten Netzteil das Wechselstromnetz 110/220 V.

### KENNWERTE

Frequenzbereich ..... 50 Hz bis 5 MHz

#### Meßbereich

für den Verlustfaktor  $\tan \delta_x$  ..... 0 bis etwa  $80 \cdot 10^{-3}$   
und zwar umschaltbar in den drei Bereichen .....  $\times 1$ ,  $\times 10$ ,  $\times 100$

für die Kapazität  $C_x$

bis  $f_m = 5$  MHz ..... 20 bis 200 pF

bis  $f_m = 2$  MHz ..... 20 bis 500 pF

mit Zusatzkondensator

$C_{z1} = 500$  pF parallel zu  $C_N$ , bis  $f_m = 500$  kHz ..... 500 bis 1000 pF

$C_{z2} = 20$  pF parallel zu  $C_x$ , bis  $f_m = 5$  MHz .....  $< 20$  pF

Meßbereich

für die Induktivität  $L$  ..... von der Meßfrequenz  $f_m$  abgänglich, entsprechend der Beziehung  $L = 1 / (2\pi f_m)^2 \cdot C_N$ ;  $C_N$ -Bereich wie  $C_X$ -Bereich

Meßunsicherheit

für den Verlustfaktor  $\tan \delta_x$  .....  $\leq \pm 5\% \pm \tan \delta_{\text{Gerät}}$   
 $\tan \delta_{\text{Gerät}}$

bei  $C_X > 20 \text{ pF}$  .....  $\leq 0,3 \cdot 10^{-4}$

bei  $C_X < 50 \text{ pF}$  und  $f < 500 \text{ Hz}$  .....  $\leq 0,5 \cdot 10^{-4}$

bei  $C_X < 100 \text{ pF}$  ..... Korrekturfaktor  $k = 1 + C_{0X} / C_X$   
 Klemmenkapazität  $C_{0X} = 5 \text{ pF}$

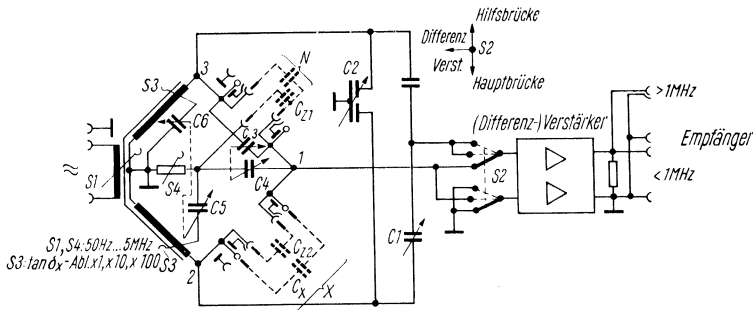
mit  $C_{Z2} = 20 \text{ pF}$  parallel zu  $C_X$  .....  $k = 1 + \frac{C_{0X} + C_{Z2}}{C_X}$

für die Kapazität  $C_X$  .....  $\leq \pm 2\% \pm 1 \text{ pF}$

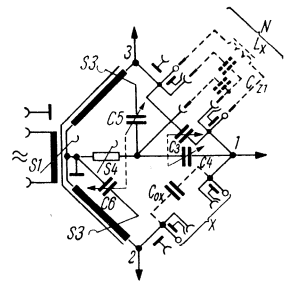
Netzanschluß .....  $220 \text{ V} \pm 10\%$ ; 48 bis 60 Hz; 30 VA



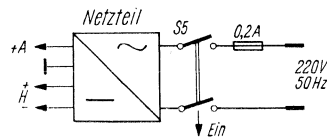
ARBEITSWEISE Bei Messungen an Kondensatoren bilden den einen Zweig der Brückenschaltung das Meßobjekt  $C_X$  und der Meßdrehkondensator  $C_3$ , den anderen die Differentialwicklung eines Stromquellen-Übertragers. Wegen des großen Frequenzbereiches sind insgesamt drei Übertrager vorgesehen, die mit Schalter  $S_1$  wahlweise eingeschaltet werden können. Das Übersetzungsverhältnis



Messung an Kondensatoren (S3 auf „Kap.“)



Messung an Spulen (S3 auf „Ind.“)



ihrer Differentialwicklungen ist 1:1; der  $C$ -Meßbereich entspricht somit der Größe des Meßdrehkondensators  $C_3$ , der von etwa 20 bis 500 pF veränderbar ist. Durch Aufstecken des mitgelieferten Zusatzkondensators Rel 3 R 95 ( $C_{Z1} = 500 \text{ pF}$ ) parallel zu  $C_3$  läßt sich der Bereich bis 1000 pF erweitern. Aber auch Kapazitäten  $< 20 \text{ pF}$  können gemessen werden, wenn ein Zusatzkondensator ( $C_{Z2}$ ) von 20 pF zu  $C_X$  parallelgeschaltet wird; der abgelesene  $\tan \delta$ -Wert muß in diesem Falle umgerechnet werden.

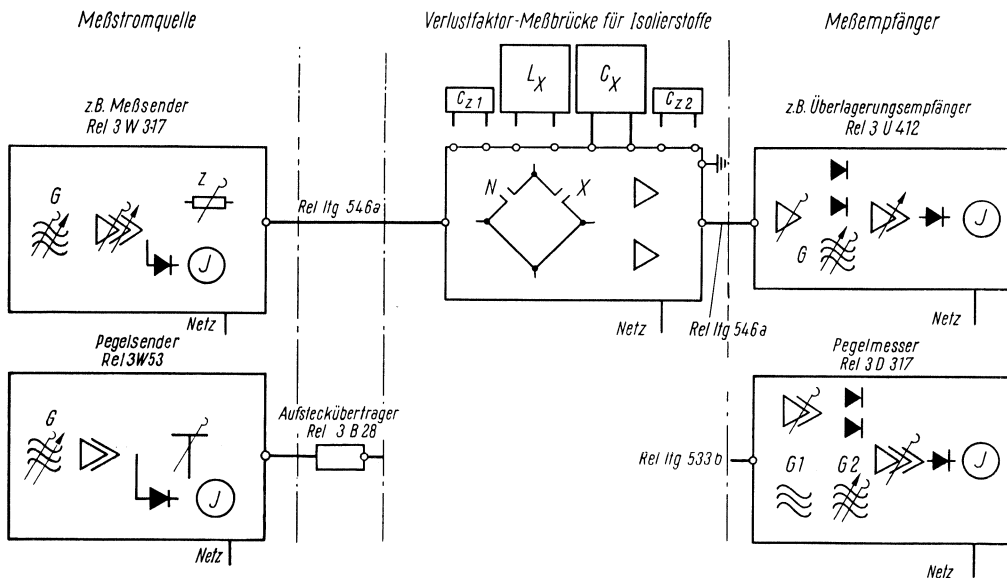
Die Messung sehr kleiner Verlustfaktoren stellt an die Meßschaltung höchste Anforderungen hinsichtlich ihrer Verlustfreiheit, der Winkelsymmetrie der Differentialwicklung sowie der Einstellgenauigkeit der Elemente für den Betragabgleich. Die hohe Verlustfreiheit der Schaltung wird

durch hochwertige Einbauteile erreicht, sowie durch einen äußerst gedrängten Aufbau der eigentlichen Brücke, der kürzeste Verbindungen mit blanken versilberten Kupferbändern ermöglicht. Erdleitwerte des Meßobjektes, der Schaltung und Unsymmetrien der Wicklung beeinflussen die Symmetrie von Punkt 2 und 3 gegen Erde; es ist deshalb ein Hilfsbrückenabgleich vorgesehen. Zur Bestimmung des Verlustfaktors wird eine Sternschaltung benutzt, mit der sich die als Parallelleitwert gedachten Verluste von  $C_X$  durch einen gleich großen Wirkleitwert mit negativem Vorzeichen kompensieren lassen. Zur genauen Ablesung kleiner Verlustfaktoren kann der Sternkondensator C5 mit Hilfe des Faktorschalters an die Abgriffe eines kapazitiven Spannungsteilers mit  $1/10$  oder  $1/100$  der Brückenspannung gelegt werden, womit sich der Meßbereich für  $\tan\delta$  entsprechend verringern läßt.

Der Meßempfänger liegt an einer eingebauten aperiodischen Vorverstärkerstufe, die zur Herstellung der Winkelsymmetrie der Differentialwicklung an die Hilfsbrücke oder zur eigentlichen  $\tan\delta$ -Messung an die Hauptbrücke angeschlossen werden kann. Die Verstärkerstufe läßt sich durch eine zweite Röhre zu einem Differentialverstärker ergänzen, der in erster Näherung nur auf die Differenz zwischen der Hilfs- und Hauptbrücken-Diagonalspannung anspricht und die Messung von kleinen Änderungen der Erdleitwerte in gewissen Grenzen unabhängig macht. Dadurch kommt man bei Reihenmessungen an gleichartigen Kondensatoren mit einer einmaligen Hilfsbrückenabstimmung aus.

Bei Messungen an Spulen liegt das Meßobjekt an den Klemmen „N“, so daß es sich mit dem Meßdrehkondensator C3 auf Resonanz abstimmen läßt. Die „X“-Seite der Brücke besteht jetzt nur noch aus der kleinen Klemmenkapazität  $C_{0X}$ .

**AUFBAU DES MESSPLATZES** Als Meßstromquelle soll ein Meßsender mit einer Ausgangsleistung möglichst  $> 0,5$  W verwendet werden, z. B. der Meßsender Rel 3 W 317 (S. 42). Bei Sendern mit unsymmetrischem Ausgang können bei Meßfrequenzen  $f_m > 1$  MHz und kleinen Kapazitäten



Kopplungen auftreten, die das Meßergebnis fälschen; dann ist ein symmetrischer Aufstecküberträger, z. B. Rel 3 B 28, zwischenschalten.

Der Empfänger muß selektiv sein und noch Spannungen  $< 10 \mu V$  abzuhören gestatten, wie es

z. B. beim Überlagerungsempfänger Rel 3 U 412 (S. 459) oder beim Selektiven Pegelmesser Rel 3 D 317 (S. 354) der Fall ist.

Für Frequenzen  $f_m \leq 500$  kHz läßt sich der C-Meßbereich durch Aufstecken des stets mitgelieferten Zusatzkondensators Rel 3 R 95 ( $C_{Z1} = 500$  pF) auf die Buchsen „N“ bis  $C_X = 1000$  pF erweitern. Für  $C_X < 20$  pF ist der auf Wunsch mitgelieferte Zusatzkondensator Rel 3 R 96 ( $C_{Z2} = 20$  pF) auf die Buchsen „X“ aufzustecken.

Der Meßplatz kann nach Bedarf noch durch Prüflingsaufnahmen ergänzt werden: Rel 3 R 93 für feste Isolierstoffe und Rel 3 R 94 für flüssige Isolierstoffe.

Zweckmäßige Verbindungsleitungen s. Meßplatzbild.

#### ZUBEHÖR, ABMESSUNGEN UND GEWICHTE

Gegenstand	Bezeichnung	Abmessungen in mm	Gewicht etwa kg	Preis
VERLUSTFAKTOR-MESSBRÜCKE FÜR ISOLIERSTOFFE (50 Hz bis 5 MHz) .....	Rel 3 R 413	550 × 300 × 280	20	
<i>Zubehör</i>				
2 Röhren .....	C 3g	—	—	
3 Schmelzeinsätze 0,3 A (2 als Ersatz) .....	0,2/250 DIN 41571	—	—	
1 Zusatzkondensator 500 pF ( $C_{Z1}$ ) .....	Rel 3 R 95	—	—	
<i>Nach Bedarf</i>				
1 Zusatzkondensator 20 pF ( $C_{Z2}$ ) .....	Rel 3 R 96	—	—	
1 Prüflingsaufnahme				
für feste Isolierstoffe .....	Rel 3 R 93	—	—	
für flüssige Isolierstoffe .....	Rel 3 R 94	—	—	
1 Meßstromquelle, z. B.				
Meßsender (10 Hz bis 1 MHz) .....	Rel 3 W 317	550 × 368 × 280	35	S. 42
oder				
Pegelsender (30 kHz bis 30 MHz) .....	Rel 3 W 53	550 × 368 × 280	30	S. 37
1 Meßempfänger, z. B.				
Überlagerungsempfänger (30 Hz bis 1 MHz) .	Rel 3 U 412	550 × 300 × 280	26	S. 459
oder				
Selektiver Pegelmesser (30 Hz bis 30 MHz) ..	Rel 3 D 317	550 × 370 × 280	37	S. 354
2 symm. Verbindungsleitungen, z. B. ....	Rel ltg 546a	500	0,2	} S. 512
1 koaxiale Verbindungsleitung, z. B. ....	Rel ltg 533b	500	0,3	
1 Aufsteckübertrager zum Übergang von koaxialem Senderausgang auf Brückeneingang .....	Rel 3 B 28	—	—	

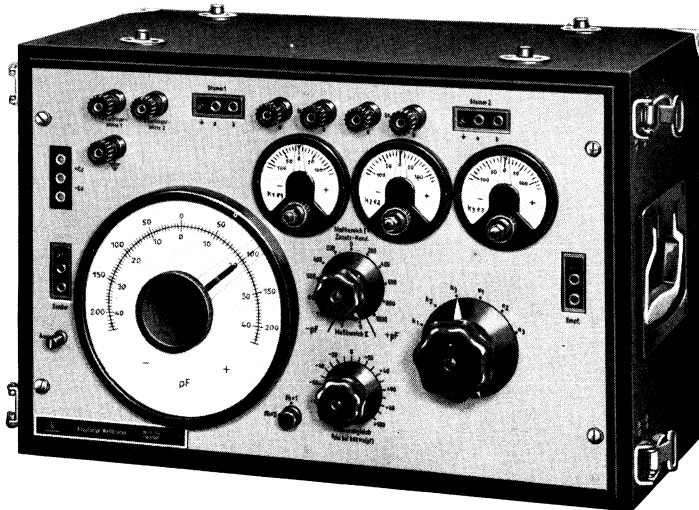


## Kopplungs-Meßbrücke

Rel 3 R 313

300 bis 10000 Hz

**ANWENDUNG** Diese Kopplungs-Meßbrücke dient zum Messen der kapazitiven *Nebensprechkopplungen* zwischen den Einzelsprechkreisen in Mehrfachkabeln und zum Bestimmen ihrer Erdkapazitätsunterschiede (*Erdkopplungen*). Die Meßergebnisse ermöglichen die Durchführung und Kon-



trolle des Kondensator- und Kreuzungsausgleichs an fertig verlegten Kabeln zur Beseitigung des gegenseitigen Nebensprechens sowie der Geräuschstörungen durch benachbarte Starkstromanlagen. In gleicher Weise wird die Meßbrücke zum Überwachen und Prüfen der Fernsprechkabel-Fabrikation und zur Abnahme der fabrikationsmäßigen Kabellängen verwendet. An durchgeschalteten Pupinkabeln kann, sofern das Kabel nicht in Betrieb ist, oberhalb der Grenzfrequenz  $f_0$  die Kopplung im jeweiligen Spulenfeld ohne Auftrennung an den Spulenpunkten gemessen und ausgeglichen werden. Mit dem Gerät läßt sich ferner der *Durchgriff zwischen geschirmten Leitern* und zwischen überbenachbarten Kreisen messen. Schließlich ist es möglich, bei Benutzung zusätzlicher Normale auch die *Teilkapazitäten* Ader/Ader und Ader/Erde an Fernsprechleitern zu bestimmen.

Das Bild auf S. 480 zeigt den Einsatz der Kopplungs-Meßbrücke in einem Montagezelt.

Messungen an Pupinkabeln *während des Betriebes* ermöglicht die Meßbrücke Rel 3 R 311 (S. 226).

### KENNWERTE

Frequenzbereich .....	300 bis 10000 Hz
normale Meßfrequenz .....	800 Hz
Meßbereich I	
stetig einstellbar .....	$\pm 200$ pF
zusätzlich in Schritten von 200 pF .....	$\pm 1200$ pF
Meßbereich II	
für kleine Kopplungswerte an Fabrikationsabschnitten .....	$\pm 40$ pF
Phasenabgleich, beschriftet in $G/\omega$ bei $f=800$ Hz .....	$\pm 100$ pF
mit Taste erweiterbar auf .....	$\pm 500$ pF
Zuleitungsabgleich für $k_1$ bis $k_3$ oder $e_1$ bis $e_3$ .....	etwa $\pm 120$ pF

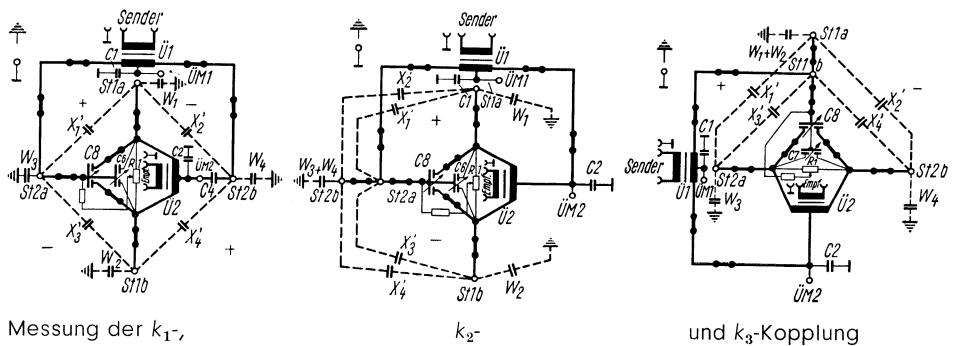
Meßunsicherheit bei  $f = 800$  Hz

bis 200 pF .....	$\pm 2$ pF
bis 400 pF .....	$\pm 3$ pF
bis 1200 pF .....	$\pm 5$ pF

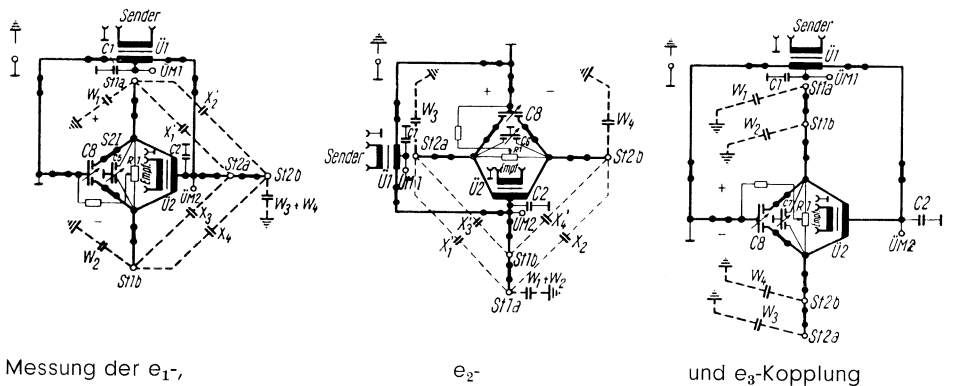
Meßfehler durch Unsymmetrie des Ausgangsübertragers zusätzlich

bei $k_2$ - und $k_3$ -Messungen .....	$\pm 2$ pF
bei $e_1$ -, $e_2$ - und $e_3$ -Messungen .....	$\pm 5$ pF

ARBEITSWEISE Die Nebensprechkopplungen  $k_1$  bis  $k_3$  und die Erdkopplungen  $e_1$  bis  $e_3$  werden nacheinander in sechs verschiedenen Brückenschaltungen gemessen (Umschalten eines mehrstufigen Schalters). Die Schaltauszüge zeigen die Wirkungsweise dieser Brückenschaltungen. Zwischen den vier Adern 1a, 1b (Stamm 1) und 2a, 2b (Stamm 2) eines Leitungsvierers sind mit gestrichelten



Zuleitungen die Seitenkapazitäten des Meßobjektes und zwischen diesen Adern und Erde seine Erdkapazitäten eingezeichnet, deren Unterschiede die gesuchten Kopplungen bestimmen. Die Nebenviererkopplungen  $k_4$  bis  $k_{12}$  werden, da es sich hierbei stets um Übersprechkopplungen handelt, in der Stellung  $k_1$  des Umschalters gemessen.



Durch drei eingebaute Differentialkondensatoren (C5, C6, C7) können zu gleicher Zeit entweder die Zuleitungskopplungen bei den  $k$ - oder bei den  $e$ -Messungen ausgeglichen werden. Erfordert der Meßbetrieb an jedem Vierer die durchgehende Messung von  $k_1$  bis  $e_3$  (z.B. bei Kabelwerksmessungen an Herstellungslängen von Fernsprechkabeln), so ist das mit dem besonderen Zuleitungsabgleich-Kondensator Rel 3 B 94 (S. 483) möglich, mit dem sämtliche Zuleitungskopplungen vor der Messung ausgleichbar sind. Die Kopplungsmessungen sind dann an keine bestimmte Reihenfolge gebunden. Zur Kopplungsmessung selbst wird die Brücke mit dem an den dicken Leitungs-

B 5





Zur Verminderung von Knallgeräuschen, z.B. durch Unterbrechung der Meßzuleitungen am Kabelende hervorgerufen, ist ein Knallschutz Rel 35 R 109 zweckmäßig.

Durchgehende  $k_1$ - bis  $e_3$ -Messungen sind zusammen mit dem Zuleitungsabgleich-Kondensator Rel 3 B 94 (S. 483) möglich. Bei Messungen an Nachbarvierern ( $k_4$ - bis  $k_{12}$ -Messungen) ist der Meßplatz durch einen Umschalter für Nebenvierermessungen Rel 3 B 97 (S. 484) zu ergänzen. An Stelle der Geräte Rel 3 B 94 und Rel 3 B 97 kann der Umschalter für Nebenvierermessungen Rel 3 B 93 mit eingebautem Zuleitungsabgleich (S. 486) eingesetzt werden.

Für Teilwertmessungen sind zusätzlich ein veränderbarer Kondensator, z.B. der Stufenkondensator Rel 3 B 51 (S. 496), und ein veränderbarer Widerstand, z.B. der Stufenwiderstand Rel 3 B 41 (S. 492) oder Stufenleitwert Rel 3 B 42 (S. 494), erforderlich.

Zweckmäßige Verbindungsleitungen s. Meßplatzbild.

#### ZUBEHÖR, ABMESSUNGEN UND GEWICHTE

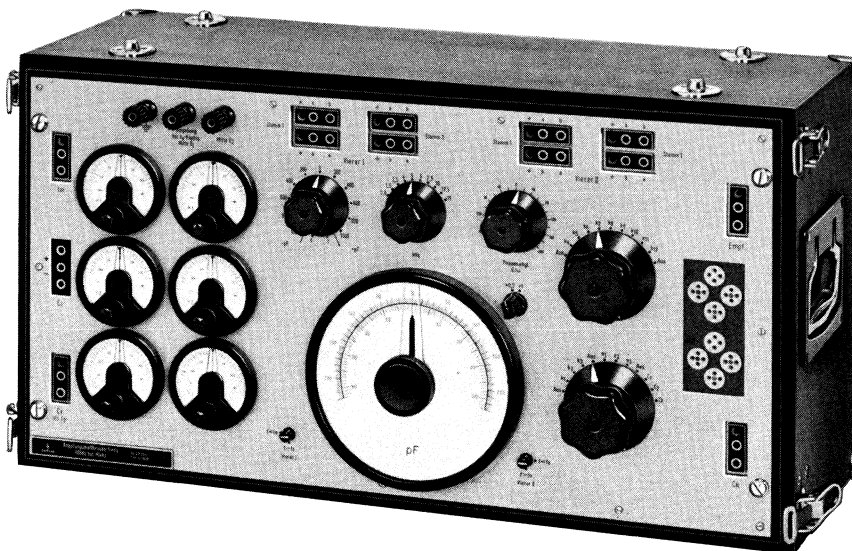
Gegenstand	Bezeichnung	Abmessungen in mm	Gewicht etwa kg	Preis
<b>KOPPLUNGS-MESSBRÜCKE</b>				
(300 bis 10000 Hz).....	Rel 3 R 313	405 × 266 × 280	13	
<i>Nach Bedarf</i>				
1 Meßhörer, z. B. ....	9 Fg tph 2a	—	—	
1 Knallschutz.....	Rel 35 R 109	50 × 50 × 22	0,2	
1 Meßsender (30 bis 30000 Hz) .....	Rel 3 W 36	405 × 266 × 280	19	S. 40
oder				
1 800-Hz-Meßsummer und -Abstimverstärker . oder	Rel 3 R 512	480 × 190 × 300	16	S. 20
1 Überlagerungsempfänger (30 Hz bis 1 MHz) ..	Rel 3 U 412	550 × 300 × 280	26	S. 459
1 Umschalter für Nebenvierermessungen .....	Rel 3 B 97	275 × 198 × 260	6	S. 484
1 Zuleitungsabgleich-Kondensator .....	Rel 3 B 94	260 × 200 × 180	4	S. 483
oder				
1 Umschalter für Nebenvierermessungen mit Zuleitungsabgleich-Kondensatoren .....	Rel 3 B 93	405 × 232 × 280	12,5	S. 486
2 geschirmte Verbindungsleitungen, z. B. ....	Rel ltg 547e	2000*)	0,3	} S. 512
oder	Rel ltg 547c	1000*)	0,2	
2 geschirmte Verbindungsleitungen, z. B. ....	Rel ltg 546a	500	0,1	
oder	Rel ltg 546b	1000*)	0,2	
1 Wechselrichter 12 V —/220 V~ .....	Rel 54 A 2	270 × 266 × 180	7	S. 520
1 Stufenwiderstand 0,1 Ω bis 12,2 kΩ .....	Rel 3 B 41	137 × 266 × 180	1,5	S. 492
1 Stufenleitwert 1 μS bis 122 mS .....	Rel 3 B 42	137 × 266 × 180	1,5	S. 494
1 Stufenkondensator 40 pF bis 1,22 μF .....	Rel 3 B 51	137 × 266 × 180	1,5	S. 496
*) andere Längen auf Wunsch				

## Kopplungs-Meßbrücke ( $f_m > f_0$ )

Rel 3 R 311

800 bis 15 000 Hz

**ANWENDUNG** Mit dieser Meßbrücke lassen sich im Frequenzbereich bis 15 000 Hz die *kapazitiven Nebensprechkopplungen* zwischen den Sprechkreisen eines Vierers und benachbarter Vierer ( $k_1$  bis  $k_{12}$ ) sowie die *Erdkopplungen* ( $e_1$  bis  $e_3$ ) bestimmen. Durch die Phantomkreisbildung mit den eingebauten Viererabschlüssen ist die Kopplungsmessung bei  $f_m > f_0$  möglich, ohne daß der Betrieb des Kabels mit Sprache oder Telegrafie behindert wird. Umgekehrt beeinträchtigen die Sprech-



spannungen und Telegrafiesignale nicht die Messung. Das Gerät ist daher besonders geeignet für Messungen an bereits verlegten oder in Betrieb befindlichen Pupin-Kabeln. Der kapazitive Ausgleich des Leitungsstückes zwischen zwei Spulenkästen läßt sich ohne Auftrennung des Kabels durchführen, was besonders im Reparaturdienst und beim Nachausgleich auf erhöhte Forderungen, beim Erneuern einzelner Längen oder beim fortschreitenden Verlegen neuer Kabelstrecken eine wesentliche Arbeitersparnis darstellt.

Auch die Teilabschnitte eines Spulenfeldes können gemessen werden, wenn man sie durch „Spulengängergänzungen“ mit eingebauten Pupinspulen zu ganzen Spulenfeldern ergänzt, so daß keine Fälschungen durch noch nicht ausgeglichene Nachbarabschnitte entstehen. Weiter ist die Messung aller kapazitiven Kopplungen an Einzellängen und aufgetrennten unbespulten Leitungen möglich. Mit einem zusätzlichen Stufenkondensator und Stufenleitwert oder -widerstand lassen sich auch die Betriebskapazitäten und deren Ableitungen von Stamm- und Phantomkreisen bestimmen.

### KENNWERTE

Frequenzbereich .....	800 bis 15 000 Hz
Meßbereich I, stetig einstellbar .....	0 bis $\pm 200$ pF
und zusätzlich in Schritten von 200 pF .....	bis $\pm 1200$ pF
Meßbereich II, für kleine Kopplungswerte .....	0 bis $\pm 40$ pF
Phasenabgleich, beschriftet in $G/\omega$ .....	$\pm 200$ pF
Meßbereich für Betriebskapazitäten .....	0 bis $0,15 \mu\text{F}$

Eigenunsymmetrie in Abhängigkeit von der Belastung

durch das Meßobjekt bei der Messung von  $k_1$  bis  $k_{12}$  .....  $\leq 5$  pF  
 $e_1, e_2, e_3$  .....  $\leq 7$  pF  
 (kann durch Umpolen verbessert werden)

Meßunsicherheit

in Meßstellung  $f_m < f_0$

$k_1, k_2, k_3; e_1, e_2, e_3$  ..... bis 1200 pF  
 und  $k_4$  bis  $k_{12}$  ..... bis 200 pF .....  $\pm 2\%$   $\pm 1$  pF

in Meßstellung  $f_m > f_0$

$k_1$  ..... bis 1200 pF .....  $\pm 2\%$   $\pm 1$  pF  
 $k_2, k_3$  ..... bis 1200 pF .....  $\pm 3\%$   $\pm 1$  pF  
 $k_4, k_7, k_8$  ..... bis 200 pF .....  $\pm 3\%$   $\pm 1$  pF  
 $k_5, k_6, k_9$  bis  $k_{12}$  ..... bis 200 pF .....  $\pm 2\%$   $\pm 1$  pF

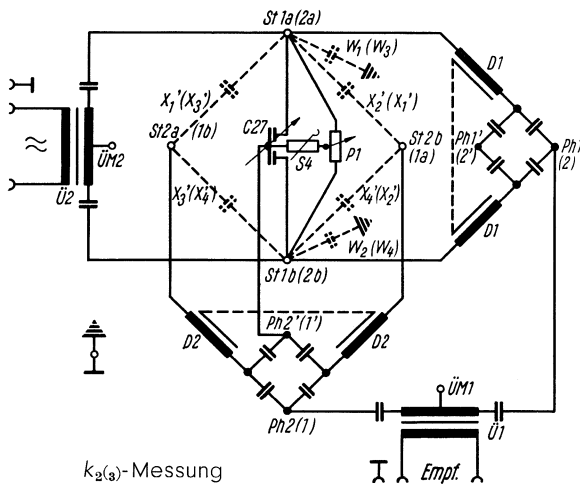
Meßunsicherheit für  $C_1, C_2$  und  $C_P$  mit entsprechend genauen Normalen ...  $\pm 1\%$

Zuleitungsabgleich für  $k_1, k_2, k_3; e_1, e_2, e_3$  ..... etwa 120 pF

Phantomkreisbildung ..... durch eingebaute symmetrische Drosseln

Zulässige Gleichspannung und WT-Impulse auf der Leitung .....  $\leq 100$  V

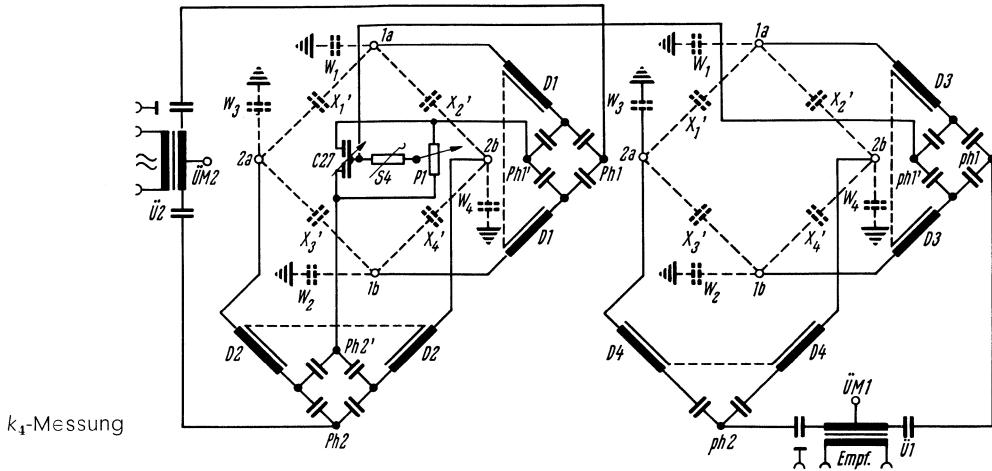
ARBEITSWEISE Die Nebensprechkopplungen  $k_1$  bis  $k_3$  und die Erdkopplungen  $e_1$  bis  $e_3$  werden — wie bei der Kopplungs-Meßbrücke Rel 3 R 313 (S. 222) — in sechs verschiedenen Brückenschaltungen gemessen (Umschaltung eines mehrstufigen Schalters). Mit einem zweiten Schalter ergeben sich die Schaltungen für die  $k_4$ - bis  $k_{12}$ -Messungen. Die beiden Schaltauszüge zeigen als Beispiele die



Schaltung für die  $k_{2,3}$ -Messung und die für die  $k_4$ -Messung. Zum Abstimmen der Brücke dienen der Differentialkondensator C 27 und die mit dem Potentiometer P 1 veränderbare Phasenausgleich-Schaltung. Zur Meßbereichserweiterung können dem Differentialkondensator fünf Festkondensatoren auf der Plus- oder Minusseite parallelgeschaltet werden ( $C = \pm 200$  pF  $\pm 5 \times 200$  pF). Bei Messungen an Pupinkabeln während des Betriebes ist nur zu beachten, daß die Meßfrequenz oberhalb der Grenzfrequenz des Kabels liegt.

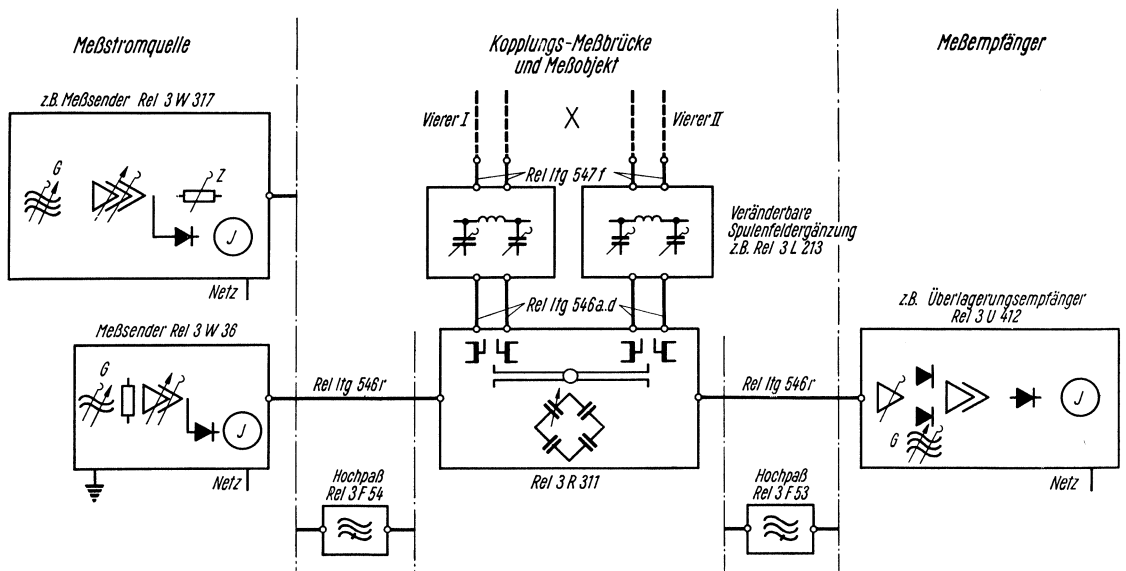
Bei der Messung der Aderkapazitäten ist der Ausgangsübertrager der Brücke als Differentialüber-trager geschaltet.

Die *Phantomkreise* werden im Gerät mit hochohmigen symmetrischen Drosseln gebildet, so daß ein Betrieb auf den Leitungen nicht beeinträchtigt wird. Die beiden Drosselhälften sind gegen Gleichstromimpulse auf der Leitung durch Kondensatoren geschützt. Diese lassen sich für die genaueren Messungen an nicht in Betrieb befindlichen Kabeln mit Tasten kurzschließen.



Für durchgehende Messungen  $e_1, \dots, e_3$  und  $k_1, \dots, k_{12}$  sind zum Ausgleich von Kopplungen der Meßzuleitungen und des Gerätes Nullabgleich-Elemente für  $e_1, \dots, e_3$  und  $k_1, \dots, k_3$  vorgesehen und innerhalb des Gerätes  $k_4, \dots, k_{12}$ -Kopplungen durch Schirmung vermieden. Mit geschirmten Meßzuleitungen gibt es auch keine  $k_4, \dots, k_{12}$ -Kopplungen zwischen den Meßzuleitungen.

**AUFBAU DES MESSPLATZES** Als Meßstromquelle eignet sich für alle Messungen z.B. der Meßsender Rel 3 W 36 (S. 40) oder der Meßsender Rel 3 W 317 (S. 42); als Meßempfänger ist z.B. der Überlagerungsempfänger Rel 3 U 412 (S. 459) zweckmäßig.



Für Messungen an den Anfängen der Kabelstrecken, an Stichleitungen und anderen Teilabschnitten kommt zum Meßplatz eine veränderbare Spulenfeldergänzung hinzu, so daß auch der Abgleich von Teilstücken möglich ist. Bei Nebenvierer-Messungen sind dann zwei Spulenfeldergänzungen erforderlich. Für Kabel mit 140-mH-/80-mH-Bespulung und Betriebskapazitäten 35 nF/90 nF gibt es z. B. die veränderbare Spulenfeldergänzung Rel 3 L 213. Ferner empfiehlt es sich, bei Messungen ohne Betriebsunterbrechung Meßsender und Meßempfänger über Hochpässe mit  $f_0 = 5000$  Hz (Rel 3 F 54 und Rel 3 F 53) anzuschalten. Sender und Empfänger sind dann von der übrigen Meßschaltung ausreichend getrennt, so daß WT- oder Steuerimpulse auf den Leitungen den Meßvorgang nicht stören. Außerdem können die Sender- und Empfänger-Anschlußwiderstände den Wellenwiderstand der Leitung nicht beeinflussen.

Zum Messen von Betriebskapazitäten und deren Ableitungen ist der Meßplatz durch einen Stufenkondensator Rel 3 B 51 (S. 496), einen Stufenwiderstand Rel 3 B 41/43 (S. 492) und gegebenenfalls auch einen Stufenleitwert Rel 3 B 42 (S. 494) zu ergänzen.

Zweckmäßige Verbindungsleitungen s. Meßplatzbild.

**B 5**

ZUBEHÖR, ABMESSUNGEN UND GEWICHTE

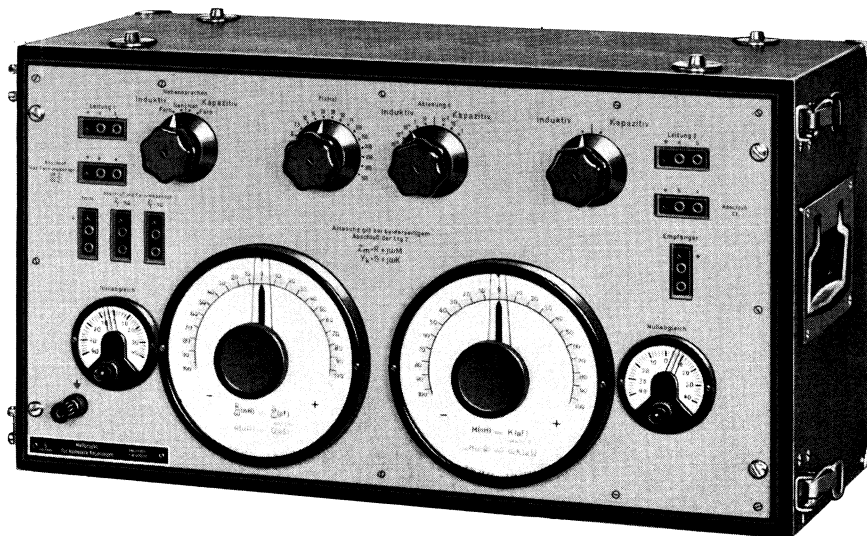
Gegenstand	Bezeichnung	Abmessungen in mm	Gewicht etwa kg	Preis
KOPPLUNGS-MESSBRÜCKE (800 bis 15000 Hz) .....	Rel 3 R 311	550 × 300 × 280	20	
<i>Nach Bedarf</i>				
1 Meßstromquelle, z. B.				
Meßsender (30 bis 30000 Hz) .....	Rel 3 W 36	405 × 266 × 280	19	
oder Meßsender (10 Hz bis 1 MHz) .....	Rel 3 W 317	550 × 368 × 280	35	
1 Meßempfänger, z. B.				
Überlagerungsempfänger (30 Hz bis 1 MHz) ...	Rel 3 U 412	550 × 300 × 280	26	
1 Hochpaß (für Senderanschluß) .....	Rel 3 F 54	140 × 106 × 66	1	
1 Hochpaß (für Empfängeranschluß) .....	Rel 3 F 53	140 × 106 × 66	1	
1 oder 2 Veränderbare Spulenfeldergänzungen (mit Umschalter) .....	Rel 3 L 213	275 × 198 × 220	2	
2 (oder 4) Verbindungsleitungen zum Anschluß von Sender und Empfänger (über Hochpässe) ..	Rel ltg 546 r	je 250	je 0,1	} S. 512
4 Verbindungsleitungen zum Anschluß der Kabelstämme .....	Rel ltg 547 f	je 1000	je 0,2	
2 oder 4 Verbindungsleitungen für Anschluß der Spulenfeldergänzungen .....	Rel ltg 546 a, ... d	500, ... 2000	0,3	
1 Stufenkondensator 1,22 µF (bis 500 kHz) .....	Rel 3 B 51	137 × 266 × 180	1,5	S. 496
1 Stufenwiderstand 12,2 kΩ oder 1,22 MΩ (0 bis 500 kHz) .....	Rel 3 B 41/43	137 × 266 × 180	1,5	S. 492
1 Stufenleitwert 120 mS (0 bis 500 kHz) .....	Rel 3 B 42	137 × 266 × 180	1,5	S. 494
einschließlich Verbindungsleitungen, z. B. ....	Rel ltg 546 a, ... d	500, ... 2000	0,2	S. 512

## Meßbrücke für komplexe Kopplungen

Rel 3 R 312

1 bis 600 kHz

**ANWENDUNG** Diese Meßbrücke dient vorwiegend zum Bestimmen der kapazitiven und induktiven Kopplungen (einschließlich ihrer Wirkanteile) zwischen symmetrischen TF-Leitungspaaren, die heute bis nahezu 600 kHz ausgenutzt werden. Die Kopplung ergibt sich nach ihren Komponenten, ihrer Größe und ihrem Vorzeichen. Es können die kapazitive Übersprechkopplung  $k_1$ , mit



geeigneten Viererabschlüssen auch die Mitsprechkopplungen  $k_2$  und  $k_3$  bei offenen Leitungsenden und die entsprechende induktive Kopplung bei Kurzschluß gemessen werden. Die getrennte Bestimmung der kapazitiven und induktiven Kopplung ist grundsätzlich auf elektrisch kurze Leitungsabschnitte beschränkt; dies ist praktisch ausreichend erfüllt, wenn die Länge der Leitung  $\leq 1/20$  der Wellenlänge der Meßspannung ist. An elektrisch langen Abschnitten können bei Abschluß der Leitungen am fernen Ende mit ihren Wellenwiderständen die beiden Komponenten (Blind- und Wirkanteil) der wirksamen Kopplung in Pikofarad oder Nanohenry bestimmt werden; diese Messungen sind an Fabrikationslängen und an verlegten Kabeln möglich.

Außerdem ermöglicht das Gerät:

bei hohen Frequenzen und langen Leitungsabschnitten die Bestimmung des Übertragungsmaßes  $g$ , nach Betrag ( $\alpha l$ ) und Phase ( $\beta l$ ) an einer Schleife von gleichartigen Leitungen, wenn die Leitungsdämpfung  $\alpha l$  um mindestens 3 N geringer ist als die am Meßende festgestellte Nah-Übersprechdämpfung zwischen Hin- und Rückleitung der Schleife;

im Bereich bis 600 kHz den Ausgleich an bestimmten Leitungsabschnitten und damit z. B. die Erhöhung der Fern-Nebensprechdämpfung;

bei bekanntem Phasenmaß an kurzen und langen Leitungsabschnitten die Ortsbestimmung des Kopplungsschwerpunktes;

bei ausreichend großer Dämpfung oder mit Hilfe fester Spannungsteiler die Ermittlung des Übertragungsmaßes  $g = a + jb$  wie Filtern, Verstärkern und Übertragern, von beliebigen aktiven und passiven Vierpolen sowie die Differenz des Übertragungsmaßes von Leitungen usw.;

die Bestimmung des Ortes der Unsymmetrie in einer Leitung, wenn dadurch benachbarte Leitungen oder die Symmetrie gegen Erde gestört werden (Ermittlung des Fehlerortes der Kopplung);

die Messung vorwiegend kleiner Widerstände und kleiner Leitwerte von Zwei- und Vierpolen. Der Meßbereich läßt sich durch Spannungsteiler, zusätzliche Widerstände und dgl. erweitern.

## KENNWERTE

Frequenzbereich ..... 1 bis 600 kHz

### Meßbereiche:

Stellung „Induktiv“

Induktive Kopplung „ $M$ “ und ihr Wirkanteil „ $\frac{R}{\omega}$ “ .....  $\pm 1$  pH bis  $\pm 1$   $\mu$ H  
 umschaltbar (S3) in 5 Bereichen ( $0$  bis  $100$  nH)  $\times 10^{-3}$ ,  $\times 10^{-2}$ ,  $\times 10^{-1}$ ,  $\times 1$ ,  $\times 10$   
 mit aufsteckbarem Spannungsteiler (10:1) Rel 3 B 36 .....  $10$   $\mu$ H  
 Wirk- und Blindanteil auch als Widerstandswert ablesbar

Stellung „Kapazitiv“

Kapazitive Kopplung „ $K$ “ und ihr Wirkanteil „ $\frac{G}{\omega}$ “ .....  $\pm 0,05$  bis  $\pm 50$  pF  
 kann auf  $\pm 500/\pm 5000$  pF erweitert werden  
 umschaltbar (S3) in 3 Bereichen ..... ( $0$  bis  $50$  pF)  $\times 10^{-2}$ ,  $\times 10^{-1}$ ,  $\times 1$   
 Wirk- und Blindanteil auch als Leitwert ablesbar

Meßunsicherheit für jede Komponente .....  $\pm 5\%$   $\pm 1$  Skt

Zusätzlicher Fehler des Meßwertes jeder Komponente

im Bereich 3 bis 300 kHz .....  $\pm 5\%$  des Meßwertes der anderen Komponente

sonst .....  $\pm 10\%$  des Meßwertes der anderen Komponente

Belastbarkeit ..... bei  $f < 5$  kHz .... etwa  $0,5$  W; bei  $f > 5$  kHz .... etwa  $5$  W



**ARBEITSWEISE** In der Stellung „Nebensprechen kapazitiv“ speist die Stromquelle über den Übertrager Ü1 die Leitung 1. Die Leitungsspannung liegt über die Übertrager Ü2 und Ü4 am Kondensator C11 und über den Phasendreher R5, R6, C3 am Kondensator C8. Die Rotoren von C11, C8 liegen an dem einen Ende einer Wicklung von Ü6, deren anderes Ende mit der Mitte von Ü2 verbunden ist. Dadurch fließen im Übertrager Ü6 zwei um  $90^\circ$  gegeneinander versetzte Ströme, von denen der eine proportional der Frequenz und der Verstimmung von C11, der andere nur proportional der Verstimmung von C8 ist. Der Kondensator C11 dient zur Kompensation der kapazitiven Kopplung „ $K$ “, C8 zur Kompensation der Ableitung „ $G$ “.

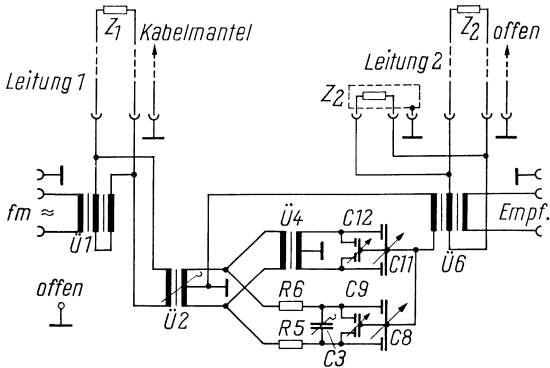
Beim Fern-Nebensprechen liegt die Stromquelle über einem Meßübertrager am fernen Ende der Leitung 1. Am Meßort liegt dann als Abschluß der Widerstand  $\frac{Z_1 \times 600 \Omega}{600 \Omega - Z_1}$  parallel zum Geräte-widerstand von  $600 \Omega$ .

In der Stellung „Nebensprechen induktiv“ speist die Stromquelle über den Übertrager Ü1 symmetrisch die Leitung 1 und den Widerstand R2. Die dem Leitungsstrom proportionale Spannung an R2 ist über den Koppelübertrager Ü2 an die Differentialkondensatoren C11 und C8 gelegt, deren Rotoren mit dem Widerstand R7 und dem Kondensator C3 verbunden sind. Die Spannung an R7 ist dann dem Strom, der Frequenz und der Verstimmung von C11 proportional; C11 dient daher zur Kompensation der induktiven Kopplung „ $M$ “. Die Spannung an C3 ist nur dem Strom und der Verstimmung von C8 verhältnismäßig; deshalb dient C8 zur Kompensation einer Wirkkopplung „ $R$ “. Die Spannungen an R7 und C3 werden über Ü5 in den Kompensationskreis Ü6 übertragen, an den der Empfänger angeschlossen ist.

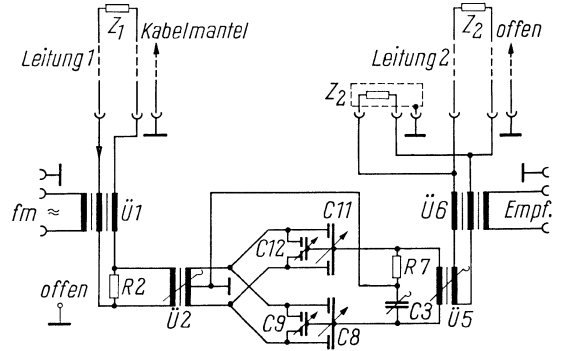
Bei Stellung „Fern-Nebensprechen“ muß die Meßstromquelle am fernen Ende über einen Meßübertrager angeschlossen werden. Am Meßort liegt als Abschluß ein Widerstand von  $30 \Omega$  in Reihe mit zwei Aufsteckwiderständen  $Z_1/2 - 15 \Omega$ .

In beiden Meßschaltungen kann der Meßbereich durch Änderung der Teilverhältnisse von Ü2 geändert werden. Die Werte für  $R$  und  $G$  werden mit C3 eingestellt, dessen Stufung so gewählt ist, daß bei Meßfrequenzen  $1; 1,5; 2; 3; 5; \dots 300; 500$  kHz die Wirkanteile  $R/\omega$  in

Henry und  $G/\omega$  in Farad an der schwarzen Skale abgelesen werden können. Bei Meßfrequenzen, die auf dem Schalter nicht vorgesehen sind, wird der abgelesene Wert mit dem Verhältnis  $f/f_m$  multipliziert. Wird der Schalter auf Schaltstellungen abweichend von  $f_m$  eingestellt, so ergibt sich mit  $f/f_m$  eine getrennte Bereichsänderung für  $R/\omega$  und  $G/\omega$ . Hiervon kann bei Abwei-



Messen der kapazitiven Kopplung

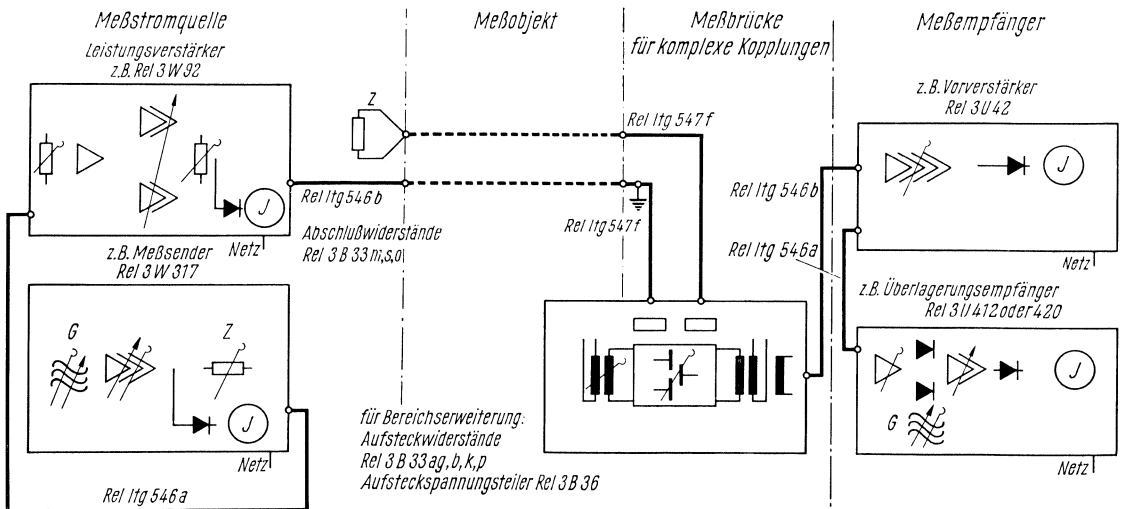


Messen der induktiven Kopplung

chungen bis zu zwei Schaltstellungen Gebrauch gemacht werden. Der Stufenschalter für C3 dient als Faktorschalter, wenn die Wirkanteile in R und G abgelesen werden sollen. Dabei ist die rote Skale des Meßdrehkondensators abzulesen und der Wert mit dem Faktor a des Stufenschalters zu multiplizieren. a ist so zu wählen, daß die dem Schalter zugeordnete Frequenzangabe möglichst nahe der Meßfrequenz liegt.

In beiden Meßschaltungen dienen die Kondensatoren C12 und C9, parallel zu C11 und C8, zum Nullabgleich vor Anlegen des Meßobjektes. Bei hohen Frequenzen müssen die Wellenwiderstände von Meßzuleitung ( $Z_M$ ) und Kabel ( $Z_K$ ) übereinstimmen. Bei  $Z_M < Z_K$  ist am Abschluß eine Meßzuleitungskapazität von  $\Delta c_M = c_M \left(1 - \frac{Z_M^2}{Z_K^2}\right)$  zuviel wirksam.

**AUFBAU DES MESSPLATZES** Die Meßstromquelle soll möglichst einen symmetrischen Ausgang haben und auch mit ihrem Spannungswert und ihrem Ausgangswiderstand der Meßbrücke entsprechen. Geeignet ist z. B. der Meßsender Rel 3 W 317 (S. 42). Bei unsymmetrischem Sender





ist ein geschirmter Übertrager einzufügen, z.B. der Meßübertrager Rel 3 B 27a (S. 488). Wenn das Verhältnis Meßpegel/Störpegel bei Fern-Nebensprechmessungen zu ungünstig wird, erhöht man die Sendeleistung mit einem Verstärker, z. B. dem 10-W-Meßverstärker Rel 3 W 92 (S. 44).

Als Empfänger wird am besten ein Überlagerungsempfänger mit hoher Empfindlichkeit gewählt, z.B. die Ausführung Rel 3 U 412 (S. 459) oder die Ausführung Rel 3 U 420 (S. 459). Zum Messen von Fern-Nebensprechkopplungen an langen Kabelabschnitten mit hoher Leitungsdämpfung kann die Empfindlichkeit des Meßempfängers mit einem Vorverstärker erhöht werden, z.B. mit dem Verstärker Rel 3 U 42 (S. 462).

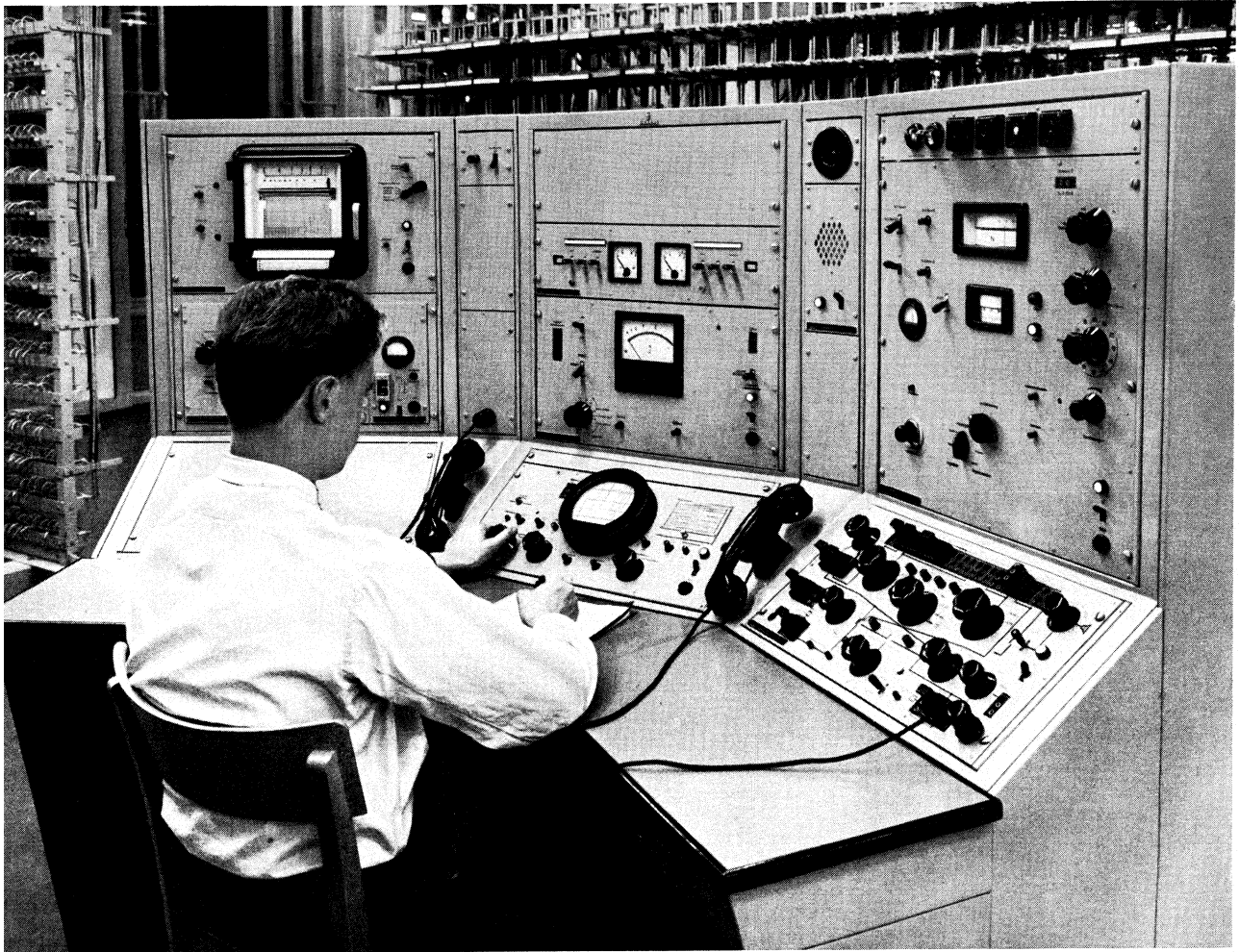
Um abschätzen zu können, welcher Aufwand für die Stromquelle und den Empfänger erforderlich ist, sind die kleinsten Kopplungswerte, die mit einer Unsicherheit von etwa 10% bestimmt werden sollen, in Nebensprech-Dämpfungswerte umzurechnen und zur Leitungsdämpfung hinzuzuzählen. Mit dem Sender Rel 3 W 317 und dem Empfänger Rel 3 U 412 sind etwa 14 N, mit zusätzlichem Vorverstärker Rel 3 U 42 etwa 19 N meßbar.

Zur Erweiterung des Meßbereichs „kapazitiv“ dienen Aufsteckwiderstände Rel 3 B 33 ag, b, k und p, beim Meßbereich „induktiv“ der Aufsteckspannungsteiler Rel 3 B 36. Für den Abschluß der Leitungen (Meßobjekt) werden Aufsteckwiderstände Rel 3 B 33 m, s, o für  $Z = 175 \Omega$  mitgeliefert; andere Werte, z.B. 65, 75, 130, 150, 195 und 600  $\Omega$ , auf Wunsch.

Zweckmäßige Verbindungsleitungen s. Meßplatzbild.

#### ZUBEHÖR, ABMESSUNGEN UND GEWICHTE

Gegenstand	Bezeichnung	Abmessungen in mm	Gewicht etwa kg	Preis
MESSBRÜCKE FÜR KOMPLEXE KOPPLUNGEN (1 bis 600 kHz) .....	Rel 3 R 312	550 × 300 × 280	18	
<i>Zubehör</i>				
1 Satz Aufsteckwiderstände*) für $Z = 175 \Omega$				
2 Widerstände $72,5 \Omega$ .....	Rel 3 B 33m	je 50 × 67 × 22	je 0,08	
1 Widerstand $175 \Omega$ .....	Rel 3 B 33s			
1 Widerstand $247 \Omega$ .....	Rel 3 B 33o			
<i>Nach Bedarf</i>				
1 Meßstromquelle, z. B.				
Meßsender (10 Hz bis 1 MHz) .....	Rel 3 W 317	550 × 368 × 280	35	S. 42
10-W-Meßverstärker (300 Hz bis 1 MHz) .....	Rel 3 W 92	550 × 300 × 280	27	S. 44
1 Meßempfänger, z. B.				
Überlagerungsempfänger (30 Hz bis 1 MHz) ...	Rel 3 U 412/420	550 × 300 × 280	28	S. 459
Vorverstärker (100 Hz bis 1 MHz) .....	Rel 3 U 42	550 × 232 × 280	15	S. 462
2 Verbindungsleitungen .....	Rel Itg 546b	je 1000	je 0,2	} S. 512
2 Verbindungsleitungen .....	Rel Itg 547f	je 1000	je 0,2	
2 Verbindungsleitungen, z. B. ....	Rel 546a...d	500 bis 2000	0,2	
1 Aufsteckspannungsteiler 10:1 für Bereichserweiterung „Induktiv × 10“ .....	Rel 3 B 36	50 × 93 × 45	0,2	
1 Aufsteckwiderstand				
1200 $\Omega$ für „Kapazitiv × 10“ bei $Z = 150 \Omega$ ...	Rel 3 B 33b	je 50 × 67 × 22	je 0,075	
600 $\Omega$ für „Kapazitiv × 10“ bei $Z = 175 \Omega$ ...	Rel 3 B 33p			
470 $\Omega$ für „Kapazitiv × 10“ bei $Z = 195 \Omega$ ...	Rel 3 B 33ag			
14,5 $\Omega$ für „Kapazitiv × 100“ bei $Z = 150$ bis $195 \Omega$	Rel 3 B 33k			
*) Weitere Sätze nach Bedarf				



Pegel-Meßpult, eingesetzt im NF-Verteilerraum  
eines Trägerfrequenz-Fernsprechamtes für mehrere tausend Sprechkreise

# B 6

## Dämpfungs- und Pegelmeßgeräte

### ÜBERSICHT

Gerät	Bezeichnung Rel 3 (auch 33)	Frequenzbereich	Meßbereich	Meßunsicherheit	Seite
Dämpfungsmeßgerät 4/9 N	D 25 a	300 bis 4000 Hz	4 bis 9,1 N	$\pm 0,1$ N	237
Dämpfungsmeßgerät 30/80 db .....	D 25 b		30 bis 81 db	$\pm 1$ db	
Dämpfungs-Meßeinrichtung 0/19 N .....	D 23 a	100 Hz bis 1 MHz	0 bis 19 N	$\pm 0,03$ N	240
Dämpfungs-Meßeinrichtung 0/160 db .....	D 23 b		0 bis 160 db	$\pm 0,3$ db	
Mitsprechzusatz zu D 23 ..	D 24	100 bis 20000 Hz	0 bis 11,5 N 0 bis 100 db	$\pm 0,05$ N $\pm 0,5$ db	386
Wobbelmeßplatz für Gruppenlaufzeit- und Dämpfungsverzerrungen	(33) L 61	0,1 bis 10 MHz	2 bis 3000 ns $\pm 0,1$ bis 10 db	$\pm 3$ ns $\pm 0,3$ db	
Dämpfungs-Wobbel- meßplätze .....	W 71 a W 71 b W 73 a W 73 b	30 $\pm$ 10 MHz 70 $\pm$ 25 MHz	- 1 bis + 1,2 N - 10 bis + 10 db - 1 bis + 1,2 N - 10 bis + 10 db	$\pm 5$ (10)%	246
Dämpfungs-Meßplätze ....	mit D 17	10 bis 400 MHz 300 bis 1000 MHz	bis 11,8 N (104 db) bis 13,6 N (117 db)	$\pm 0,1$ N (1 db) $\pm 0,1$ N (1 db)	250
Objektiver Bezugs- dämpfungs-Meßplatz ...	(33) A 41	200 bis 4000 Hz	- 3,5 bis + 5,5 N - 45 bis + 50 db	$\pm 0,1$ N $\pm 1$ db	253
Meßkoffer - 3/+ 3 N .....	K 15 a	300, ... 4000 Hz	- 6 bis + 3 N	$\pm 0,02$ N	26 u.
Meßkoffer - 30/+ 25 db ...	K 15 b		- 50 bis + 25 db	$\pm 0,2$ db	299
Meßkoffer - 1/+ 2 N .....	K 111	200 bis 6000 Hz	- 3 bis + 2 N	$\pm 0,02$ N	260
Meßkoffer - 3/+ 3 N .....	K 117 b	200 bis 6000 Hz	- 5 bis + 3 N	$\pm 0,02$ N	264
Meßkoffer - 30/+ 30 db ...	K 117 ct		- 50 bis + 30 db	$\pm 0,2$ db	
Pegelmesser - 1/+ 2 N ...	D 314 a, b	200 bis 6000 Hz	- 3 bis + 2 N	$\pm 0,03$ N	269
Pegelmesser - 10/+ 20 db .	D 314 c, d		- 30 bis + 20 db	$\pm 0,3$ db	
Pegelmesser - 10/+ 20 db .	D 323 b	200 bis 20000 Hz	- 30 bis + 20 db	$\pm 0,2$ db	272
Pegelmesser - 2/+ 2 N ...	D 323 d, e		- 4 bis + 2 N	$\pm 0,02$ N	
Pegelmesser - 4/+ 3,5 N ..	D 311 g, h	30 bis 20000 Hz	- 6,5 bis + 3,5 N	$\pm 0,02$ N	275
Pegelmesser - 40/+ 35 db .	D 311 k, n		- 65 bis + 35 db	$\pm 0,2$ db	
Pegelmesser - 4/+ 3,5 N ..	D 34 a	30 bis 20000 Hz	- 8 bis + 3,5 N	$\pm 0,01$ N	287
Pegelmesser - 40/+ 35 db .	D 34 b		- 80 bis + 35 db	$\pm 0,1$ db	

Fortsetzung nächste Seite

Gerät	Bezeichnung Rel 3 (auch 33)	Frequenzbereich	Meßbereich	Meßunsicherheit	Seite
Pegel-Meßgestell für Fern- sprechverstärkerämter . . . . .	(33) K 11 a	s. D 311	—	—	278
Pegel-Meßgestell für Rund- funkleitungs-Verstärker- ämter . . . . .	(33) K 11 b				
Pegel-Meßgestell } Pegel-Meßpult } mit Tragbarer } Schreiber Pegel-Meßplatz }	(33) K 21 (33) K 24	s. D 34	—	—	282
	(33) K 23				
Pegelbildgerät — 4/+2 N . . . .	K 211 a	200 bis 6000 Hz	{ — 6 bis +2,3 N — 50 bis +23 db	± 0,02 N ± 0,2 db	290
Pegelbildgerät — 30/+20 db . .	K 211 b				
Pegelbildempfänger — 4/+3 N .	D 320 c, d	30 bis 20000 Hz	{ — 7 bis +3,6 N — 65 bis +34 db	± 0,03 N ± 0,3 db	294
Pegelbildempfänger — 35/+30 db	D 320 e, f				
Pegelmesser — 3/+3 N . . . . .	D 327 b	30 bis 30000 Hz	{ — 6 bis +3 N — 50 bis +25 db	± 0,02 N ± 0,2 db	299
Pegelmesser — 30/+25 db . . . .	D 327 c				
Selekt. Pegelmesser — 4/+2,1 N	D 325 a	(0,3) 2 bis 160 kHz	{ — 7 bis +2,6 N — 65 bis +26 db	± 0,02 N ± 0,2 db	302
Selekt. Pegelmesser — 40/+26 db	D 325 b				
Pegeldifferenzmesser . . . . .	D 337	0,15 bis 300 kHz	{ ± 0,1 und ± 1 N	± 0,01 u. ± 0,1 N	306
Pegelmesser — 1/+2 N . . . . .	D 315 a	0,2 bis 1 MHz	{ — 3 bis +2 N — 25 bis +17 db	± 0,02 N ± 0,2 db	310
Pegelmesser — 8/+17 db . . . . .	D 315 b				
Selekt. Pegelmesser — 5/+2 N .	D 319 a	(0,3) 4 bis 620 kHz	{ — 8 bis +2,6 N — 75 bis +26 db	± 0,02 N ± 0,2 db	313
Selekt. Pegelmesser — 50/+26 db	D 319 b				
Eichpegelmesser — 4/+3 N . . .	D 322 a	0 bis 600 kHz	{ 0, . . . +3 N 0, . . . +30 db	± 0,005 N ± 0,05 db	318
Eichpegelmesser — 40/+30 db .	D 322 b				
Pegelmesser — 9/+3 N . . . . .	K 13	0,8 bis 620 kHz	{ — 12 bis +3 N — 110 bis +30 db	± 0,05 N ± 0,5 db	322
Pegelmesser — 80/+30 db . . . .	D 321				
Pegelbildempfänger — 5,5/+2,9 N . . . . .	K 29 a	0,3 bis 1200 kHz	{ — 7,5 bis 2,9 N — 70 bis 29 db	± 0,05 N ± 0,5 db	327
Pegelbildempfänger — 50/+25 db . . . . .	K 29 b				
Pegelmesser — 10/+3 N . . . . .	D 316 a	2 bis 1220 kHz	{ — 13 bis +3,1 N — 13 bis +3,1 N	± 0,02 N ± 0,02 N	332
Pegelmesser — 10/+3 N . . . . .	D 332 a				
Pegelmesser — 90/+30 db . . . .	D 332 b	0,3 bis 1220 kHz	{ — 115 bis +31 db	± 0,2 db	
Kanallücken- Pegelmeßeinrichtung . . . . .	K 54	12, . . . 552 kHz	{ — 8 bis +1 N	± 0,02 N	338
Lückenpilot-Meßplatz . . . . .	(33) K 528				
Lückenpilotverstärker 0,5/3 N .	D 93 a	60, . . . 4092 kHz	{ — 10,5 bis — 5,5 N — 90 bis — 45 db	± 0,03 N ± 0,3 db	342
Lückenpilotverstärker 5/20 db .	D 93 b				
Pilotpegelmesser . . . . .	D 329	84,08 und 411,92 kHz	{ — 11 bis — 8,8 N	± 0,02 N	347
Pegelmesser — 6/+2 N . . . . .	D 333 a, c	20 Hz bis 15 MHz	{ — 9 bis +2 N — 75 bis +20 db	± 0,02 N ± 0,2 db	350
Pegelmesser — 50/+20 db . . . .	D 333 b, d				
Selekt. Pegelmesser — 9/0 N . .	D 317 b	30 kHz bis 30 MHz	{ — 12 bis 0 N — 110 bis 0 db	± 0,03 N ± 0,3 db	354
Selekt. Pegelmesser — 80/0 db .	D 317 d				
Selekt. Pegelmesser — 20/+20 db	im D 334	{ 40 bis 68 MHz 170 bis 230 MHz	{ — 40 bis +20 db	± 0,5 db	390
Überlagerungsempfänger . . . . .	U 415	5 bis 250 MHz	{ 0 bis 10 N	± 0,05 N	464
Überlagerungsempfänger . . . . .	U 418	0,17 bis 5 GHz	{ 0 bis 110 db	± 1 % ± 0,2 db	466

**Dämpfungsmeßgerät 4/9 N**

300 bis 4000 Hz

Rel 3 D 25a

**Dämpfungsmeßgerät 30/80 db**

300 bis 4000 Hz

Rel 3 D 25b

**ANWENDUNG** Diese einfachen Dämpfungsmeßgeräte mit Nepereichung (Ausführung a) oder mit Dezibeleichung (Ausführung b) dienen zum schnellen Bestimmen der Nahübersprechdämpfung an Kabelleitungen ohne Phantomausnutzung, z. B. an Ortskabelleitungen. Die Wahl des Meßsenders

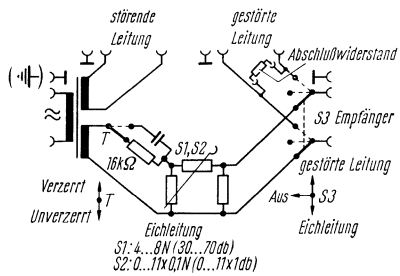


und -empfängers (s. Aufbau des Meßplatzes) hängt davon ab, wie groß die zu messenden Dämpfungen sind und mit welchen Frequenzen gemessen werden soll. Die einfache Handhabung macht die Geräte sehr geeignet für Reihenmessungen und schnelle Fehlersuche in Fernsprech-Ortsnetzen. Betriebs- oder Hilfsspannungen benötigen die Dämpfungsmeßgeräte nicht.

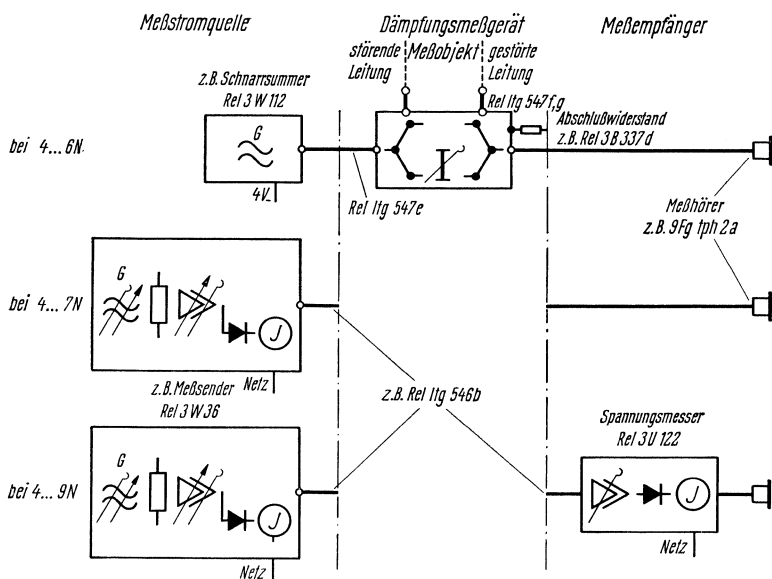
**KENNWERTE**

Frequenzbereich .....	300 bis 4000 Hz	
Wellenwiderstand $Z$ des Meßobjektes (symmetrisch oder unsymmetrisch) .....	(150)...600...(2000) $\Omega$	
	Ausführung a	Ausführung b
Meßbereich .....	4...9,1 N	30...81 db
einstellbar in vier Schritten zu .....	1 N	10 db
und in elf Schritten zu .....	0,1 N	1 db
„verzerrt“ nur bei .....	Frequenzgemisch (1050 Hz)	
Meßunsicherheit .....	$\leq 0,1$ N	$\leq 1$ db
zusätzlich bei $Z < 600 \Omega$ .....	$< 0,1$ N	$< 1$ db
bei $Z > 600 \Omega$ ... kein zusätzlicher Fehler, wenn der Eingangsscheinwiderstand des Empfängers $Re \gg Z$ ist		
Eingangsscheinwiderstand der Eichleitung		
„unverzerrt“ .....	16 k $\Omega$	
„verzerrt“ bei $f = 1050$ Hz .....	16 k $\Omega$	
Ausgangsscheinwiderstand der Eichleitung .....	300 $\Omega$	
Größte zulässige Eingangsspannung .....	50 $V_{\text{eff}}$ (4,2 N; 36 db)	

**ARBEITSWEISE** Die Nahübersprechdämpfung ergibt sich durch eine Vergleichsmessung: Die Dämpfung zwischen störender und gestörter Leitung wird verglichen mit dem einstellbaren Dämpfungswert der eingebauten Eichleitung. Dementsprechend gelangt die Eingangsspannung über den Übertrager einmal an die „störende Leitung“, die am fernen Ende abzuschließen ist, zum an-



deren über die Taste T (mit den Einstellungen „Unverzerrt“ und „Verzerrt“) an den Eingang der Eichleitung. Die „Gestörte Leitung“ wird am fernen und nahen Ende abgeschlossen, und zwar am nahen Ende bei  $Z = 600 \Omega$  durch Aufstecken des mitgelieferten Aufsteckwiderstandes  $600 \Omega$  auf das Buchsenpaar „Gestörte Leitung“. Mit dem Umschalter S 3 kann abwechselnd die gestörte Leitung oder der Ausgang der Eichleitung an die Empfänger-Buchsen gelegt werden.



Aufbau des Meßplatzes

Bei Messungen mit einem Frequenzgemisch wird der Hörvergleich durch die Verschiedenheit der Klangfarbe erschwert, die durch den Frequenzgang des Nebensprechens im Kabel hervorgerufen wird. Zur Erleichterung der Messungen läßt sich deshalb der Eichleitung in Stellung „Verzerrt“ der Taste T ein verzerrendes Dämpfungsglied vorschalten, dessen Frequenzgang dem mittleren Gang des Nebensprechens entspricht und das bei der sogenannten Schwerpunktsfrequenz die gleiche Dämpfung wie der ersetzte Widerstand hat. Die Höhe der Schwerpunktsfrequenz ist an Kabeln mit einem Übertragungsbereich von 300 bis 2800 Hz zu 1050 Hz ermittelt worden.

Die Messung mit Frequenzgemisch ergibt in einem einzigen Meßvorgang einen Mittelwert aus dem ganzen Frequenzband. Bei Messungen mit verschiedenen Einzelfrequenzen, z. B. Aufnahme des Frequenzganges der Nahübersprechdämpfung, steht die Taste T auf „Unverzerrt“.

**AUFBAU DES MESSPLATZES** In vielen Fällen wird als Meßsender der Schnarrsummer Rel 3 W 112 (S. 17) bevorzugt; bei Messungen im ganzen Frequenzbereich (300 bis 4000 Hz) ist der Meßsender Rel 3 W 36 (S. 40) gut geeignet.

Als Meßempfänger genügt in den meisten Fällen ein Meßhörer; bei Dämpfungen  $> 6$  N (55 db) ist ein Meßverstärker zweckmäßig, z. B. der ebenfalls einfach aufgebaute Spannungsmesser Rel 3 U 122 (S. 412).

Zweckmäßige Verbindungsleitungen s. Meßplatzbild.

ZUBEHÖR, ABMESSUNGEN UND GEWICHTE



Gegenstand	Bezeichnung	Abmessungen in mm	Gewicht etwa kg	Preis
DÄMPFUNGMESSGERÄT 4/9 N (300 bis 4000 Hz).....	Rel 3 D 25 a	137 × 266 × 180	2,5	
DÄMPFUNGMESSGERÄT 30/80 db (300 bis 4000 Hz).....	Rel 3 D 25 b	137 × 266 × 180	2,5	
<i>Zubehör</i>				
1 Aufsteckwiderstand 600 Ω .....	Rel 3 B 337 d	50 × 44 × 22	0,1	
<i>Nach Bedarf</i>				
1 Schnarrsummer (Frequenzgemisch)..... oder	Rel 3 W 112	185 × 130 × 165	2	S. 17
1 Meßsender, z. B. für 30 bis 30000 Hz .....	Rel 3 W 36	405 × 266 × 280	19	S. 40
1 Hörverstärker, z. B. Spannungsmesser 10 mV/100 V (30 bis 20000 Hz) .....	Rel 3 U 122	137 × 266 × 180	4	S. 412
1 Meßhörer, z. B. ....	9 Fg tph 2a	—	—	
2 geschirmte Verbindungsleitungen, zum Anschluß des Meßobjektes, z. B. ....	Rel ltg 547 g	3000	0,2	} S. 512
je 1 geschirmte Verbindungsleitung zum Anschluß des Schnarrsummers .....	Rel ltg 547 e	2000	0,2	
des Meßsenders .....	Rel ltg 546 b	1000	0,2	
des Hörverstärkers .....	Rel ltg 546 b	1000	0,2	

**Dämpfungs-Meßeinrichtung 0/19 N**

Rel 3 D 23 a

100 Hz bis 1 MHz

**Dämpfungs-Meßeinrichtung 0/160 db**

Rel 3 D 23 b

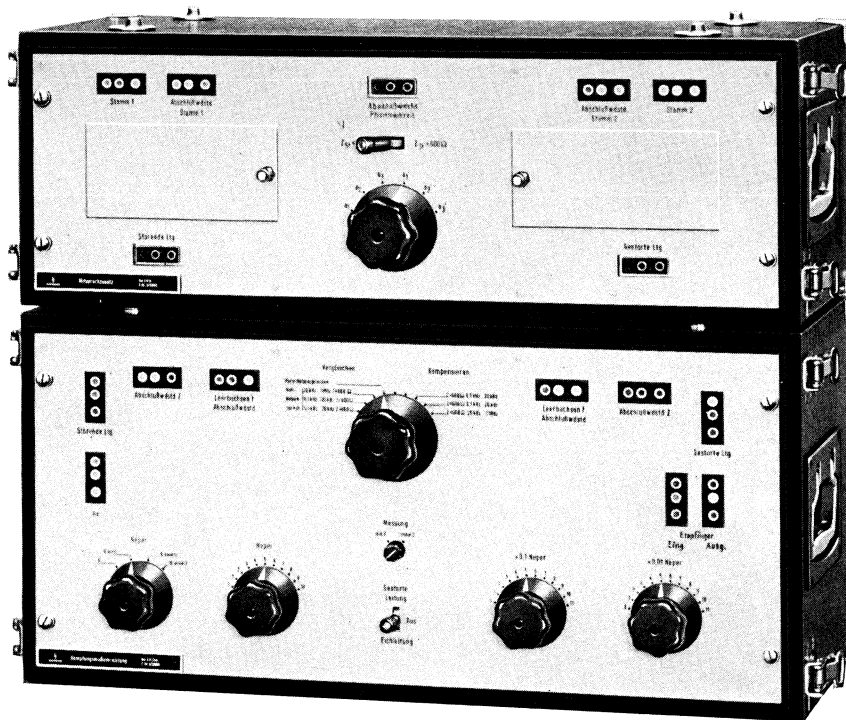
100 Hz bis 1 MHz

**Mitsprechzusatz**

Rel 3 D 24

100 bis 20 000 Hz

**ANWENDUNG** Die *Dämpfungs-Meßeinrichtungen* dienen zum Messen hoher Dämpfungen von Übertragungseinrichtungen jeder Art. Insbesondere können mit den Geräten hohe Nah- und Fernüber-sprechdämpfungen von Kabeln, Freileitungen und anderen Vierpolen im Frequenzbereich von 100 Hz bis 1 MHz gemessen werden.



Einfaches Messen der Nah- und Fernmitsprechdämpfung ermöglicht ein Zusatzgerät, der *Mitsprechzusatz*. Seine Schirmung gewährleistet eine hohe und zeitlichen Schwankungen nicht unterworfenene Eigen-Mitsprechdämpfung. Zur Bildung des Phantomkreises am Meßort enthält das Gerät zwei Drosseln von hoher Symmetrie. Außerdem ermöglicht ein Stufenschalter die notwendigen Umschaltungen für alle Dämpfungsmessungen innerhalb eines Vierers. Zum richtigen Abschluß am Meßort sind Stamm- und Phantomkreis-Abschlußwiderstände verschiedener Z-Werte in kleinen Steckkapseln untergebracht, die nach Bedarf am Haupt- oder Zusatzgerät aufgesteckt werden können.

Mit den Dämpfungs-Meßeinrichtungen und dem Mitsprechzusatz lassen sich auch die Erd- (Geräusch-)Unsymmetrien als Maß für die durch fremde Leitungen in einem Sprechkreis hervorgerufenen Störungen feststellen. Schließlich kann man nach dem Kompensationsverfahren die Frequenzen bestimmen, für die bei Werten  $n \cdot \pi$  die Phase  $b$  null wird. Daraus lassen sich die Phasenlaufzeit  $b/\omega$ , die Gruppenlaufzeit  $db/d\omega$  und die Grenzfrequenz  $f_0$  ermitteln.



## KENNWERTE

*Übersprechen* (ohne Mitsprechzusatz):

Frequenzbereich	100 Hz bis 1 MHz	
Meßbereich	Ausführung a	Ausführung b
bei 100 bis 20 000 Hz	0 bis 19 N	0 bis 160 db
bei 20 bis 300 kHz	0 bis 17 N	0 bis 150 db
bei 300 kHz bis 1 MHz	0 bis 15 N	0 bis 130 db
<b>Eigendämpfung</b>		
bei 20 kHz und bei $Z = 600 \Omega$	$> 21$ N	$> 180$ db
bei 1 MHz und bei $Z = 150 \Omega$	$> 17$ N	$> 150$ db
<b>Einstellbereich der Dämpfung</b>		
Vorstufen unverzerrt	6; 10 N	50; 80 db
Vorstufe verzerrt, bei 1050 Hz	6 N	50 db
Eichleitung	0 bis 11,21 N	0 bis 92,1 db
in Schritten von	1; 0,1 und 0,01 N	10; 1 und 0,1 db
Meßunsicherheit	$\leq 0,03$ N	$\leq 0,3$ db
<b>Eingangswiderstand</b>		
ohne Vorstufe (Stellung 0 N (0 db) von S 3)		etwa 150 $\Omega$
mit Vorstufe „unverzerrt“		etwa 30 k $\Omega$
mit Vorstufe „verzerrt“, bei 1050 Hz		etwa 30 k $\Omega$
<b>Größte zulässige Eingangsspannung bei <math>Z = 600 \Omega</math></b>		
in Stellung „0 N (0 db)“ von S 3 (ohne Vorstufe)		20 V
in allen anderen Stellungen (mit Vorstufe)		60 V
bei $Z < 600 \Omega$		proportional weniger

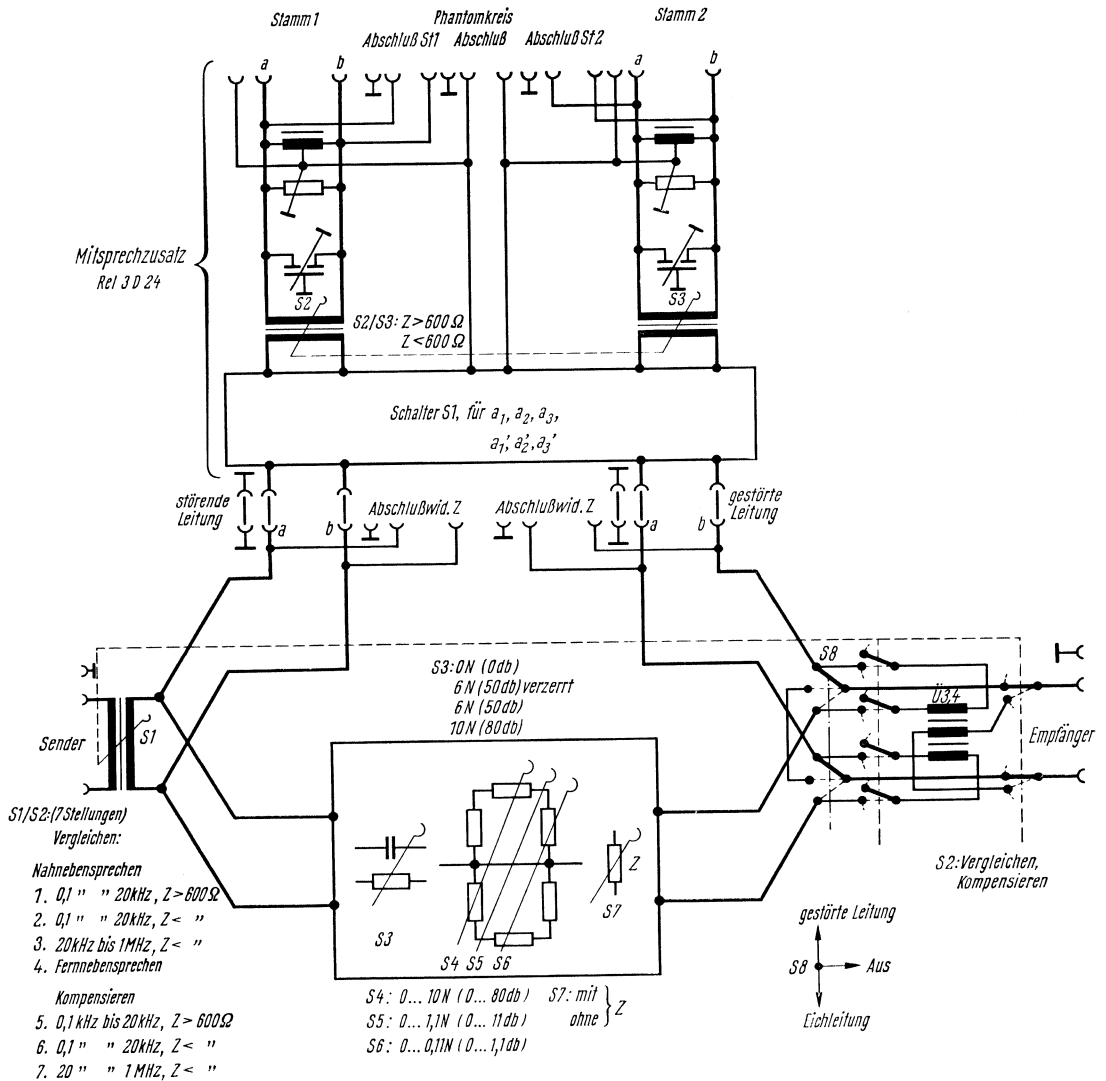
*Über- und Mitsprechen* innerhalb eines Vierers (mit Mitsprechzusatz):

Frequenzbereich	100 bis 20000 Hz	
Meßbereich	Ausführung a	Ausführung b
<b>für Übersprechen</b>		
bis 6000 Hz und bei $Z > 600 \Omega$	0 bis 16 N	0 bis 140 db
bis 6000 Hz und bei $Z < 600 \Omega$	0 bis 14 N	0 bis 120 db
zwischen 6000 und 20000 Hz	0 bis 12 N	0 bis 105 db
<b>für Mitsprechen</b>		
bis 6000 Hz	0 bis 11,5 N	0 bis 100 db
zwischen 6000 und 20000 Hz	0 bis 9 N	0 bis 80 db
<b>Eigendämpfung</b>		
<b>für Übersprechen</b>		
bis 6000 Hz und bei $Z > 600 \Omega$	etwa 18 N	etwa 155 db
bis 6000 Hz und bei $Z < 600 \Omega$	etwa 16 N	etwa 140 db
zwischen 6000 und 20000 Hz	etwa 14 N	etwa 120 db
<b>für Mitsprechen</b>		
bis 6000 Hz	etwa 13,5 N	etwa 120 db
zwischen 6000 und 20000 Hz	etwa 11 N	etwa 95 db
Meßunsicherheit		
innerhalb der angegebenen Meßbereiche	$\leq 0,05$ N	$\leq 0,5$ db

ARBEITSWEISE Die Nebensprechdämpfungen sind auf S. 538 definiert; z.B. gilt für die Nahnebensprechdämpfung in Neper:

$$a_n = \frac{1}{2} \ln \frac{P_{S1}}{P_{S2}} = \ln \frac{U_1}{U_2} + \frac{1}{2} \ln \frac{Z_2}{Z_1} = a_U + \Delta.$$

Da ein Spannungsvergleich einfacher durchzuführen ist als der Vergleich von Leistungen, mißt man die Spannungsdämpfung  $a_U$  und errechnet sich das Glied  $\Delta$  aus dem Betrag der Wellen-



widerstände  $Z_1$  und  $Z_2$  der beiden Leitungskreise. Bei Übersprechdämpfungs-Messungen  $a_1$  sind die Wellenwiderstände im allgemeinen gleich; das Glied  $\Delta$  fällt daher weg. Bei Mitsprechdämpfungs-Messungen  $a_2, a_3$  ist  $Z_2$  der Wellenwiderstand  $Z_{ph}$  des Phantomkreises, wobei in den meisten Fällen  $Z_2:Z_1=1:2$  ist; das Zusatzglied ist dann  $\Delta = -0,35$  N. Bei Mitsprechdämpfungs-Messungen  $a_2', a_3'$  ist das Verhältnis  $Z_2:Z_1=2:1$ , das Zusatzglied also  $\Delta = +0,35$  N.

Zum Messen der Spannungsdämpfung  $a_U$  vergleicht man die Empfangsspannung mit der über eine Eichleitung auf  $U_2$  gedämpften Sendespannung  $U_1$ . Bei angeschaltetem Abschlußwiderstand der

Eichleitung ist der an ihr eingestellte Dämpfungswert  $a_E$  gleich der gesuchten Spannungsdämpfung  $a_U$ , wenn der gestörte Leitungskreis beiderseits und der störende Leitungskreis an dem der Stromquelle gegenüberliegenden Ende jeweils mit ihren  $Z$ -Werten belastet sind. Die Phantomkreisbildung am Meßort und die Umschaltung der störenden und gestörten Leitung für die verschiedenen Über- und Mitsprechmessungen werden im Mitsprechzusatz durchgeführt. Der erforderliche Leitungsabschluß am Meßort läßt sich mit Hilfe von einfachen Steckwiderständen an der Dämpfungsmesseinrichtung oder am Mitsprechzusatz vornehmen.

Die Eichleitung ist als symmetrische  $\pi$ -Schaltung mit  $Z=150 \Omega$  ausgeführt. Mit den Schaltern S 4, S 5, S 6 lassen sich Dämpfungswerte zwischen 0 und 11,21 N (0 und 92,1 db) in Schritten zu 0,01 N (0,1 db) einstellen. Der Eichleitung kann durch Schalter S 3 wahlweise eine Vorstufe von „6 N (50 db) oder 10 N (80 db) unverzerrt“ oder von „6 N (50 db) verzerrt“ vorgeschaltet werden. Hierbei wird gleichzeitig der Eingangswiderstand auf etwa 30 k $\Omega$  erhöht, damit sich kein falscher Abschlußwiderstand der störenden Leitung beim Fernnebensprechen ergibt. In Stellung „Verzerrt 6 N“ wird der Frequenzgang der Eichleitung dem einer kapazitiven Kopplung angeglichen, um die Vergleichsmessung mit Frequenzgemischen, wie sie z.B. der Schnarrummer Rel 3 W 112 erzeugt, zu erleichtern. Damit die Dämpfungswerte mit und ohne Belastung der gestörten Leitung unmittelbar abgelesen werden können, läßt sich der Abschlußwiderstand der Eichleitung mit S 7 abschalten.

In den Stellungen „Kompensieren“ des Schalters S 1,2 werden — unabhängig von der Stellung des Schalters S 8 — sowohl der Ausgang des zu messenden Vierpols (Leitungsschleife) als auch der Ausgang der Eichleitung mit den beiden Eingangswicklungen des Übertragers Ü 3 (< 20 kHz) oder Ü 4 (> 20 kHz) so in Reihe geschaltet, daß sich ihre Ausgangsspannungen bei Gleichheit von Betrag und Phase gegenseitig aufheben. Die Spannung am Empfänger ist dann Null.

Beim *Bestimmen des Übertragungsmaßes*  $g$  nach Betrag  $a$  und Phase  $b$  durch Kompensation werden Betrag und Phase wechselweise so lange verändert, bis durch die Kompensationsschleife kein Ausgleichstrom mehr fließt und damit die Spannung in der Ausgangswicklung gleich Null wird. Der an der Eichleitung abgelesene Wert gibt dann die Vierpoldämpfung unmittelbar an, denn die Leitungen sind mit ihren Wellenwiderständen abgeschlossen.

Die *Bestimmung der Geräusch-Unsymmetrie*  $u = \frac{U_{alb}}{U_{Ader/Erde}} \cdot 100 (\%)$  durch Messen der Geräuschspannungen  $U_{a/b}$  und  $U_{Ader/Erde}$  mit dem Geräuschspannungsmesser (S. 447) läßt sich an einem fertig verlegten Fernsprechkabel bei gleichzeitigem Betrieb der störenden Starkstromleitung vornehmen. Da die Geräusch-Unsymmetrie in hohem Maße durch die Unsymmetrie der Doppelleitungen gegen Erde bestimmt ist (Erdunsymmetrie), kann sie ungefähr auch bei kurzen Kabelabschnitten durch Messen der Erdunsymmetrie bestimmt werden.

Bei *Nebensprechdämpfungs-Messungen* wird die Eichleitung so eingestellt, daß in Stellung „Eichleitung“ und „Gestörte Leitung“ von Kippschalter S 8 im Empfänger gleicher Ausschlag oder gleiche Lautstärke vorhanden ist. Bis auf eine Korrektur bei fehlendem Abschluß des gestörten Teiles (+0,7 N) und bei Verschiedenheit der Wellenwiderstände vom störenden und gestörten Teil und gegebenenfalls bei Fernnebensprech-Messungen durch die Berücksichtigung der Leitungsdämpfung  $\alpha \cdot l$  des störenden Teiles ist die zu messende Dämpfung  $a$  gleich der Eichleitungsdämpfung.

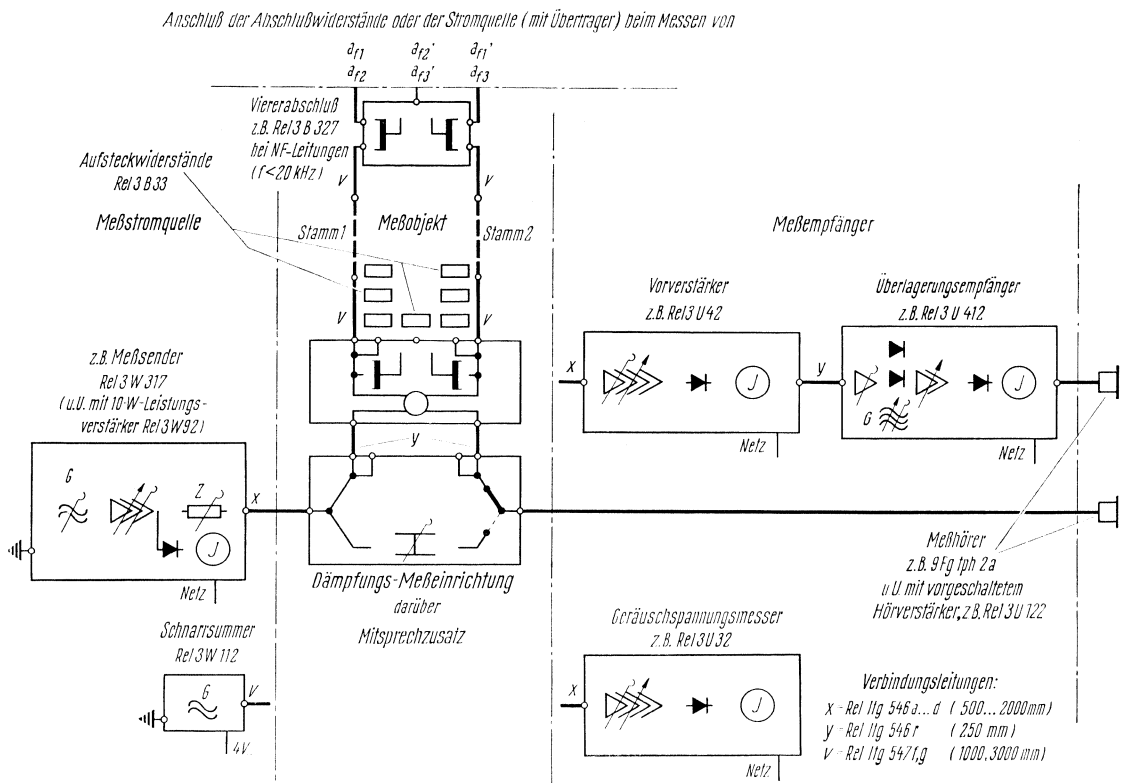
*Bestimmung der Laufzeit.* Da bei langen Leitungen die Durchgänge der Phase durch  $\pi$  in kurzen Frequenzabständen aufeinander folgen, darf die durch den Differentialquotienten  $db/d\omega$  bestimmte Gruppenlaufzeit in Sekunden gleich dem Differenzenquotienten  $\Delta b/\Delta \omega$ , also

$$\frac{db}{d\omega} \approx \frac{\Delta b}{\Delta \omega} = \frac{2 \cdot \pi}{\omega_{k+1} - \omega_{k-1}}$$

gesetzt werden. Aus den Frequenzen von je drei aufeinanderfolgenden Nulldurchgängen ( $\omega_{k-1}$ ,  $\omega_k$ ,  $\omega_{k+1}$ ) können also die Laufzeitkurven über das ganze Frequenzband errechnet werden. Außerdem läßt sich aus der Gleichung  $\omega_0 = \sqrt{\omega^2 + \frac{4n^2}{(da/d\omega)^2}}$  die Grenzfrequenz von bespulten Leitungen errechnen.  $n$  bedeutet hierin die Zahl der Spulenfelder.

B 6

**AUFBAU DES MESSPLATZES** Bei Nebensprech-Messungen kann als Meßsender eine beliebige Wechselstromquelle entsprechenden Frequenzbereiches verwendet werden, z. B. der *RC-Meßsender* Rel 3 W 317 (S. 42), der beim Kompensations-Meßverfahren wegen der stetig veränderbaren Frequenz sowieso erforderlich ist. Für Messungen mit einem der Sprache entsprechenden Frequenzgemisch wird der Schnarrsummer Rel 3 W 112 (S. 17) angeschaltet. Bei Nahnebensprech-Messungen ist die Meßstromquelle unmittelbar angeschlossen, bei Fernnebensprech-Messungen an die störende Leitung am fernen Ende über einen Übertrager, z. B. den Meßübertrager Rel 3 B 22 (S. 488), und gegebenenfalls einen Viererabschluß Rel 3 B 327 (S. 490).



Als Empfänger kann bis zu Dämpfungen von etwa 11 N (95 db) der Überlagerungsempfänger Rel 3 U 412 (S. 459) verwendet werden, gegebenenfalls ( $f_m > 100$  kHz) mit Aufsteckübertrager Rel 3 B 214 (erhöhte Symmetrie). Im Tonfrequenzgebiet genügt der als Hörverstärker geschaltete Spannungsmesser Rel 3 U 122 (S. 412) und bei Nebensprechdämpfungen bis etwa 9 N (80 db) auch ein Meßhörer 9 Fg tph 2a allein.

Für Dämpfungsmessungen von 11 bis 17 (19) N (95 bis 145 (160) db), die zwischen 0,1 und 300 (20) kHz ausgeführt werden können, ist neben einer möglichst hohen Generatorspannung (bis 100 V) eine große Empfangsverstärkung notwendig. Dem Meßsender wird deshalb ein Meßverstärker, z. B. der Verstärker Rel 3 W 92 (S. 44), nachgeschaltet; als Empfänger verwendet man in diesen Fällen den Überlagerungsempfänger Rel 3 U 412 mit Vorverstärker Rel 3 U 42 (S. 462). Bei Messungen mit Sprache oder einem Frequenzgemisch aus dem Schnarrsummer dient als Empfänger der Geräuschspannungsmesser Rel 3 U 32 (S. 447).

Die erforderlichen Verbindungsleitungen, Aufsteckwiderstände und -kondensatoren sind aus dem Bild „Aufbau des Meßplatzes“ zu ersehen. Die in den Aufsteckkapseln untergebrachten Abschlußwiderstände gibt es für die gebräuchlichsten Z-Werte, nämlich für 1200  $\Omega$ , für 600  $\Omega$  und für 150  $\Omega$ ,

lagermäßig; sie können auf die entsprechenden Stammanschlußbuchsen der Dämpfungs-Meßeinrichtung oder auf die Abschlußbuchsen von Stamm- und Phantomkreis des Mitsprechzusatzes aufgesteckt werden.

Das Meßplatzbild gilt für Imvierier-Messungen; für Nebenvierier-Messungen kommen hinzu: 1 Umschalter Rel 3 B 97 (S. 484) und Viererabschlüsse Rel 3 B 327 (S. 490).

#### ZUBEHÖR, ABMESSUNGEN UND GEWICHTE

Gegenstand	Bezeichnung	Abmessungen in mm	Gewicht etwa kg	Preis
DÄMPFUNGS-MESSEINRICHTUNG 0/19 N (100 Hz bis 1 MHz) .....	Rel 3 D 23a	550 × 266 × 280	20	
DÄMPFUNGS-MESSEINRICHTUNG 0/160 dB (100 Hz bis 1 MHz) .....	Rel 3 D 23b	550 × 266 × 280	20	
<i>Zubehör</i>				
je 2 Aufsteckwiderstände 1200 Ω <sup>1)</sup> .....	Rel 3 B 33 bg	je 50 × 67 × 22	je 0,1	
600 Ω <sup>1)</sup> .....	Rel 3 B 33 be			
150 Ω <sup>1)</sup> .....	Rel 3 B 33 bb			
MITSPRECHZUSATZ (100 bis 20000 Hz) .....	Rel 3 D 24	550 × 198 × 280	15	
<i>Zubehör</i>				
1 Aufsteckwiderstand 300 Ω <sup>1)</sup> .....	Rel 3 B 33 bc	50 × 67 × 22	0,1	S. 512
2 Verbindungsleitungen .....	Rel ltg 546r	250	0,2	
<i>Nach Bedarf</i>				
1 Meßstromquelle, z. B. Schnarrummer .....	Rel 3 W 112	185 × 130 × 165	2	S. 17
oder Meßsender (30 Hz bis 1 MHz) .....	Rel 3 W 317	550 × 368 × 280	28	S. 42
1 10-W-Meßverstärker (300 Hz bis 1 MHz) ....	Rel 3 W 92	550 × 300 × 280	27	S. 44
1 Geräuschspannungsmesser 0,2 mV/100 V für Fernsprechleitungen (15 bis 5000 Hz) .....	Rel 3 U 32b	550 × 266 × 280	20	S. 447
1 Überlagerungsempfänger (30 Hz bis 1 MHz) ..	Rel 3 U 412	550 × 300 × 280	26	S. 459
1 Aufsteckübertrager (0,1 bis 1 MHz) .....	Rel 3 B 214	66 × 50 × 20	0,2	
1 Vorverstärker zum Überlagerungsempfänger (100 Hz bis 1 MHz) .....	Rel 3 U 42	550 × 232 × 280	15	S. 462
1 Meßhörer, z. B. ....	9 Fg tph 2a	—	—	
1 Hörverstärker, z. B. Spannungsmesser 10 V/100 mV (30 bis 20000 Hz)	Rel 3 U 122	137 × 266 × 180	4	S. 412
1 Doppelstecker .....	9 Rel stp 11g oder h	—	—	
1 Meßübertrager (20 Hz bis 500 kHz) .....	Rel 3 B 22	137 × 266 × 180	2,5	S. 488
1 oder 4 Viererabschlüsse (100 bis 20000 Hz) ...	Rel 3 B 327	137 × 266 × 180	1,8	S. 490
4 oder 5 Verbindungsleitungen, z. B. ....	Rel ltg 547f, g	1000, 3000	0,2	S. 512
1 oder 2 Verbindungsleitungen, z. B. ....	Rel ltg 546b, ... d	1000, ... 2000	0,2	
1 Verbindungsleitung, z. B. ....	Rel ltg 546r	250	0,2	
1 Umschalter für Nebenvierier-Messungen .....	Rel 3 B 97	256 × 179 × 260	6	S. 484

1) Andere Werte auf Wunsch



**Dämpfungs-Wobbelmeßplatz**

 30 MHz  $\pm$  10 MHz

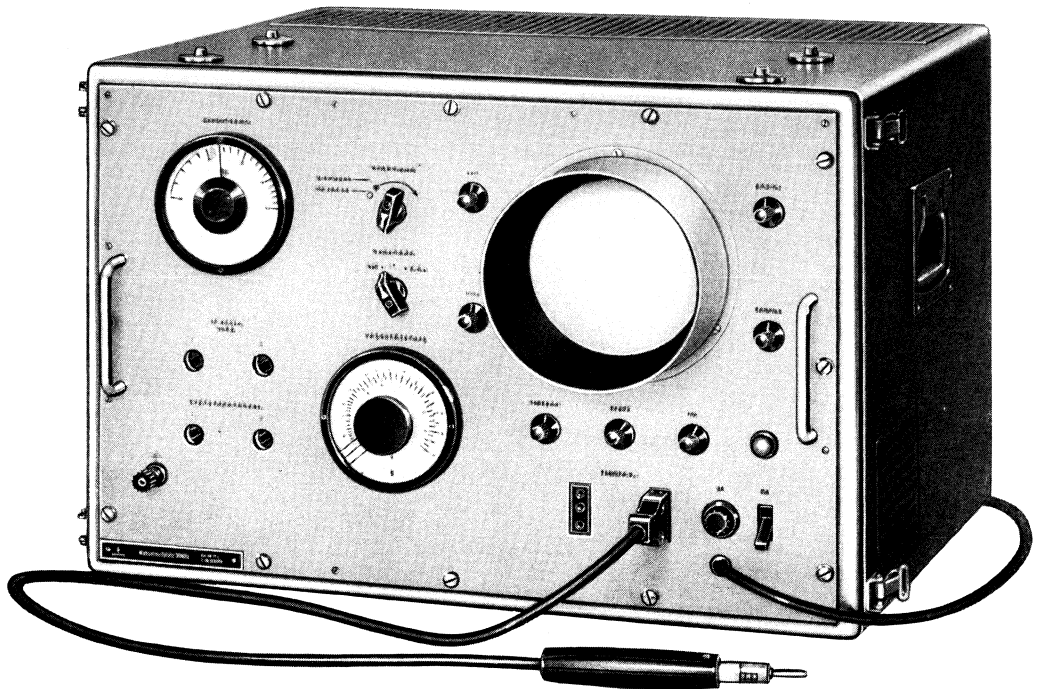
Rel 3 W 71 a, b

**Dämpfungs-Wobbelmeßplatz**

 70 MHz  $\pm$  25 MHz

Rel 3 W 73 a, b

ANWENDUNG Diese Wobbelmeßplätze dienen zum schnellen Bestimmen von Amplitudenwerten in Abhängigkeit von der Frequenz in den Bereichen  $30 \pm 10$  MHz (Rel 3 W 71) oder  $70 \pm 25$  MHz (Rel 3 W 73). Wobbelsender, Anzeigegerät mit Kathodenstrahlröhre, Eichgenerator und drei Netzteile — kurz alle Teile des Meßplatzes — sind in einem einzigen Gerät vereinigt. Die Anzeige der



Meßwerte in Abhängigkeit von der Frequenz auf dem nachleuchtenden Schirm der Kathodenstrahlröhre hat gegenüber dem Verfahren der punktwweisen Messung den großen Vorzug, daß die Meßwertkurve unmittelbar lückenlos und ständig sichtbar ist. Der sonst schwierige und zeitraubende Abgleich von mehrkreisigen Zwischenfrequenz-Filtern und -Verstärkern, deren Frequenzbereich z. B. bei den Fernsehempfängern und bei Richtfunkempfängern für Anlagen mit Pulsphasenmodulation in den genannten Frequenzgebieten liegt, ist auf diese Weise schnell und einfach durchführbar.

Weiterhin wird das Arbeiten mit diesen Meßplätzen dadurch vereinfacht und beschleunigt, daß gleichzeitig die Kurven zweier Meßobjekte darstellbar sind; es läßt sich also auch ein Meßobjekt mit einem Normal vergleichen. Abgelesen wird auf der in Volt und Neper (a-Ausführungen) oder in Volt und Dezibel (b-Ausführungen) geeichten Skale des Einstellknopfes für die Meßlinie. Ähnlich ist jeder Punkt der Abszisse durch Vergleich mit einer Frequenzmarke bestimmbar, die durch einen außen angeschlossenen Sender, z. B. Rel 3 W 56 (S. 58), erzeugt wird.

Einige der vielen Verwendungsmöglichkeiten sind z. B.: Darstellung der Frequenzgangkurven von Vierpolen (Hoch-, Tief- und Bandpässen), Abgleich von ZF-Verstärkern, mit Zusatzeinrichtungen die Prüfung von Mischköpfen und die frequenzabhängige Darstellung von Anpassungsfehlern.

Die Betriebsspannungen liefert über die eingebauten Netzteile das Wechselstromnetz 220 V.

## KENNWERTE

### Frequenzbereich

bei Ausführung Rel 3 W 71 .....	20 bis 40 MHz
bei Ausführung Rel 3 W 73 .....	45 bis 95 MHz

### Auf 10 cm Bildbreite dargestelltes Frequenzband, einstellbar

bei Ausführung Rel 3 W 71 .....	zwischen 8,5 und 20 MHz
bei Ausführung Rel 3 W 73 .....	zwischen 17 und 40 MHz

Frequenzband wird selbsttätig durchlaufen (gewobbelt) oder von Hand eingestellt

Wobelfrequenz regelbar .....	von 0 bis 30 Hz
entsprechend einer Durchlaufzeit	
für 20 bis 40 MHz oder 45 bis 95 MHz .....	$\geq 1/60$ s

### Senderausgang:

Ausgangsspannung (Urspannung) .....	etwa 300 mV
Innenwiderstand .....	bei Rel 3 W 71; 75 $\Omega$ bei Rel 3 W 73 60 $\Omega$
Frequenzgang der Ausgangsspannung .....	$\leq \pm 5\%$
Klirrfaktor .....	$\leq 10\%$

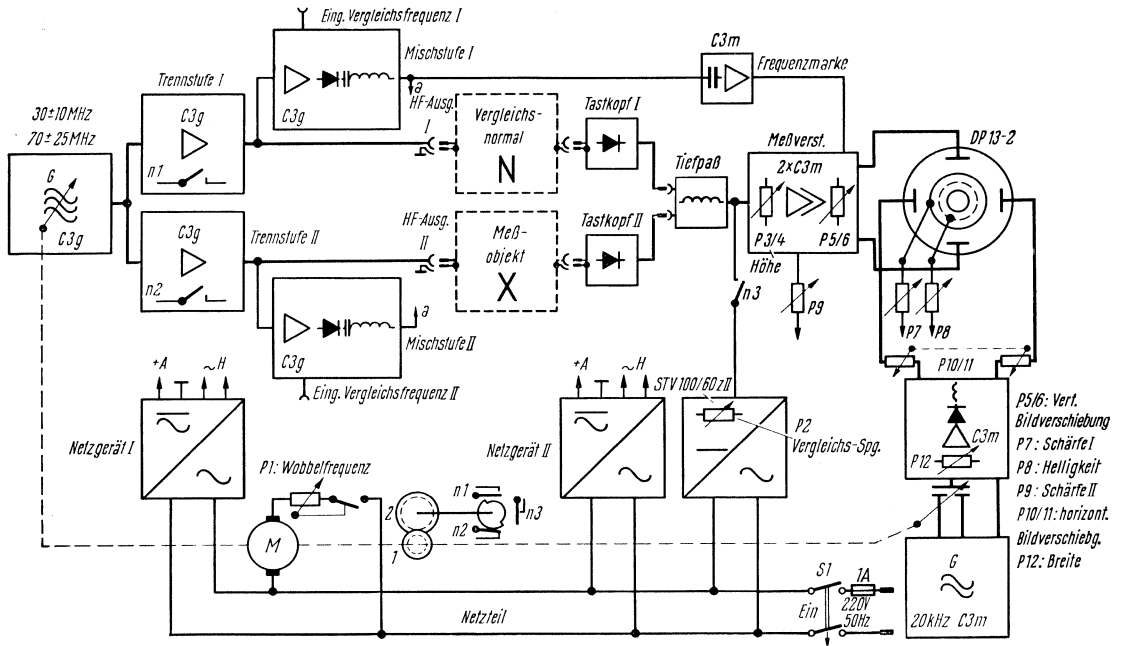
### Anzeigegerät:

HF-Mindestspannung für 10 mm vertikale Ablenkung, umschaltbar auf .....	etwa 130 oder 65 mV
Eingangswiderstand der Meßköpfe .....	etwa 5 k $\Omega$ parallel 4 pF
Mindest-Gleichspannung für 10 mm vertikale Ablenkung, umschaltbar auf .....	etwa 120 oder 30 mV
Eingangswiderstand des Gleichspannungsverstärkers	
für erdsymmetrische Spannungen .....	etwa 20 k $\Omega$
für einseitig geerdete Spannungen .....	etwa 10 k $\Omega$
Unsicherheit bei Vergleichsmessungen .....	$\leq 5\%$
Unsicherheit der Meßlinie .....	$\leq 10\%$
Eingang für Vergleichsfrequenz:	
Erforderliche HF-Spannung .....	0,3 V
Eingangswiderstand .....	etwa 300 $\Omega$ parallel 10 pF
Bildschirmdurchmesser .....	130 mm
Netzanschluß .....	220 V $\pm 10\%$ ; 40 bis 60 Hz; etwa 180 VA

**ARBEITSWEISE UND AUFBAU DES MESSPLATZES** Mit einem Motor (M) oder auch von Hand werden gleichzeitig der Drehkondensator des Sendeoszillators und der Differentialkondensator einer besonderen Schaltung zur Erzeugung der horizontalen Ablenkspannung zusammen mit einem Schaltwerk angetrieben. Durch diese Kupplung ist jedem Abszissenpunkt auf dem Bildschirm der Kathodenstrahlröhre eine bestimmte Frequenz zugeordnet, und zwar unabhängig von der Größe des Pegels am Ausgang des Meßobjektes und von der Durchlaufgeschwindigkeit (Wobelfrequenz). Das Schaltwerk sorgt dafür, daß auf dem Schirm nacheinander eine Nulllinie, eine einstellbare Meßlinie und die Frequenzkurven von Meß- und Vergleichsnorm aufgeschrieben werden.

Im ersten Vorlauf der Sendefrequenz (steigende Frequenz 20 bis 40 oder 45 bis 95 MHz) gelangt die Meßspannung (mit dem Kontakt n1) vom Oszillator über die Trennstufe I, das Meßobjekt, den Tastkopf I und den Gleichspannungsverstärker (Meßverstärker) zu den vertikalen Ablenkplatten. Sie ist als Kurve I sichtbar (Durchlaufzeit  $\geq 1/60$  s). Im ersten Rücklauf (fallende Frequenz) sind die Trennstufen gesperrt, so daß sich auf dem Schirm die Nulllinie abzeichnet.

Im zweiten Vorlauf ist der Vorgang ähnlich wie beim ersten, nur wird (mit  $n_2$ ) die Trennstufe II eingeschaltet und somit die Meßspannung auf das Vergleichsnormal für die Frequenzgangkurve II gegeben. Im zweiten Rücklauf zeichnet der Kathodenstrahl die mit dem Potentiometer P2 von 0 bis 1 V einstellbare Meßlinie (über  $n_3$  eingeschaltet). Die verwendete Röhre leuchtet so lange nach, daß alle Aufzeichnungen auf dem Bildschirm gleichzeitig als stehendes Bild sichtbar sind. Zum Einblenden von Frequenzmarken mit einem außen angeschlossenen Meßsender oder Frequenzraster dienen zwei Mischstufen. Ihre als Verstärker geschalteten Röhren verhindern eine Rückwirkung der zugeführten Vergleichsspannungen auf die Meßspannung. Diese wird hinter den Trennstufen mit den Vergleichsspannungen gemischt. Durch die Siebwirkung der anschließenden Tiefpässe erscheint auf dem Bildschirm beidseitig vom Schwebungsnulldurchgang zwischen Vergleichs- und Oszillatorfrequenz je eine Marke.



Zur Erzeugung einer vom Ausgangspegel des Empfängers und von der Wobelfrequenz unabhängigen Ablenkspannung liegt am Ausgang eines 20-kHz-Hilfsoszillators ein Differential-Drehkondensator, dessen Rotor mit dem des Wobbelkondensators mechanisch gekuppelt ist. Es entsteht eine Wechselspannung mit dreieckförmiger Hüllkurve. Die Höhe der Dreiecke ist mit dem Regler P12 einstellbar (Bildbreite). Diese Spannung wird in einer Resonanzstufe verstärkt und als Signalspannung einer gesteuerten Gleichrichterbrücke zugeführt. Hinter der Gleichrichterbrücke erhält man eine symmetrische Ablenkspannung, deren zeitlicher Ablauf dem der Sendefrequenz entspricht. Mit P12 ist ihre Größe und damit die Bildbreite einstellbar. Nach Aussiebung der 20-kHz-Restspannung über einen Tiefpaß liegt die Ablenkspannung an den Mitten der Potentiometer P10 und P11, mit denen sich die statische Vorspannung der waagerechten Platten verändern und damit das gesamte Bild horizontal verschieben läßt.

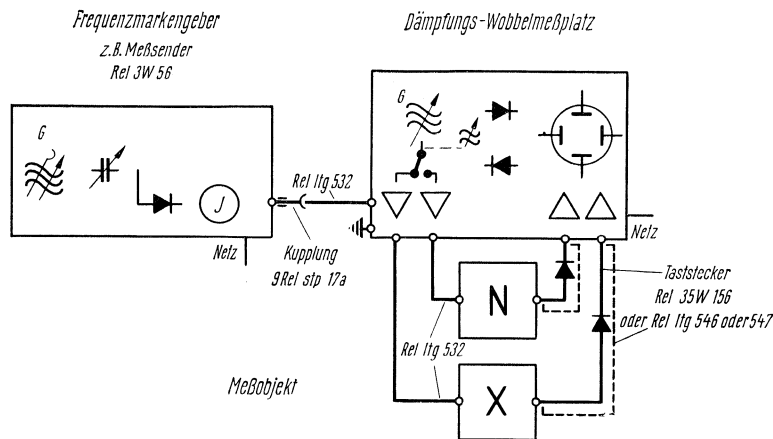
Die Gleichspannung für die Meßlinie (zweiter Rücklauf) ist stabilisiert und liegt so wie die Eingangsspannung an P3/P4. Sie läßt sich mit dem Potentiometer P2, das in Effektivwerten der HF-Spannung und in Neper oder Dezibel geeicht ist, einstellen. Auf der Skale des Drehwiderstandes kann somit unmittelbar die Größe der HF-Spannung oder des Pegels abgelesen werden, die der Höhe der Meßlinie auf der Kathodenstrahlröhre entspricht.

Die Gleichspannungs-Gegentaktstufe liefert eine symmetrische Auslenkspannung, die eine gute Punktschärfe bis zum Rand gewährleistet. Für Sonderfälle läßt sich durch Verbinden der Kathoden der beiden Verstärkerröhren die Empfindlichkeit vergrößern. Durch die gegensinnige



Regelung der Schirmgitterspannungen der beiden Verstärkerröhren mit dem Doppelpotentiometer P5, P6 kann das Bild auf der Anzeigeröhre senkrecht verschoben werden. Die einstellbare Hell-Dunkelsteuerung ist nur für die Frequenzmarken wirksam. Die verstärkten Frequenzmarken-Spannungen ergeben nach Gleichrichtung Impulse, die über den Wehnelt-Zylinder die Frequenzmarken aufhellen oder abdunkeln. Um die Bildschärfe bis zum Rande zu verbessern, werden mit dem Potentiometer P7 (Schärfe II) die waagerechten Ablenkplatten und die Anode II auf dasselbe Potential wie die senkrechten Platten gebracht.

Die erforderlichen Verbindungsleitungen s. Meßplatzbild.



#### ZUBEHÖR, ABMESSUNGEN UND GEWICHTE

Gegenstand	Bezeichnung	Abmessungen in mm	Gewicht etwa kg	Preis
<b>DÄMPFUNGS-WOBBELMESSPLATZ</b>				
(30 ± 10 MHz)				
mit Neper- und Volteichung .....	Rel 3 W 71 a	je 550 × 368 × 520	je 60	
mit Dezibel- und Volteichung .....	Rel 3 W 71 b			
<b>DÄMPFUNGS-WOBBELMESSPLATZ</b>				
(70 ± 25 MHz)				
mit Neper- und Volteichung .....	Rel 3 W 73 a	je 550 × 368 × 520	je 60	
mit Dezibel- und Volteichung .....	Rel 3 W 73 b			
<i>Zubehör</i>				
2 Taststecker .....	Rel 35 W 156	20 Ø × 1000	—	
6 Röhren .....	C 3m	—	—	
5 Röhren .....	C 3g	—	—	
1 Stabilisator .....	StV 100/60z	—	—	
1 Signallampe 24 V .....	9 Rel Ip 2d	—	—	
3 Schmelzeinsätze 1 A (2 als Ersatz) .....	1/250 DIN 41571	—	—	
1 Abschlußstecker .....	9 Rel Bv 654 a	—	—	
<i>Nach Bedarf</i>				
1 Frequenzmarkengeber, z. B. Meßsender (10 bis 400 MHz) .....	Rel 3 W 56	550 × 266 × 280	23	S. 58
3 Verbindungsleitungen, Z = 60 Ω .....	Rel Itg 532a, ... f	300, ... 2000	0,2	
1 Zwischenstück Stecker 6/16 auf Buchse 4/13	Rel stp 17 a	—	—	S. 512
2 Verbindungsleitungen, z. B. .... oder	Rel Itg 546a, ... e Rel Itg 547a, ... d	250, ... 2000 500, ... 2000	0,2 0,2	

**B**

## Dämpfungs-Meßplatz

mit Rel 3 D 17

10 bis 400 MHz

## Dämpfungs-Meßplatz

300 bis 1000 MHz

**ANWENDUNG** Mit den auf S. 132 bis 141 beschriebenen Eichleitungen lassen sich für Dämpfungs- und Verstärkungsmessungen Meßplätze aufbauen, die leicht zu bedienen sind und hohe Meßgenauigkeiten ergeben. Von den verschiedenen Möglichkeiten des Meßplatzaufbaues mit der Eichleitung Rel 3 D 17 und den in diesem Buch beschriebenen Meßsendern und Meßempfängern seien hier zwei herausgegriffen und auch diese nur als Beispiel dafür, wie im wesentlichen solche Meßplätze zusammengestellt werden. Der endgültige Aufbau, z.B. die Verwendung von Anpassungsgliedern, richtet sich nach der jeweiligen Meßaufgabe. Die Meßplätze umfassen die sich überlappenden Frequenzbereiche 10 bis 400 MHz und 300 bis 1000 MHz.

### KENNWERTE

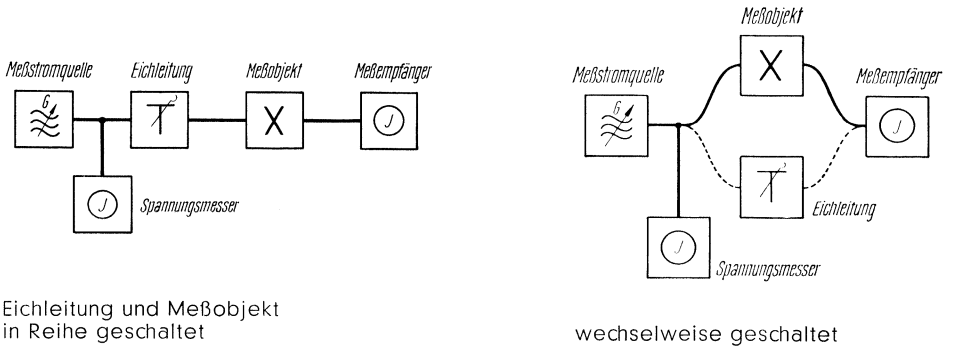
Frequenzbereich	10 bis 400 MHz		300 bis 1000 MHz	
Meßbereich				
für Dämpfungen	11,8 N	104 db	13,6 N	117 db
für Verstärkungen	12,6 N	110 db	14,3 N	124 db
Meßunsicherheit				
bei größtem Dämpfungswert	0,1 N	1 db	0,1 N	1 db
Netzanschluß	110/220 V $\pm 10\%$ ; 40 bis 60 Hz			

**ARBEITSWEISE** Für die Zusammenschaltung der einzelnen Geräte (Meßstromquelle, Eichleitung, Meßobjekt und Meßempfänger) zum Meßplatz gibt es grundsätzlich die in den folgenden Bildern angegebenen beiden Möglichkeiten. Bei Verstärkungsmessungen wird immer die Reihenschaltung von Eichleitung und Meßobjekt gewählt. Sie wird aber auch bei Dämpfungsmessungen angewendet, und zwar dann, wenn nur in einem schmalen Frequenzbereich gemessen werden soll und so der Frequenzgang des Meßempfängers innerhalb der Meßunsicherheit des Meßplatzes liegt oder wenn, bei mehr überschläglichen Messungen, der Frequenzgang des Meßempfängers unberücksichtigt bleiben kann. Diese Meßschaltung bietet gegenüber der zweiten Schaltung, wo das Meßobjekt und die Eichleitung wechselweise eingefügt sind, den Vorteil, daß nicht umgesteckt zu werden braucht. Es ergibt sich also hier vor allem bei Meßreihen eine kürzere Meßzeit. Dafür erlaubt die Meßanordnung mit wechselweiser Einfügung von Eichleitung und Meßobjekt genaue Dämpfungsmessungen im gesamten Frequenzbereich, weil hierbei der Frequenzgang des Meßempfängers nicht in die Messung eingeht.

Bei der Reihenschaltung spielt sich der Meßvorgang folgendermaßen ab: Bei konstanter Eingangsspannung wird die Eichleitungsdämpfung jeweils so eingestellt, daß am Meßempfänger bei den verschiedenen Meßfrequenzen ein gleichbleibender Ausschlag erzielt wird. Die Gesamtdämpfung errechnet sich aus dem Verhältnis der Ein- und Ausgangswerte. Bei Dämpfungsmessungen ist der Eichleitungswert vom Gesamtwert abzuziehen, bei Verstärkungsmessungen diesem zuzuzählen. Die Höhe der Eingangsspannung richtet sich nach der Belastbarkeit der Eichleitung oder bei Verstärkungsmessungen nach dem am Verstärker erforderlichen Mindestwert.

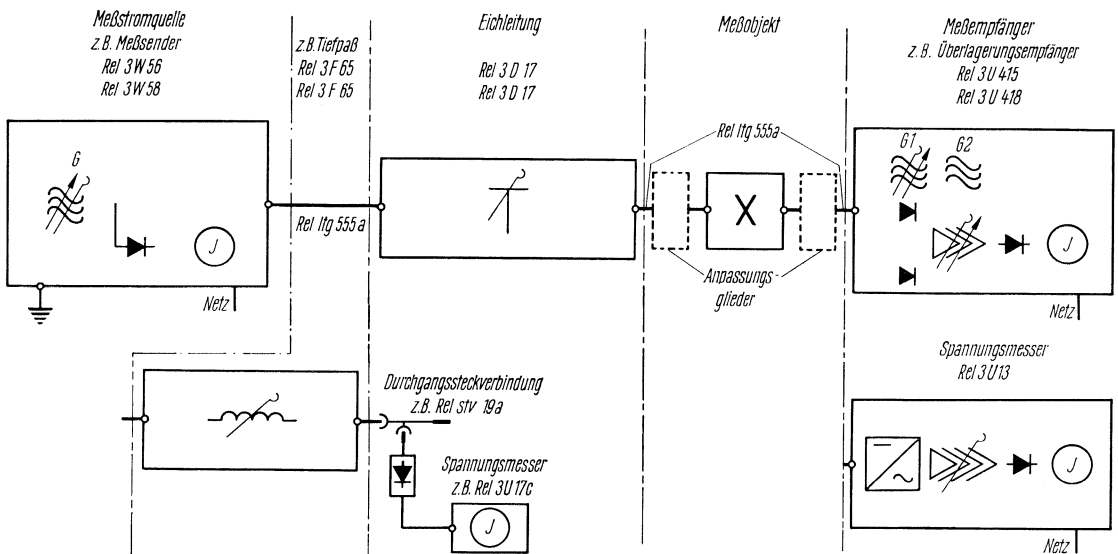
Bei der Schaltung mit wechselweiser Einfügung von Eichleitung und Meßobjekt wird die Ausgangsspannung am Meßobjekt gemessen und nach Umstecken des Meßempfängers die Eichleitung

bei gleich hoher Eingangsspannung so eingestellt, daß sich hierbei am Meßempfänger wieder der gleiche Ausschlag ergibt. Die Dämpfung des Meßobjektes ist dann gleich dem Eichleitungswert. Definitionsgemäß (s. S. 533) erhält man die Vierpoldämpfung des Meßobjektes dann, wenn das Meßobjekt beidseitig mit seinen Wellenwiderständen abgeschlossen ist. Gegebenenfalls sind also



Anpassungsglieder erforderlich. In der Praxis mißt man die Betriebsdämpfung bei beidseitigem Abschluß mit 60 Ω.

**AUFBAU DER MESSPLÄTZE** Beide Meßplatzvorschläge sehen die Eichleitung Rel 3 D 17 als Vergleichsnorm vor. Als Meßstromquelle dient für den Bereich 10 bis 400 MHz der Meßsender Rel 3 W 56 (S. 58) und als Meßempfänger der Überlagerungsempfänger Rel 3 U 415 (S. 464) oder im Bereich 300 bis 1000 MHz der Meßsender Rel 3 W 58 (S. 60) und der Überlagerungsempfänger Rel 3 U 418 (S. 466).



Zum Messen der Eingangsspannung dient in beiden Fällen der Spannungsmesser Rel 3 U 17 c (S. 420) oder der Spannungsmesser Rel 3 U 13 (S. 422) mit den Meßköpfen Rel 3 U 96 und Rel 3 U 97, der auch auf der Meßempfänger-Seite eingesetzt werden kann. Gegebenenfalls kommen, wenn die Frequenzgenauigkeit der Meßsender nicht genügen sollte, auf der Sender-Seite noch Frequenzmesser hinzu (S. 77). Bei genauen Messungen kann ein Stromreiniger hinter der Meß-

stromquelle erforderlich sein, weil die als Spannungsmesser verwendeten Schaltungen bei zu großer HF-Verzerrung falsch anzeigen. Ein geeigneter Stromreiniger ist der Tiefpaß Rel 3 F 65 (S. 128). Die Meßplätze werden gegebenenfalls durch Anpassungsglieder ergänzt.

Die zum Zusammenschalten der einzelnen Geräte benötigten Verbindungsleitungen sind im Bild mit angegeben.

## ZUBEHÖR, ABMESSUNGEN UND GEWICHTE

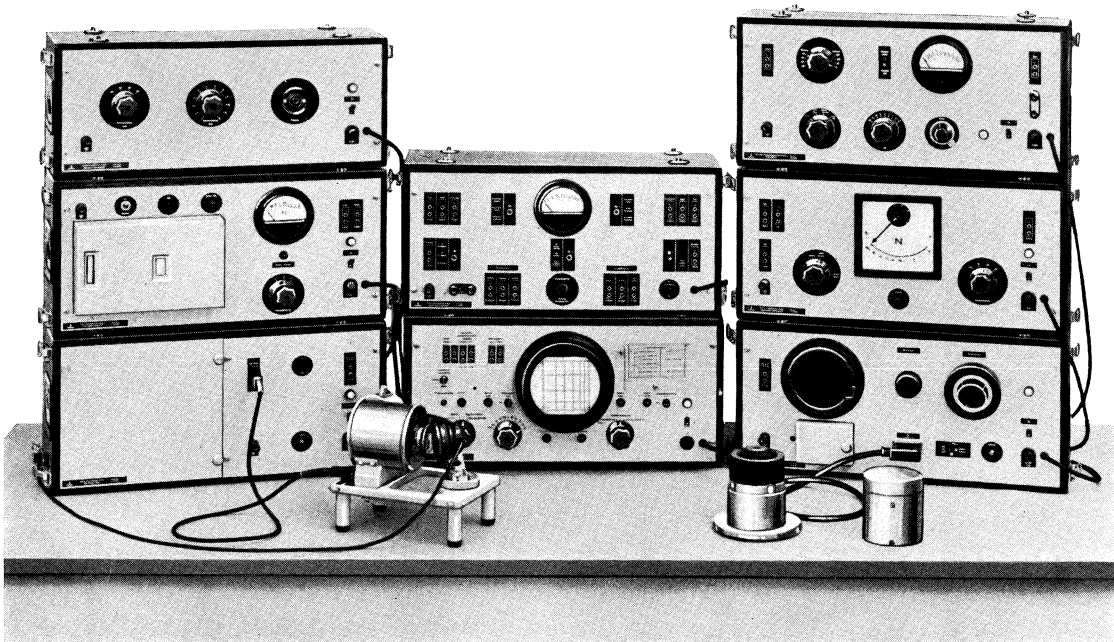
Gegenstand	Bezeichnung	Abmessungen in mm	Gewicht etwa kg	Preis
<b>DÄMPFUNGS-MESSPLATZ</b>				
(10 bis 400 MHz)				
mit den Geräten:				
1 Veränderbare Eichleitung (0 bis 1000 MHz)...	Rel 3 D 17	550 × 200 × 280	18	S. 140
1 Meßstromquelle, z. B.				
Meßsender (10 bis 400 MHz) .....	Rel 3 W 56	550 × 266 × 280	23	S. 58
2 Meßempfänger, z. B.				
Spannungsmesser 1/500 V				
(100 kHz bis 1000 MHz) .....	Rel 3 U 17 c	130 × 240 × 80	2	S. 420
Überlagerungsempfänger (5 bis 250 MHz) ...	Rel 3 U 415	550 × 368 × 280	30	S. 464
Spannungsmesser				
(10 bis 1000 (5000) MHz) mit Zubehör .....	Rel 3 U 13	550 × 266 × 280	28	S. 422
<i>Zubehör</i>				
3 Verbindungsleitungen .....	Rel Itg 555 a	300, ... 4000	0,6	S. 512
<i>Nach Bedarf</i>				
1 Tiefpaß (20 bis 1000 MHz) .....	Rel 3 F 65	405 × 200 × 280	18	S. 128
1 Verbindungsleitung .....	Rel Itg 555 a	300, ... 4000	0,6	S. 512
<b>DÄMPFUNGS-MESSPLATZ</b>				
(300 bis 1000 MHz)				
mit den Geräten:				
1 Veränderbare Eichleitung (0 bis 1000 MHz)...	Rel 3 D 17	550 × 200 × 280	18	S. 140
1 Meßstromquelle, z. B.				
Meßsender (300 bis 1000 MHz) .....	Rel 3 W 58	550 × 368 × 280	50	S. 60
2 Meßempfänger, z. B.				
Spannungsmesser 1/500 V				
(100 kHz bis 1000 MHz) .....	Rel 3 U 17 c	130 × 240 × 80	2	S. 420
Überlagerungsempfänger				
(170 bis 5000 MHz) .....	Rel 3 U 418	550 × 368 × 280	25	S. 466
Spannungsmesser				
(10 bis 5000 MHz) mit Zubehör .....	Rel 3 U 13	550 × 266 × 280	28	S. 422
<i>Zubehör</i>				
3 Verbindungsleitungen .....	Rel Itg 555 a	300, ... 4000	0,6	S. 512
<i>Nach Bedarf</i>				
1 Tiefpaß (20 bis 1000 MHz) .....	Rel 3 F 65	405 × 200 × 280	13	S. 128
1 Verbindungsleitung .....	Rel Itg 555 a	300, ... 4000	0,6	S. 512

## Objektiver Bezugsdämpfungs-Meßplatz

Rel 33 A 41

200 bis 4000 Hz

**ANWENDUNG** Mit dem Objektiven Bezugsdämpfungs-Meßplatz kann die Bezugsdämpfung (s. S. 539) von Fernsprechapparaten, Sprech- und Hörkapseln sowie ganzen Fernsprechsystemen leicht, schnell und unmittelbar gemessen werden. Mit zwei Plätzen läßt sich auch die Bezugsdämpfung einer vollständigen Verbindung zwischen zwei Teilnehmern feststellen und auf diese Weise nachprüfen, wie weit die Planungswerte in einem Fernsprechnetze eingehalten werden. Es


**B 6**

ist damit möglich geworden, während der Fertigung, bei der Abnahme und im Betrieb die Qualität der Sprech- und Hörkapseln sowie der vollständigen Fernsprechapparate laufend meßtechnisch zu überwachen. Die geringe Meßunsicherheit gestattet die Gruppierung der Kapseln nach Bezugsdämpfungswerten und damit ihre Aufteilung für lange und kurze Teilnehmer-Leitungen.

Zur Vereinfachung des betriebsmäßigen Aufbaues werden bei Bedarf alle Ein- und Ausgänge der zugehörigen Geräte über ein Amts- und Schaltfeld geführt. Die Bedienung des Meßplatzes vereinfacht sich dadurch so, daß auch angelernte Arbeitskräfte Reihenmessungen an Sprech- und Hörkapseln einwandfrei und schnell durchführen können. Mit dem Amts- und Schaltfeld läßt sich nicht nur eine schnelle Umstellung auf die jeweils gewünschten Meßschaltungen und Betriebsbedingungen erzielen, sondern auch das Meßprogramm wesentlich erweitern. Zum Beispiel können an dem eingebauten Instrument die Speisespannung und der Mikrofonstrom abgelesen und daraus der Kapselwiderstand ermittelt werden. Durch einen Entmagnetisierungsstoß bei der Umpolung der Speisespannung läßt sich die Stabilität der Hörkapsel prüfen. Ein eingebauter Hochpaß unterdrückt die Heulfrequenzen der künstlichen Sprache, so daß nur die Störmodulationsspannungen über 5000 Hz an einem als Fremdspannungsmesser geschalteten Geräuschspannungsmesser für Fernsprechleitungen Rel 3 U 32 (S. 447) als Maß der nichtlinearen Verzerrungen und des Mikrofonrauschens abgelesen werden.

Die linearen Verzerrungen, also die Dämpfungsverzerrungen, werden mit einem Pegelbildempfänger (S. 294) sichtbar gemacht. Auch an anderen Sprachübertragungsanlagen, wie z. B. Lautfernpre-

chern, batterie- und netzgebundenen Wechsel- und Gegensprech- sowie Kommandoanlagen, lassen sich die Bezugsdämpfungswerte ermitteln und die angegebenen Zusatzmessungen ausführen.

Bestimmend für die technische Ausführung des Meßplatzes waren die Forderungen nach Betriebssicherheit der einzelnen Geräte bei Dauerbetrieb und nach leichter Bedienbarkeit. Da es möglich sein soll, den Meßplatz beweglich an verschiedenen Stellen einzusetzen, ist er in mehrere tragbare Einzelgeräte aufgeteilt. In den folgenden Abschnitten werden Neper-Werte genannt; es gibt den Meßplatz aber *auch mit Dezibeleichung*.

Die Betriebsspannungen liefert über eingebaute Netzteile das 220-V-Wechselstromnetz.

## KENNWERTE

### A. Grundgeräte

#### *Elektrischer Sendeteil* Rel 3 W 22:

Frequenzbereich	200 bis 4000 Hz
Frequenzablauf	etwa logarithmisch
Heultonperiode	1 s
Sendepiegel an 600 $\Omega$	-2; -1; 0 N
und stetig veränderbar um	-1,6 N
Sendepiegel an $R_i \approx 0 \Omega$ (Eichspannung)	0 N
Netzanschluß	220 V $\pm 10\%$ ; 42 bis 60 Hz; etwa 60 VA

#### *Künstlicher Mund* Rel 3 A 51:

Frequenzbereich	200 bis 4000 Hz
Frequenzgang, bezogen auf 800 Hz	$\pm 0,35$ N
Übertragungsmaß, bezogen auf SFERT-Mikrofon	37,5 $\mu$ b/V
Schalldruck an der Membran des SFERT-Mikrofons	
bei Sendepiegel -1 N am Künstlichen Mund	10,75 $\mu$ b
Klirrfaktor bei Erhöhung des Sendepiegels um 1 N, d. h. 30 $\mu$ b	< 5%
Netzanschluß	220 V $\pm 10\%$ ; 42 bis 60 Hz; etwa 30 VA

#### *Künstliches Ohr* Rel 3 A 31:

Frequenzgang zwischen 200 und 4000 Hz, bezogen auf 800 Hz,	
elektrisch	$\pm 0,05$ N
akustisch	$\pm 0,1$ N
Ausgangswiderstand	für Abschluß mit 600 $\Omega$
Eingangswiderstand für Mikrofon-Ersatzspannung	600 $\Omega$
Netzanschluß	220 V $\pm 10\%$ ; 42 bis 60 Hz; etwa 35 VA

#### *Pistofon* Rel 3 A 55:

Frequenzbereich	200 bis 4000 Hz
Frequenzgang	etwa $\pm 0,08$ N
Meßunsicherheit mit Heulton	$\pm 0,04$ N
Meßwert	etwa +1,5 N Bezugsdämpfung

#### *Elektrischer Empfangsteil* Rel 3 D 32:

Frequenzgang zwischen 200 und 4000 Hz, bezogen auf 800 Hz	$\pm 0,03$ N
Meßbereich der Bezugsdämpfung für Ausschlag 0 N,	
umschaltbar in drei Schritten	+1; 0; -1; -2 N

Skalenbereich des Anzeiginstrumentes .....	+ 3,5 bis - 0,5 N
Eingangswiderstand .....	600 $\Omega$ oder > 6 k $\Omega$
Netzanschluß .....	220 V $\pm$ 10%; 42 bis 60 Hz; etwa 30 VA

*B. Zusatzgeräte*

*Amts- und Schaltfeld* Rel 3 A 91 c oder Rel 3 A 94:

Meßschaltungen für

- Sende-Bezugsdämpfung von Sprechkapseln,
- Empfangs-Bezugsdämpfung von Hörkapseln,
- Restdämpfung von Teilnehmerapparaten in Sende- und Empfangsrichtung,
- Prüfen der elektrischen Stabilität von Hörkapseln,
- Kontrolle der Störmodulation von Sprechkapseln, Messen von Speisespannung und -strom (Gleichstromwiderstand) der Sprechkapseln

*Mikrofon-Speisegerät* Rel 3 A 92:

Speisegleichspannung,

- einstellbar in vier Schritten auf ..... 24, 36, 48 und 60 V
- und zwölf Feinschritten von je ..... 1 V

Höchster entnehmbarer Speisestrom ..... 200 mA

Netzanschluß ..... 220 V  $\pm$  10%; 42 bis 60 Hz; etwa 30 VA

*Geräuschspannungsmesser für Fernsprechleitungen* Rel 3 U 32 ..... s. S. 447

*Pegelbildempfänger* Rel 3 D 320 ..... s. S. 294

*C. Gesamter Meßplatz*

Frequenzbereich ..... 200 bis 4000 Hz

Meßbereich der Bezugsdämpfung ..... -5 bis +5 N

Gesamt-Meßunsicherheit ..... etwa  $\pm$  0,1 N

Zusätzliche Meßunsicherheit bei 10% Netzspannungsschwankungen

- mit Handnachregelung der Mikrofon-Speisespannung .....  $\pm$  0,03 N
- ohne Handnachregelung der Mikrofon-Speisespannung .....  $\pm$  0,1 N

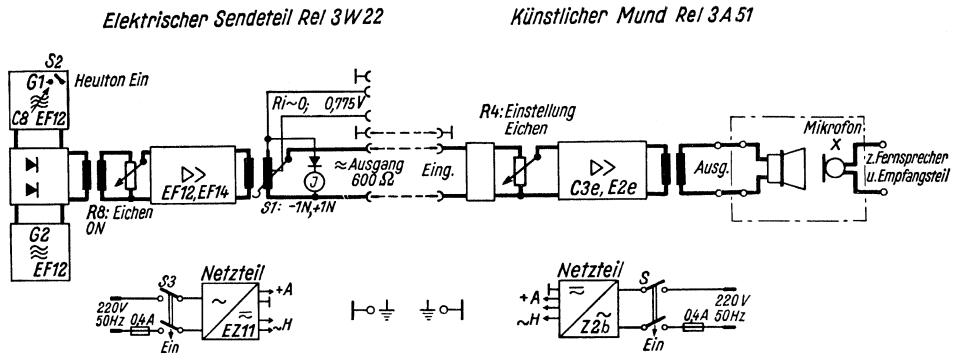
Leistungsaufnahme ..... etwa 300 VA



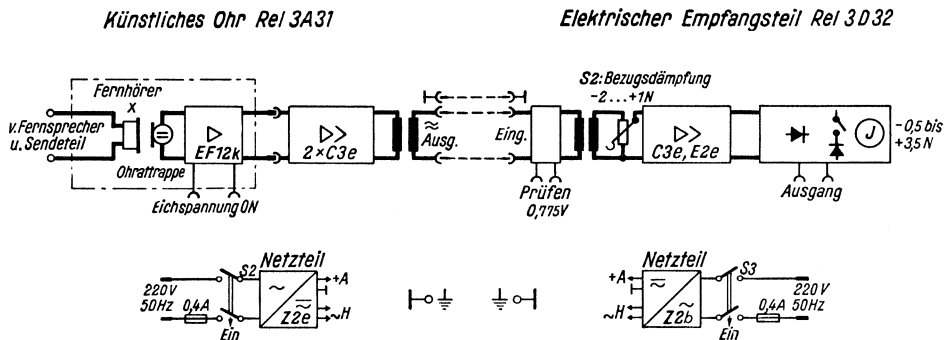
Fernhörer am Künstlichen Ohr



ARBEITSWEISE UND AUFBAU DES MESSPLATZES Der *Vorgang des Sprechens* wird durch einen Heultonsender und einen „Künstlichen Mund“ nachgebildet; der Künstliche Mund bildet auch die Schallabstrahlungsverhältnisse am natürlichen Mund nach. Der Heultonsender gibt das Sprachspektrum so wieder, daß zusammen mit dem besonders gearteten elektrischen Empfänger bei sehr genauer Anzeige Lautstärke-Bewertungen vorgenommen werden können.



Die *natürliche Schallaufnahme* mit ihren schwierigen Vorgängen im menschlichen Ohr bildet elektro-akustisch eine Außenohrkammer nach, die von der Membran eines Kondensatormikrofans abgeschlossen wird. Kammer und Kondensatormikrofan ergeben zusammen das „Künstliche Ohr“. Die von ihm aufgenommenen Schallwellen werden nach Umwandlung in elektrische Impulse einem Empfänger zugeleitet, dessen Instrument in Neper geeicht ist und den Lautstärkeeindruck anzeigt.



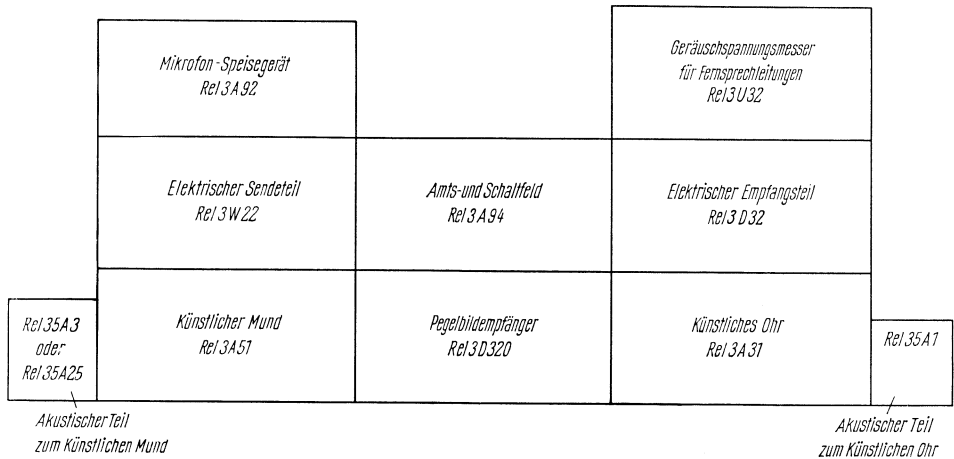
Von den Fernsprech-Kohlemikrofonen ist bekannt, daß nach längerem Gebrauch im allgemeinen infolge Abnutzung der Kohlekörner der Widerstand und damit die aufgenommene Speiseleistung und abgegebene Wechselspannung steigen, d.h. die Bezugsdämpfung sinkt. Das ist in gewissen Grenzen erwünscht, aber nur, solange die Eigengeräusche und unstabilen Verzerrungen des Kohlemikrofans genügend klein bleiben. Als Zusatzprüfung wurde daher die Anzeige der Störmodulation eingeführt, die den Betriebsbedingungen besser entspricht als etwa die Messung der Ruhegeräuschspannung und die auch meßtechnisch einfacher gelöst werden kann. Das Mikrofon wird normal mit dem Heulton betönt; am Ausgang der Teilnehmerschaltung, also parallel zum Eingang des elektrischen Empfängers, ist ein Hochpaß geschaltet, der die Heulfrequenzen (200 bis 4000 Hz) um 6 N dämpft und nur Geräusch- und nichtlineare Anteile über 5000 Hz, kurz Störmodulation genannt, durchläßt. Mit einem geeigneten Spannungsmesser (z. B. Geräuschspannungsmesser) werden sie angezeigt. Der Hochpaß ist im Amts- und Schaltfeld untergebracht.

Alle zusätzlichen Messungen können zugleich mit der Anzeige der Bezugsdämpfung ausgeführt werden. Insbesondere läßt sich ein Pegelbildempfänger anschließen, der die Frequenzkurve des



Übertragungsmaßes von Mikrofonen, Telefonen, Fernsprechapparaten und -systemen zeigt. Die Gesamtprüfung wird dadurch nicht wesentlich verzögert; wohl aber können die Übertragungseigenschaften besser abgeschätzt werden.

Die Sendefrequenz entsteht in einem Schwebungssummeer als Differenzfrequenz von zwei in den Generatoren G1 und G2 erzeugten Schwingungen, von denen die eine fest und die andere durch einen Drehkondensator stetig veränderbar ist. Zur Erzeugung einer Wobelfrequenz wird der Drehkondensator durch einen Motor angetrieben, wobei sich die Differenzfrequenz von 200 bis 4000 Hz und zurück stetig verändert.

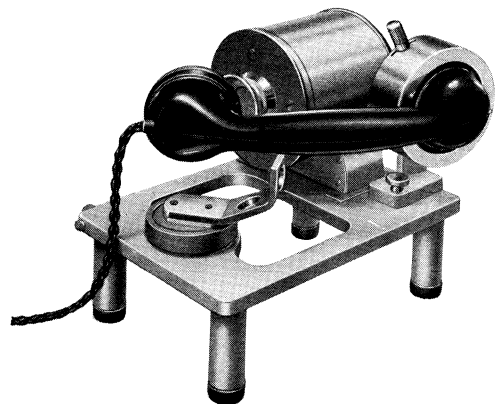


Aufbau des vollständigen Meßplatzes

Die Meßspannung entspricht bei einem Pegel von  $-1$  N an  $600 \Omega$  ungefähr der mittleren Sprechspannung in einem Fernsprech-Eichkreis mit  $0$  N Sendebegugsdämpfung. Sie läßt sich zum Prüfen der Aussteuerungsabhängigkeit, insbesondere der Kohlemikrone, um  $\pm 1$  N verändern. Die Wobbel-Meßspannung liegt beim Messen der Bezugsdämpfung der Leitung oder eines Empfangsystems (Fernhörer X) unmittelbar am Meßobjekt; zum Bestimmen der Sendebegugsdämpfung wird die Meßspannung mittelbar als Schall (künstliche Sprache) über den Künstlichen Mund dem zu prüfenden Sendesystem (Mikrofon X) zugeführt.

Die Ausgangsspannung der Leitung oder des Sendesystems leitet man unmittelbar, den vom Empfangssystem erzeugten Schalldruck mittelbar über ein Künstliches Ohr (Außenohr-Attrappe mit Kondensator-Mikrofon) dem elektrischen Empfänger zu. Dieser addiert die einzelnen Frequenzanteile bei Lautstärken über  $60$  phon nach einem Wurzelgesetz, wie es annähernd der Lautstärkeempfindung des menschlichen Ohres entspricht. Der zeitliche Mittelwert der nacheinander wirksamen Frequenzanteile von  $200$  bis  $4000$  Hz wird von einem in Neper geeichten Drehspulinstrument J angezeigt.

Das Amts- und Schaltfeld Rel 3 A 91 c oder Rel 3 A 94 erleichtert das Zusammenschalten der einzelnen Geräte für die verschiedenartigen Messungen wesentlich. Die gegenüber Rel 3 A 94 erweiterte Ausführung Rel 3 A 91 c bietet außerdem die Möglichkeit, sich leicht an unterschiedliche Betriebsverhältnisse anzupassen, z. B. auch eine Eichleitung für Vergleichsmessungen anzuschließen.



Betönen des Mikrofons mit dem Künstlichen Mund

Die Speisespannung für ZB- und Abfragebetrieb wird dem Mikrofon-Speisegerät Rel 3 A 92 entnommen, das eine von 24 bis 60 V in Stufen von 1 V einstellbare Spannung abgibt. Speisespannung und Widerstand können entsprechend den einzelnen Amtssystemen eingestellt werden.

ZUBEHÖR. ABMESSUNGEN UND GEWICHTE

Gegenstand	Bezeichnung	Abmessungen in mm	Gewicht etwa kg	Preis
<b>OBJEKTIVER</b>				
<b>BEZUGSDÄMPFUNGS-MESSPLATZ</b>				
(200 bis 4000 Hz)				
mit Nepereichung und mit				
Amts- und Schaltfeld <sup>1)</sup> Rel 3 A 94 .....	Rel 33 A 41 a	—	—	
Amts- und Schaltfeld <sup>1)</sup> Rel 3 A 91 c .....	Rel 33 A 41 b	—	—	
mit Dezibeleichung und mit				
Amts- und Schaltfeld <sup>1)</sup> Rel 3 A 91 c .....	Rel 33 A 41 c	—	—	
Amts- und Schaltfeld <sup>1)</sup> Rel 3 A 94 .....	Rel 33 A 41 d	—	—	
mit den Geräten:				
<b>ELEKTRISCHER SENDETEIL</b> .....	Rel 3 W 22	550 × 266 × 280	25	
<i>Zubehör</i>				
3 Röhren .....	EF 12	—	—	
je 1 Röhre .....	EF 14, EZ 11	—	—	
1 Signallampe 12 V .....	T lp 2c	—	—	
3 Schmelzeinsätze <sup>2)</sup> 0,4 A .....	0,4/250 DIN 41571	—	—	
<b>KÜNSTLICHER MUND</b> .....	Rel 3 A 51	550 × 266 × 280	20	
<i>Zubehör</i>				
je 1 Röhre .....	C 3 e, E 2 e, Z 2 b	—	—	
1 Signallampe 24 V .....	T lp 2d	—	—	
3 Schmelzeinsätze <sup>2)</sup> 0,4 A .....	0,4/250 DIN 41571	—	—	
<b>AKUSTISCHER TEIL</b>				
<b>ZUM KÜNSTLICHEN MUND</b> .....	Rel 35 A 3 oder A 25	165 × 200 × 225	4	
<i>Zubehör</i>				
1 Sprechkapselaufnahme .....	Rel 35 A 5 oder A 26	75 × 115 × 75	—	
1 Spannvorrichtung für Sprechhörer .....	9 Rel div 26 b	45 × 140 × 90	—	
1 Sprechhörerauflage .....	9 Rel mse 14 Tz 55	90 × 60 × 60	—	
1) s. Seite gegenüber				
2) zwei als Ersatz				

Gegenstand	Bezeichnung	Abmessungen in mm	Gewicht etwa kg	Preis
KÜNSTLICHES OHR .....	Rel 3 A 31	550 × 266 × 280	23	
<i>Zubehör</i>				
2 Röhren .....	C 3 e	—	—	
1 Röhre .....	Z 2 e	—	—	
1 Stabilisator .....	85 A 1	—	—	
1 Signallampe 24 V .....	T lp 2 d	—	—	
3 Schmelzeinsätze <sup>2)</sup> 0,4 A .....	0,4/250 DIN 41571	—	—	
AKUSTISCHER TEIL				
ZUM KÜNSTLICHEN OHR .....	Rel 35 A 1	170 × 140 ø	3	
mit				
1 Röhre .....	EF 12 k	—	—	
1 Ohrkammer .....	9 Rel mse 13 Tz 17	48 × 85 ø	—	
1 Abstandsring .....	9 Rel mse 13 Tz 14	70 × 91 ø	—	
1 Prüfschallquelle .....	Rel 3 A 53	63 × 135 × 70	2	
Pistofon .....	Rel 3 A 55	72 ø × 145	2	
ELEKTRISCHER EMPFANGSTEIL .....				
<i>Zubehör</i>				
je 1 Röhre .....	C 3 e, E 2 e, Z 2 b	—	—	
1 Signallampe 24 V .....	T lp 2 d	—	—	
3 Schmelzeinsätze <sup>2)</sup> 0,4 A .....	0,4/250 DIN 41571	—	—	
<i>Zusatzgeräte nach Bedarf<sup>4)</sup></i>				
MIKROFON-SPEISEGERÄT .....	Rel 3 A 92	550 × 230 × 280	20	
<i>Zubehör</i>				
1 Signallampe 12 V .....	T lp 2 c	—	—	
3 Schmelzeinsätze <sup>2)</sup> 0,25 A .....	T 0,25/250 DIN 41571	—	—	
AMTS- UND SCHALTFELD .....	Rel 3 A 94	550 × 266 × 280	20	
AMTS- UND SCHALTFELD (erweitert) .....	Rel 3 A 91 c	550 × 266 × 280	20	
GERÄUSCHSPANNUNGSMESSER				
FÜR FERNSPRECHLEITUNGEN .....	Rel 3 U 32b	550 × 266 × 280	20	S. 447
1 EICHLLEITUNG, Z = 600 Ω, z. B. ....	Rel 3 D 110a	275 × 200 × 180	6	S. 132
1 PEGELBILDEMPFÄNGER .....	Rel 3 D 320c	550 × 266 × 500	35	S. 294
<i>Zubehör zum Meßplatz</i>				
4 Verbindungsleitungen .....	Rel ltg 546a	je 500	je 0,2	} S. 512
5 Verbindungsleitungen <sup>3)</sup> .....	Rel ltg 546a	je 500	je 0,2	
2 Verbindungsleitungen .....	Rel ltg 548c	je 1500	je 0,2	
1 Verbindungsleitung <sup>3)</sup> .....	Rel ltg 548g	1000	0,2	
1 Verbindungsleitung .....	Rel ltg 548 p	1000	0,2	
1 Verbindungsleitung <sup>3)</sup> .....	Rel ltg 612b	1000	0,2	
1 Verbindungsleitung mit Sprechkapselkontakt .....	Rel ltg 524 d	1500	0,2	
1 Verbindungsleitung mit Hörkapselkontakt .....	Rel ltg 524 a	1500	0,2	

2) zwei als Ersatz

3) zusätzlich in Verbindung mit dem Amts- und Schaltfeld

4) Zusatzgeräte für Frequenzgangmessungen an Mikrofonkapseln auf Anfrage

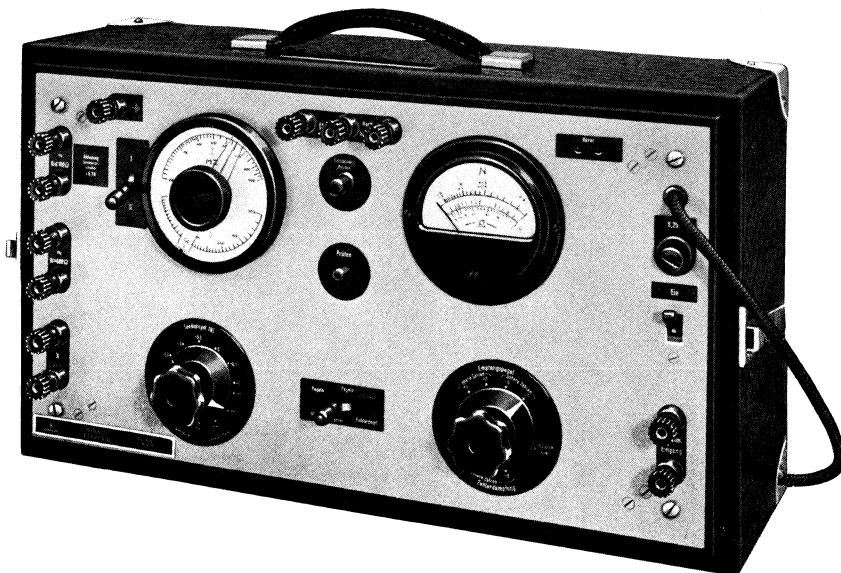


## Meßkoffer für Fernmeldeanlagen — 1/+ 2 N

Rel 3 K 111

200 bis 6000 Hz

**ANWENDUNG** Dieser Meßkoffer vereinigt in sich die Meßschaltungen für alle wesentlichen Messungen an Fernmeldeanlagen im Frequenzbereich von 200 bis 6000 Hz; er stellt also einen vollständigen Meßplatz dar, mit dem einfach und schnell Pegel-, Dämpfungs- und Verstärkungs-Messungen, aber auch Fehlerdämpfungs- und Scheinwiderstands-Messungen ausgeführt werden



können. Damit leistet der Meßkoffer bei der Fehlersuche und Fehlereingrenzung an Fernmeldeanlagen einschließlich ihrer Einzelteile — hier vor allem durch die Möglichkeit der Scheinwiderstands-Messung — gute Dienste. Der Frequenzbereich 200 bis 6000 Hz berücksichtigt dabei die Empfehlungen des CCIF auf Erweiterung des Sprachbandes in Fernsprechverbindungen.

Die Meßschaltung ist in einem handlichen Koffer untergebracht und daher für Messungen auf der Strecke sehr gut geeignet. Aber auch in Laboratorien und Prüffeldern der Fernmeldetechnik wird der Meßkoffer gern benutzt. Er enthält:

1. Einen *Pegelsender*, dessen Frequenz in zwei Teilbereichen zwischen 200 und 1200 Hz, sowie 1000 und 6000 Hz stetig verändert werden kann;
2. einen in Neper geeichten *Pegelmesser* mit symmetrischem, wahlweise hochohmigem oder 600-Ω-Eingang; der Verstärkerteil kann auch als Hörverstärker verwendet werden;
3. eine *Zusatzeinrichtung zum Messen von Fehlerdämpfungen*; sie ermöglicht auch das *Einstellen von Nachbildungen*;
4. eine *Zusatzeinrichtung zum Messen von Scheinwiderständen*.

Eine ähnliche Einrichtung — jedoch mit erweiterten Meßbereichen, diese wahlweise mit Neper- oder Dezibeleichung und mit einigen meßtechnischen Verfeinerungen — steht in dem Meßkoffer Rel 3 K 117 (S. 264) zur Verfügung.

Die Betriebsspannungen werden über den eingebauten Netzteil dem Wechselstromnetz 110/220 V entnommen oder bei Betrieb auf der Strecke ohne meßtechnische Nachteile über einen Wechselrichter Rel 54 A 2 (S. 520) einer 12-V-Batterie. In diesem Fall wirkt sich der geringe Stromverbrauch des Meßkoffers besonders günstig aus.

## KENNWERTE

### *Senden:*

Frequenz, stetig veränderbar . . . . . von 200 bis 1200 Hz und 1000 bis 6000 Hz  
Frequenzunsicherheit . . . . .  $\pm 2\%$   
Klirrfaktor am 600- $\Omega$ -Ausgang bei Abschluß mit 600  $\Omega$  . . . . .  $< 1\%$

Sendepiegel am Ausgang „ $R_i = 600 \Omega$ “:

Spannungspegel an  $R_a = 600 \Omega$ ,

in Schritten von 0,5 N veränderbar zwischen . . . . .  $-2; \dots; 0; \dots; +1$  N

Unsicherheit bei Abschluß mit 600  $\Omega$  und bei 800 Hz . . . . .  $\leq \pm 0,03$  N

Frequenzgang bei Abschluß mit 600  $\Omega$ , bezogen auf 800 Hz . . . . .  $\leq \pm 0,03$  N

Innenwiderstand . . . . .  $600 \Omega \pm 2\%$

Sendepiegel am Ausgang „ $R_i \ll 100 \Omega$ “:

Spannungspegel (Urspannung),

in Schritten von 0,5 N veränderbar zwischen . . . . .  $-1,3$  und  $+1,7$  N

Unsicherheit bei Abschluß mit  $R_a \geq 600 \Omega$  und bei 800 Hz . . . . .  $\leq \pm 0,03$  N

Frequenzgang bei Abschluß mit  $R_a \geq 600 \Omega$ , bezogen auf 800 Hz . . . etwa  $\pm 0,03$  N

Innenwiderstand  $R_i$  . . . . .  $\leq 50 \Omega$

Zulässiger Belastungswiderstand  $R_a$  . . . . .  $> 300 \Omega$

### *Pegelmessungen:*

Meßbereich in vier Schritten zu 1 N einstellbar zwischen . . . . .  $-1$  und  $+2$  N

Skalenumfang . . . . . 2,1 N

Kleinster ablesbarer Pegel . . . . .  $-3$  N

Meßunsicherheit bei 800 Hz . . . . . etwa  $\pm 0,02$  N

Frequenzgang der Anzeige, bezogen auf 800 Hz . . . . .  $\leq \pm 0,03$  N

Eingangsscheinwiderstand . . . . .  $> 20 \text{ k}\Omega$  und  $600 \Omega \pm 2\%$

### *Fehlerdämpfungs-Messungen:*

Meßbereich, in drei Schritten einstellbar mit den Endwerten . . . . . 0; 1; 2 N

Größte ablesbare Fehlerdämpfung . . . . . 4 N

Meßunsicherheit im gesamten Frequenzbereich . . . . . etwa 0,1 N

### *Scheinwiderstands-Messungen:*

Meßumfang . . . . . 20  $\Omega$  bis 150 k $\Omega$

in sieben Bereichen mit den Endwerten . . 150; 500  $\Omega$ ; 1,5; 5; 15; 50 und 150 k $\Omega$

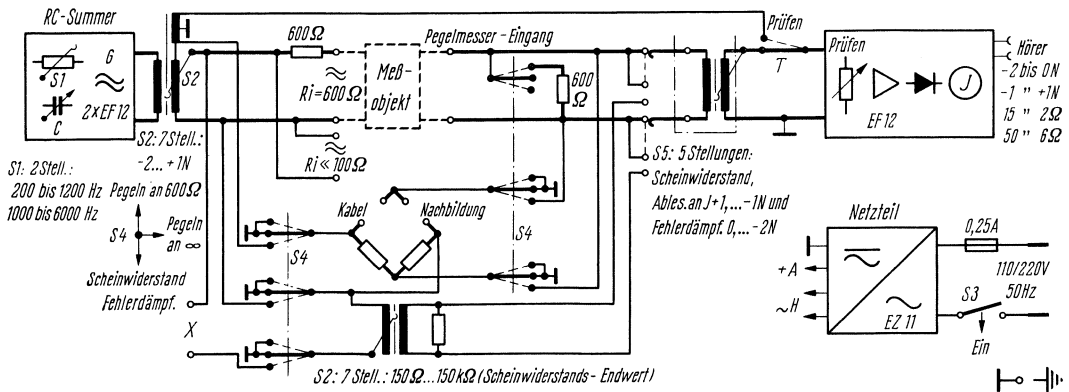
Meßunsicherheit im gesamten Frequenzbereich . . . . .  $< 10\%$

Netzanschluß . . . . . 110/220 V  $\pm 10\%$ ; 42 bis 60 (100) Hz; etwa 25 VA

**ARBEITSWEISE** Der Meßkoffer vereinigt im wesentlichen einen Pegelsender und einen Pegelmesser, dazu Zusatzeinrichtungen für die Fehlerdämpfungs- und Scheinwiderstands-Messungen. Zum Einstellen der Meßschaltungen sind nur die Schalter S4 und S5 zu betätigen.

Die Meßspannung entsteht in einem brückenstabilisierten *RC-Summer*, und zwar ist ein zwei-stufiger Verstärker über eine Brückenschaltung rückgekoppelt, die mit ihren Widerstands- und Kapazitätswerten die Frequenz der Meßspannung bestimmt. Die Frequenz ist also nur von Elementen abhängig, die sich mit großer Konstanz herstellen lassen. Die Rückkopplungsschaltung ist außerdem so aufgebaut, daß Frequenz und Amplitude der Ausgangsspannung von Netzspannungsschwankungen und Röhreneigenschaften weitgehend unabhängig sind.

Mit dem Schalter S1 wird der Frequenzbereich 200 bis 1200 Hz (Bereich I) oder 1000 bis 6000 Hz (Bereich II) eingestellt; mit dem Drehkondensator C läßt sich die Frequenz in diesen Bereichen stetig verändern. Der Ausgangsübertrager hat sekundärseitig Anzapfungen, die mit dem Schalter S2 in sieben Schritten geschaltet werden; der Innenwiderstand ist bei den verschiedenen Ausgangspegeln immer  $< 50 \Omega$ . In der Verbindung zu den Ausgangsklemmen „ $R_i = 600 \Omega$ “ liegt ein Widerstand, der den inneren Widerstand auf  $600 \Omega$  ergänzt. Die Klemmen „ $R_i \ll 100 \Omega$ “ liegen unmittelbar an der jeweils eingestellten Anzapfung der Ausgangswicklung. Der Ausgang „ $R_i \ll 100 \Omega$ “ soll Betriebsdämpfungs-Messungen mit verschiedenen Z-Werten ermöglichen, wobei zwischen Pegelsender-Ausgang und Meßobjekt ein entsprechender Reihenwiderstand einzulegen ist. Außerdem hat man damit einen niederohmigen Generator, dessen Spannung also unabhängig von der Belastung ist, sofern der Abschlußwiderstand über etwa  $300 \Omega$  bleibt.



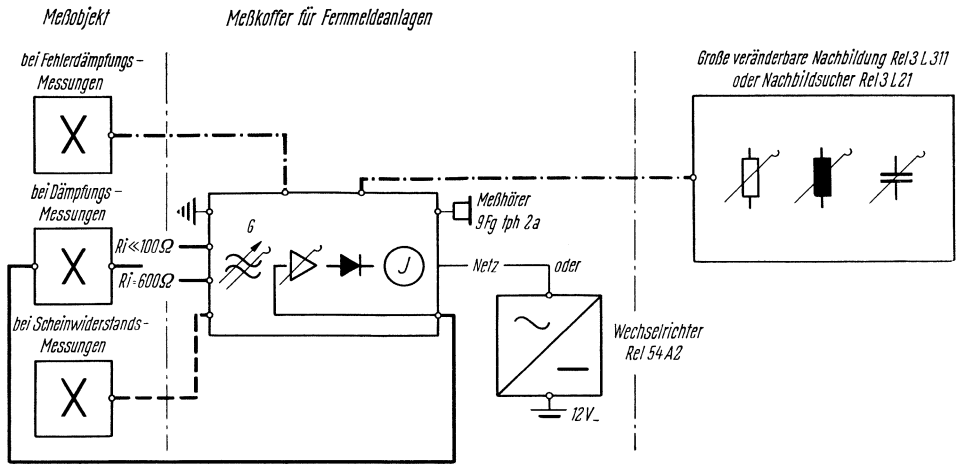
Der *Pegelmesser* ist ein hochohmiger Spannungsmesser mit symmetrischem Eingang, einer Verstärkerstufe und einem Anzeigekreis mit Trockengleichrichtern und dem Drehspulinstrument J. Die Gleichrichter arbeiten im linearen Teil ihrer Strom-Spannungs-Charakteristik. Der Meßkreis ist außerdem weitgehend linearisiert, so daß größtmögliche Temperaturunabhängigkeit gewährleistet ist. Die Anzeige entspricht annähernd dem Flächenwert der angelegten Spannung; die Eichung ist jedoch für sinusförmige Spannungen in Effektivwerten des Spannungspegels durchgeführt. Der Meßbereich läßt sich in vier Schritten zu je 1 N ändern. Für die Messung von Restdämpfungen wird mit Schalter S4 ein Widerstand von  $600 \Omega$  den Eingangsklemmen parallelgeschaltet.

Der einstufige Verstärker ist gegen Schwankungen der Hilfsspannungen und Röhrenänderungen gut stabilisiert, so daß sich die Eichung des Pegelmessers nur wenig ändert. Damit unvermeidliche kleine Änderungen ausgeglichen werden können, läßt sich mit der Taste T „Prüfen“ eine Eichspannung aus dem Generator an das Gitter der Röhre legen und mit dem Regler Einstellung „Prüfen“ auf Vollausschlag nachregeln. Beim Stecken des Meßhörers wird der Gleichrichterkreis abgetrennt. Die gedrückte Taste T hebt diese Abtrennung wieder auf, so daß das Ohr vor dem Eichton geschützt ist.

Mit dem Schalter S4 wird in dessen Stellung „Scheinwiderstand/Fehlerdämpfung“ die höchste zur Verfügung stehende Sendespannung an eine Brücke gelegt, gleichzeitig der Pegelmesser angeschaltet. In dieser Stellung des Schalters lassen sich veränderbare Nachbildungen einstellen oder günstige Nachbildungswerte ermitteln. Die Fehlerdämpfung liest man an der unteren Neperskala ab unter Berücksichtigung der am Bereichschalter S5 eingestellten Zahl.

Der *Scheinwiderstandsbetrag* wird durch Messen des Stromes bestimmt, der bei definierter Meßspannung durch das Meßobjekt fließt. Die Meßbereiche sind also durch Verändern der Meßspannung und der Strommeß-Empfindlichkeit wählbar, wobei der Eigenwiderstand des Strommessers gegenüber dem des Meßobjektes klein ist. Als Meßspannung stehen sieben belastungsunabhängige Spannungen des Pegelsenders zur Verfügung. Durch Verändern der Meßfrequenz kann der frequenzabhängige Scheinwiderstandsverlauf gemessen und bei Kabeln aus den Größt- und Kleinstwerten eine Fehlerortsberechnung nach Küpfmüller durchgeführt werden.

**AUFBAU DES MESSPLATZES** Der Meßkoffer enthält alle Teile für die genannten Meßschaltungen. Lediglich zum Ermitteln von Nachbildungswerten, also zum Herstellen von Nachbildungen (nicht zum Einstellen von veränderbaren Nachbildungen) wird zusätzlich eine Große veränderbare Nachbildung Rel 3 L 311 (S. 498) oder der Nachbildungssucher Rel 3 L 21 (S. 500) benötigt. Dient der



Empfangsteil (Pegelmesser) als Hörverstärker, dann ist an seinen Ausgang ein Meßhörer anzuschließen. Dämpfungs- und Verstärkungs-Messungen sind bis 4 N möglich. Auf der Baustrecke kann die Betriebsspannung über einen Wechselrichter Rel 54 A 2 (S. 520) einer 12-V-Batterie entnommen werden.

Alle Anschlußstellen sind für Bananenstecker, Kabelschuhe und Drahtenden geeignet.

**B**

**ZUBEHÖR, ABMESSUNGEN UND GEWICHTE**

Gegenstand	Bezeichnung	Abmessungen in mm	Gewicht etwa kg	Preis
MESSKOFFER FÜR FERNMELDEANLAGEN —1/+ 2 N (200 bis 6000 Hz) .....	Rel 3 K 111	500 × 280 × 210	18	
<i>Zubehör</i>				
3 Röhren .....	EF 12	—	—	
1 Gleichrichterröhre .....	EZ 11	—	—	
3 Schmelzeinsätze 0,25 A (2 als Ersatz) .....	0,25/250 DIN 41571	—	—	
<i>Nach Bedarf</i>				
1 Meßhörer (2 × 1000 Ω), z. B. ....	9 Fg tph 2a	—	—	
1 Große veränderbare Nachbildung .....	Rel 3 L 311	550 × 368 × 280	28	S. 498
oder Nachbildungssucher .....	Rel 3 L 21	550 × 380 × 150	13	S. 500
1 Wechselrichter 12 V_/220 V~ .....	Rel 54 A 2	270 × 276 × 140	7	S. 520
Verbindungsleitungen, z. B. ....	9 Rel ltg 28	250, ... 2000	0,05	S. 512

**Meßkoffer für Fernmeldeanlagen —3/+3 N**

Rel 3 K 117 b

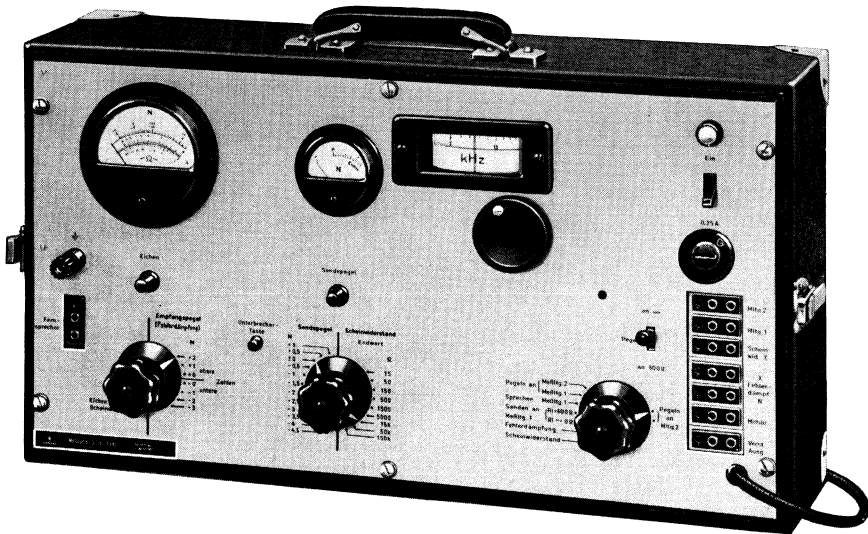
200 bis 6000 Hz

**Meßkoffer für Fernmeldeanlagen —30/+30 db**

Rel 3 K 117 ct

200 bis 6000 Hz

ANWENDUNG Diese Meßkoffer vereinigen in sich — ebenso wie die Ausführung Rel 3 K 111 (S. 260) — die Meßschaltungen für alle wesentlichen Messungen an Fernmeldeanlagen im Frequenzbereich von 200 bis 6000 Hz. Gegenüber dem Meßkoffer Rel 3 K 111 weisen diese Geräte erweiterte Meßbereiche für alle Meßarten auf, ferner einige meßtechnische Verfeinerungen. So ist



z. B. der Anschluß von Gleichstrom führenden Leitungen (in Bezirks- und Ortsnetzen) ohne Beeinträchtigung der Meßergebnisse oder Beschädigung der Meßschaltung möglich, und der Betriebsschalter hat — zur Vereinfachung der Messungen an Leitungen — besondere Schaltstellungen zum Fernsprechen und für rasches Wechseln, beispielsweise zwischen zwei zu messenden Leitungen.

Jeder Meßkoffer enthält:

1. Einen *Pegelsender*, dessen Frequenz in zwei Teilbereichen zwischen 200 und 1200, sowie 1000 und 6000 Hz stetig verändert werden kann; die Umschaltung der Bereiche geschieht selbsttätig;
2. einen *Pegelmesser* mit symmetrischem hochohmigen oder 600-Ω-Eingang;
3. eine *Zusatzeinrichtung zum frequenzabhängigen Messen von Fehlerdämpfungen*; sie ermöglicht auch das Einstellen von veränderbaren Nachbildungen und mit der Großen veränderbaren Nachbildung Rel 3 L 311 (S. 498) oder mit dem Nachbildungssucher Rel 3 L 21 (S. 500) das Finden von Nachbildungswerten;
4. eine *Zusatzeinrichtung zum frequenzabhängigen Messen von Scheinwiderständen*.

Die Meßkoffer stellen also ebenfalls vollständige Meßplätze dar, die besonders für die Betriebsmessungen in Fernsprechämtern und auf der Kabelstrecke geeignet sind. Sie werden auch gern für die Entwicklung und Prüfung von Fernmeldegeräten benutzt. Die Ausführung Rel 3 K 117b hat Neperreichung, die tropenfeste Ausführung Rel 3 K 117ct Dezibeleichung.

Die Betriebsspannungen liefert über den eingebauten Netzteil das Wechselstromnetz, bei Messungen auf der Strecke ohne meßtechnische Nachteile über einen Wechselrichter Rel 54 A 2 (S. 520) eine 12-V-Batterie. Hier wirkt sich ihr geringer Stromverbrauch besonders günstig aus.



KENNWERTE

*Senden:*

Frequenz,		
stetig veränderbar in zwei sich selbsttätig		
ablösenden Bereichen ..... 200 bis 1200 Hz und 1000 bis 6000 Hz		
Frequenzunsicherheit .....		$\leq \pm 1\%$
Klirrfaktor bei Belastung mit 600 $\Omega$ .....		$\leq 0,5\%$
	Ausführung b	Ausführung ct
Sendespannungspegel bei $R_i \sim 0 \Omega$ oder 600 $\Omega$ , einstellbar in 11 (10) Schritten von je 0,5 N (5 db) und stetig von .....	- 5,0; ... + 1,1 N	- 45; ... + 11 db
Unsicherheit des Sendepiegels bei Abschluß mit 600 $\Omega$ und bei 800 Hz .....	$\leq \pm 0,02$ N	$\leq \pm 0,2$ db
Frequenzgang des Sendepiegels ohne Nachregelung, bezogen auf 800 Hz .....	$\leq \pm 0,02$ N	$\leq \pm 0,2$ db
Innenwiderstand .....	$\leq 4 \Omega$ und $600 \Omega \pm 2\%$	
Kleinster zulässiger Belastungswiderstand .....	300 $\Omega$	
Bei $\pm 10\%$ Netzspannungsschwankungen:		
Frequenzänderung .....		$\leq 0,5\%$
Änderung des Spannungspegels .....	$\leq \pm 0,01$ N	$\leq \pm 0,1$ db
Höchste zulässige Gleichstrombelastung des Senderausganges .....	70 mA	

*Pegelmessungen:*

Frequenzbereich .....		
200 bis 6000 Hz		
	Ausführung b	Ausführung ct
Meßbereich .....	- 3; ... + 3 N	- 30; ... + 30 db
Skalenumfang .....	2,1 N	21 db
Kleinster ablesbarer Pegel .....	- 5 N	- 50 db
Meßunsicherheit bei 800 Hz .....	$\pm 0,02$ N	$\pm 0,2$ db
Frequenzabhängigkeit der Anzeige, bezogen auf 800 Hz .....	$\leq \pm 0,02$ N	$\leq \pm 0,2$ db
Eingangsscheinwiderstand .....	$\geq 30 \text{ k}\Omega$ und $600 \Omega \pm 2\%$	
Größte Leerlauf-Verstärkung zwischen Eingang und Buchsen „Verst.-Ausgang“ . etwa 4,6 N		etwa 44 db
Kleinster zulässiger Abschlußwiderstand an den Buchsen „Verst.-Ausgang“ .....	600 $\Omega$	
Anzeigeänderung bei $\pm 10\%$ Netzspannungsschwankungen .....	$\leq \pm 0,01$ N	$\leq \pm 0,1$ db
Höchste zulässige Gleichstrom-(Gleichspannungs-)Belastung des Eingangs		
bei einem Eingangswiderstand von 600 $\Omega$ .....	70 mA	
bei einem Eingangswiderstand $\geq 30 \text{ k}\Omega$ .....	100 V	
Rufstromsicherheit .....	es dürfen kurzzeitig bis 90 V/25 oder 50 Hz am Eingang liegen	

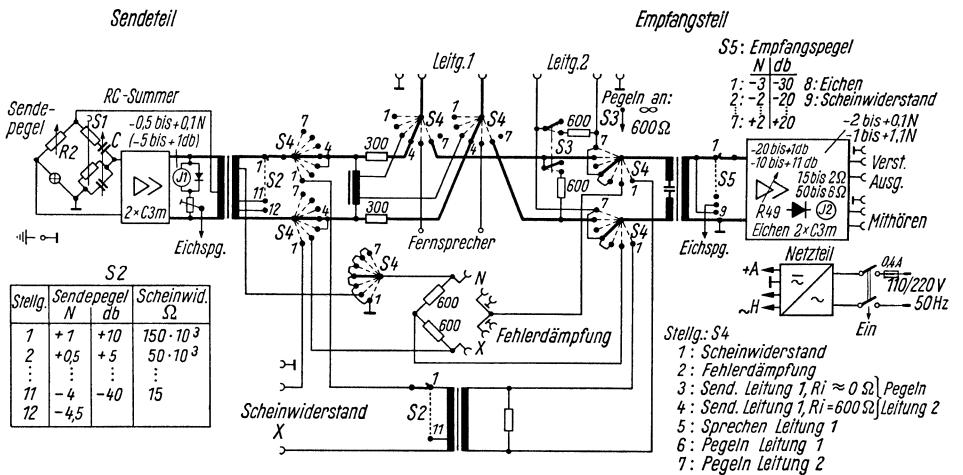
*Fehlerdämpfungs-Messungen:*

Frequenzbereich .....	200 bis 6000 Hz
	Ausführung b   Ausführung ct
Meßbereich für Vollausschlag .....	0; ... 3 N   0; ... 30 db
Größte ablesbare Fehlerdämpfung .....	5 N   50 db
Sendespannung am Meßobjekt .....	etwa 0 N   etwa 0 db
Meßunsicherheit im gesamten Frequenzbereich für $Z$ und $N$ zwischen 200 und 2000 $\Omega$ .....	$\leq 0,05$ N   $\leq 0,5$ db

*Scheinwiderstands-Messungen:*

Frequenzbereich .....	200 bis 6000 Hz
Meßumfang .....	2 $\Omega$ bis 150 k $\Omega$
in 9 Meßbereichen mit den Endwerten	15; 50; 150; 500; 1500; 5000 $\Omega$ und 15; 50; 150 k $\Omega$
Meßunsicherheit im gesamten Frequenzbereich .....	$\leq \pm 10\%$
Netzanschluß .....	110/220 V $\pm 10\%$ ; 42 bis 60 (100) Hz; etwa 32 VA

**ARBEITSWEISE** Jeder Meßkoffer vereinigt im wesentlichen einen Pegelsender und einen Pegelmesser, dazu Zusatzeinrichtungen für die Fehlerdämpfungs- und Scheinwiderstands-Messungen. Fehlerdämpfungen werden mit Hilfe einer Brückenschaltung gemessen, Scheinwiderstände in einfacher Weise bei konstanter Meßspannung durch eine Strommessung bestimmt. Zum Einstellen der einzelnen Meßschaltungen ist nur der Schalter S4 zu betätigen.



Die Meßspannung entsteht in einem brückenstabilisierten RC-Summer, und zwar ist ein zwei-stufiger gegengekoppelter Verstärker über eine aus Widerständen, Kondensatoren und einem Regellämpchen bestehende Brückenschaltung nach Wien-Robinson rückgekoppelt; die Frequenz ist also von Elementen abhängig, die sich mit großer Konstanz herstellen lassen. Der spannungs-abhängige Widerstand des Regellämpchens begrenzt und stabilisiert die Oszillatorspannung. Damit sind Frequenz und Amplitude auch weitgehend unabhängig von Schwankungen der Netzspannung und Röhreneigenschaften.

Der Umschalter S1 für die beiden Frequenzbereiche ist mit Hilfe einer Schaltkulisie mit dem Drehkondensator so gekuppelt, daß er beim Weiterdrehen über die Skale hinaus betätigt wird. Durch eine Überlappung der beiden Bereiche zwischen 1000 und 1200 Hz ist gewährleistet, daß der angezeigte Wert vom Ende des Bereiches I am Anfang des Bereiches II nochmals angezeigt wird. Gleichzeitig mit der Bereichumschaltung verschiebt sich das Skalenfenster so, daß nur die jeweils gültige Skale sichtbar ist und damit falsche Einstellungen unmöglich werden.

Die Ausgangsspannung wird am Ausgangsübertrager abgenommen, der fünf Anzapfungen in Schritten von 0,5 N (5 db) hat. Kleinere Pegel als -1,5 N werden über einen zweiten Übertrager hergestellt. Zwischenwerte des Ausgangsspannungspegels lassen sich mit dem Feinregler R2 in der Wien-Robinson-Brücke mit Hilfe der Instrumentenskale einstellen. Ausgangsübertrager und Ergänzungswiderstände (auf  $R_1 = 600 \Omega$ ) sind so bemessen, daß über sie ohne Beeinträchtigung der Sendeeigenschaften bis zu 70 mA Gleichstrom fließen dürfen.

Der *Pegelmesser* ist ein hochohmiger, in Neper oder Dezibel geeichter Spannungsmesser mit symmetrischem Eingang, zwei Verstärkerstufen und einem Anzeigekreis. Die Richtleiter arbeiten im linearen Teil ihrer Strom-Spannungs-Charakteristik. Der Meßkreis ist außerdem weitgehend linearisiert, so daß größtmögliche Temperatur-Unabhängigkeit gewährleistet ist. Die Anzeige entspricht annähernd dem Flächenwert der angelegten Spannung; die Eichung ist jedoch für sinusförmige Spannungen in Effektivwerten des Spannungspegels durchgeführt. Der Meßbereich läßt sich mit dem Meßbereichschalter S5 durch Anzapfungen am Eingangübertrager und einem Spannungsteiler in sechs Schritten zu je 1 N (10 db) ändern.

Für die Messung von Restdämpfungen wird mit Schalter S3 ein eingebauter Widerstand von  $600 \Omega$  den Eingangsbuchsen parallelgeschaltet. Zur Vereinfachung der Umschaltungen mit Schalter S4 sind für beide Eingänge „Ltg 1“, „Ltg 2“ getrennte Widerstände vorgesehen.

Der zweistufige Verstärker ist gegen Schwankungen der Betriebsspannungen und Röhren-Kennwerte gut stabilisiert, so daß sich die Eichung des Pegelmessers zeitlich nur wenig ändert. Damit unvermeidliche kleine Änderungen ausgeglichen werden können, wird in Stellung „Eichen“ des Schalters S5 eine Eichspannung aus dem vorher eingestellten Pegelsender an das Gitter der ersten Röhre gelegt und mit dem Widerstand R49 „Eichen“ auf die rote Eichmarke (Vollausschlag) nachgeregelt. Zur Verwendung des *Pegelmessers als Verstärker* steht an den Buchsen „Verst.-Ausgang“ die volle Ausgangsspannung erdfrei zur Verfügung. Beim Stecken eines Verbrauchers ( $\geq 600 \Omega$ ) in diese Buchsen wird der Anzeigekreis kurzgeschlossen.

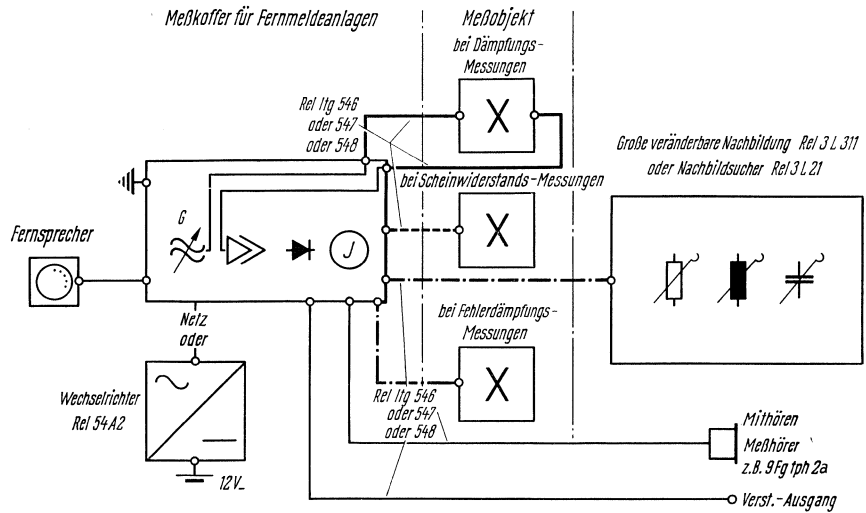
*Fehlerdämpfungen* kann man mit Hilfe einer eingebauten Brücke messen. Mit dem Schalter S4 wird in dessen Stellung „Fehlerdämpfung“ eine Sendespannung von +0,7 N (+6 db) an die Brücke gelegt, gleichzeitig der Pegelmesser eingeschaltet. Am Meßobjekt liegt damit ungefähr der Spannungspegel 0 N (0 db). Die Fehlerdämpfung liest man an der unteren Neperskale des Instruments J2 unter Berücksichtigung der am Bereichschalter S5 eingestellten Zahl ab.

Der *Scheinwiderstandsbetrag* wird durch Messen des Stromes bestimmt, der bei definierter Meßspannung durch das Meßobjekt fließt. Die Meßbereiche sind durch Verändern der Meßspannung und der Empfindlichkeit des Strommessers wählbar, wobei der Eigenwiderstand des Strommessers gegenüber dem des Meßobjektes klein ist. Als Meßspannung können neun verschiedene Werte eingestellt werden. Durch Verändern der Meßfrequenz läßt sich der frequenzabhängige Scheinwiderstandsverlauf messen und bei Kabeln aus den Größt- und Kleinstwerten dieser Kurve schließlich eine Fehlerortsberechnung nach Küpfmüller durchführen.

**AUFBAU DES MESSPLATZES** Die Meßkoffer enthalten alle Teile für die genannten Meßschaltungen. Lediglich zum Ermitteln von Nachbildungswerten beim Herstellen von Nachbildungen wird zusätzlich eine Große veränderbare Nachbildung Rel 3 L 311 (S. 498) oder der Nachbildungssucher Rel 3 L 21 (S. 500) benötigt (zum Einstellen veränderbarer Nachbildungen nicht erforderlich). Dient der Pegelmesser als Hörverstärker, dann ist an seinem Ausgang ein Meßhörer anzuschließen. Dämpfungsmessungen sind bis 6 N (60 db), Verstärkungsmessungen bis 8 N (75 db) möglich.

Bei Betrieb der Meßkoffer z. B. auf der Baustrecke kann die Betriebsspannung über einen Wechselrichter Rel 54 A 2 (S. 520) einer 12-V-Batterie entnommen werden.

Zweckmäßige Verbindungsleitungen s. Meßplatzbild. Alle Buchsenpaare der Meßkoffer sind für Dreipolstecker (S. 512) eingerichtet.



#### ZUBEHÖR, ABMESSUNGEN UND GEWICHTE

Gegenstand	Bezeichnung	Abmessungen in mm	Gewicht etwa kg	Preis
MESSKOFFER FÜR FERNMELDEANLAGEN — 3/+ 3 N (200 bis 6000 Hz) .....	Rel 3 K 117 b	550 × 300 × 220	16,5	
MESSKOFFER FÜR FERNMELDEANLAGEN — 30/+ 30 db (200 bis 6000 Hz) .....	Rel 3 K 117 ct	550 × 300 × 220	16,5	
<i>Zubehör</i>				
4 Röhren .....	C 3 m	—	—	
1 Signallämpchen 12 V .....	T lp 2 c	—	—	
3 Schmelzeinsätze 0,4 A (2 als Ersatz) .....	0,4/250 DIN 41571	—	—	
<i>Nach Bedarf</i>				
1 Meßhörer (2 × 1000 Ω), z. B. ....	9 Fg tph 2 a	—	—	
1 Wechselrichter 12 V <sub>-</sub> /220 V <sub>~</sub> .....	Rel 54 A 2	275 × 266 × 180	7	S. 520
2 Verbindungsleitungen, z. B. ....	Rel ltg 546 a, ... d	500, ... 2000	0,2	S. 512
oder	Rel ltg 547 a, ... c	250, ... 2000	0,2	
oder	Rel ltg 548 a, ... e	500, ... 3000	0,2	
1 Große veränderbare Nachbildung .....	Rel 3 L 311	550 × 368 × 280	28	S. 498
oder Nachbildungssucher .....	Rel 3 L 21	550 × 380 × 150	13	S. 500

**Pegelmesser —1/+2 N**

200 bis 6000 Hz

Rel 3 D 314 a, b

**Pegelmesser —10/+20 db**

200 bis 6000 Hz

Rel 3 D 314 c, d

**ANWENDUNG** Diese Pegelmesser dienen zum Messen des Spannungspegels („Pegeln an  $\infty$ “) und in Verbindung mit einem Normalgenerator zum schnellen und einfachen Bestimmen der Restdämpfung („Pegeln an  $600 \Omega$ “). Die kleinen, handlichen Geräte, die in einem Metallgehäuse mit



Traggriff oder für Gestelleinbau geliefert werden, arbeiten ohne Röhren. Sie eignen sich besonders für die laufende Überwachung von Bezirks- und Ortsfernsprechleitungen, werden aber auch viel in Fernämtern verwendet.

Die Ausführungen a (Kastengerät) und b (Einbaugerät) haben Nepereichung, die Ausführungen c (Kastengerät) und d (Einbaugerät) haben Dezibeleichung.

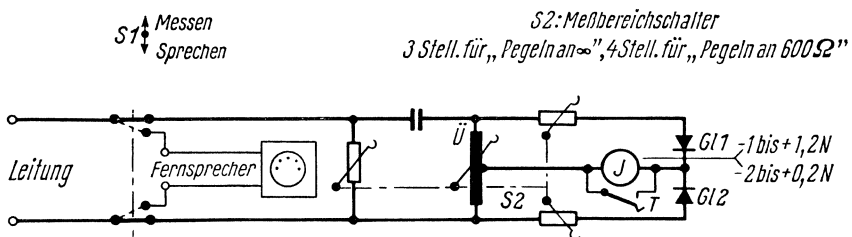
Betriebs- oder Hilfsspannungen werden nicht benötigt.

**KENNWERTE**

Frequenzbereich .....	200 bis 6000 Hz
	Ausführungen a und b   c und d
Meßbereiche (Endausschlag 0,2 N (2 db) höher)	
bei „Pegeln an $\infty$ “ .....	0, +1, +2 N   0, +10, +20 db
bei „Pegeln an $600 \Omega$ “ .....	—1, 0, +1, +2 N   —10, 0, +10, +20 db
Skalenumfang .....	2,2 N   22 db

Ausführungen	a und b		c und d
Kleinster ablesbarer Pegel			
bei „Pegeln an $\infty$ “ .....	- 2 N		- 20 db
bei „Pegeln an 600 $\Omega$ “ (Restdämpfung) .....	- 3 N		- 30 db
Meßunsicherheit bei 800 Hz und 20°C .....	$\leq 0,03$ N		$\leq 0,3$ db
Frequenzabhängigkeit der Anzeige, bezogen auf 800 Hz .....	$\leq 0,03$ N		$\leq 0,3$ db
Temperaturabhängigkeit			
bei 20° $\pm$ 5°C .....	$\leq \pm 0,02$ N		$\leq \pm 0,2$ db
bei 20° $\pm$ 10°C .....	$\leq \pm 0,04$ N		$\leq \pm 0,4$ db
Eingangswiderstand			
bei „Pegeln an $\infty$ “			
zwischen 200 und 3000 Hz .....		$\geq 10$ k $\Omega$	
zwischen 3000 und 6000 Hz .....		$\geq 6$ k $\Omega$	
bei „Pegeln an 600 $\Omega$ “			
in den Bereichen +2, +1 und 0 N (+20, +10 und 0 db) .....	600 $\Omega$	$\pm 4\%$	
in dem Bereich -1 N (-10 db) .....	600 $\Omega$	$\pm 15\%$	

ARBEITSWEISE Die zu messende Spannung wird über den für die verschiedenen Meßbereiche umschaltbaren Sparübertrager  $\ddot{U}$  dem Meßkreis zugeführt. Dieser besteht aus einer temperaturkompensierten Gleichrichter-Schaltung mit den beiden Trockengleichrichtern Gl 1, 2 und dem Drehspulinstrument J. Beim Umschalten von „Pegeln an  $\infty$ “ auf „Pegeln an 600  $\Omega$ “ mit dem Meßbereichschalter S 2 wird der Eingangsscheinwiderstand auf 600  $\Omega$  herabgesetzt.

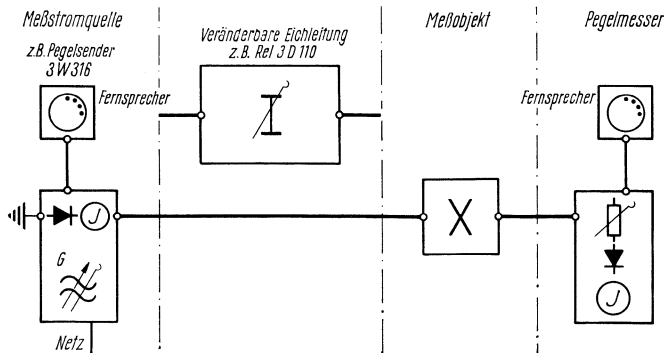


Damit man bei Restdämpfungs-Messungen an Fernsprechleitungen wahlweise messen und über die Leitung sprechen kann, sind bei den Kastengeräten Anschlußklemmen für einen Fernsprecher sowie der Kippschalter S 1 vorgesehen; dieser hat Schleppkontakte, so daß beim Umschalten von „Sprechen“ auf „Messen“ das Zusammenfallen der Selbstanschlußverbindung verhindert wird. Die Taste T — ebenfalls nur bei den Kastengeräten vorgesehen —, die beim Schließen des Deckels gedrückt wird, schließt das Instrument für den Transport kurz.

AUFBAU DES MESSPLATZES Für Messungen bei 800 Hz — solche Messungen reichen für eingepegelte Leitungen in den meisten Fällen aus — ist als Meßspannungsquelle der Pegelsender 800 Hz, Rel 3 W 316 (S. 22) sehr zweckmäßig, denn er hat die gleichen Abmessungen wie der Pegel-

messer und ist in seiner Bedienung auf diesen abgestimmt (z. B. bei den Kastengeräten schnelles Umschalten von Sprechen auf Messen an beiden Enden der Strecke).

Restdämpfungs-Messungen sind mit diesen kleinen Geräten bis zu 3 N möglich oder auch bis zu 4 N, wenn mit 1 N gesendet werden darf. Verstärkungen bis zu 2 N können unmittelbar abge-



lesen werden. Bei größeren Verstärkungen oder wenn der Eingangspegel des Verstärkers  $< 0$  N sein muß, wird der Sendepiegel durch Vorschalten fester Dämpfungsglieder mit bekannter Dämpfung herabgesetzt, z. B. mit der Veränderbaren Eichleitung Rel 3 D 110 (S. 132).

Für den Anschluß des Meßobjektes genügen einfache Leitungen, gegebenenfalls mit Bananensteckern.



#### ZUBEHÖR, ABMESSUNGEN UND GEWICHTE

Gegenstand	Bezeichnung	Abmessungen in mm	Gewicht etwa kg	Preis
PEGELMESSER — 1/+ 2 N (200 bis 6000 Hz)				
Kastengerät .....	Rel 3 D 314 a	137 × 266 × 180	2,5	
Einbaugerät .....	Rel 3 D 314 b	115 × 236 × 160	2,3	
PEGELMESSER — 10/+ 20 db (200 bis 6000 Hz)				
Kastengerät .....	Rel 3 D 314 c	137 × 266 × 180	2,5	
Einbaugerät .....	Rel 3 D 314 d	115 × 236 × 160	2,3	
<i>Nach Bedarf</i>				
Meßstromquelle, z. B. Pegelsender (800 Hz) ....	Rel 3 W 316	—	—	S. 22
1 Veränderbare Eichleitung, z. B. ....	Rel 3 D 110	275 × 200 × 180	6	S. 132
Verbindungsleitungen, z. B. ....	9 Rel ltg 28	250, ... 2000	0,05	S. 512

**Pegelmesser -10/+20 db**

200 bis 20000 Hz

Rel 3 D 323 b

**Pegelmesser -2/+2 N**

200 bis 20000 Hz

Rel 3 D 323 d, e

**ANWENDUNG** Diese kleinen und handlichen Pegelmesser dienen im Frequenzbereich 200 bis 20000 Hz zum Messen des Spannungspegels und in Verbindung mit einem Normalpegelsender zum schnellen und einfachen Bestimmen der Restdämpfung von Weitverkehrs-Fernsprech- und Rund-



Ausführung Rel 3 D 323 b oder d

Ausführung Rel 3 D 323 e

funkübertragungsleitungen sowie zur laufenden Überwachung von Bezirks- und Orts-Fernsprechleitungen. Sie sind als Ausführung b in Dezibel geeicht, als Ausführungen d und e in Neper; und es gibt diese Pegelmesser für Einbau in Gestelle (b und d) oder in Fernprüfschränke (e). Die in Dezibel geeichte Ausführung ist tropenfest und für einen Temperaturbereich von 20° bis 50°C (Eichtemperatur 30°C) eingerichtet. Die Geräte mit Nepereichung haben den Temperaturbereich der gemäßigten Zonen 10° bis 30°C (Eichtemperatur 20°C); ihre Empfindlichkeit ist um etwa 1 N größer. Bei allen Geräten kann den Eingangsspannungen eine Gleichspannung von  $\leq 60$  V unterlagert sein.

Die Pegelmesser sind röhrenlos; sie benötigen auch keine Hilfsspannungen.

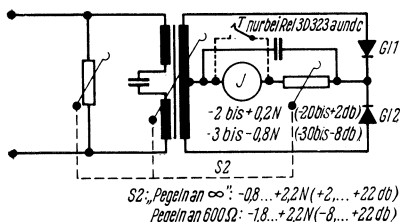
**KENNWERTE**

Frequenzbereich .....	200 bis 20000 Hz
Eingangswiderstand	
bei Pegelmessungen	
in den Bereichen 0...20 db (-1...+2 N) .....	$\geq 10$ k $\Omega$
bei Restdämpfungs-Messungen	
in den Bereichen 0...20 db (-1...+2 N) .....	600 $\Omega \pm 2\%$
im Bereich -10 db (-2 N) .....	600 $\Omega \pm 10\%$
Zulässige unterlagerte Gleichspannung .....	$\leq 60$ V



	Ausführung b	Ausführungen d, e
Meßbereiche		
für Pegelmessungen		
in drei (vier) Schritten zu 10 db (1 N) . . . . .	0, . . . 20 db	- 1, . . . + 2 N
kleinster ablesbarer Wert . . . . .	- 20 db	- 3 N
für Restdämpfungs-Messungen		
in vier (fünf) Schritten zu je 10 db (1 N) - 10, . . . + 20 db		- 2, . . . + 2 N
kleinster ablesbarer Wert . . . . .	- 30 db	- 4 N
Meßunsicherheit		
bei 800 Hz und 30°C (20°C) . . . . .	≤ 0,2 db	≤ 0,02 N
Frequenzabhängigkeit der Anzeige		
zwischen 200 und 10000 Hz . . . . .	≤ 0,2 db	≤ 0,02 N
oberhalb 10000 Hz . . . . .	≤ 0,3 db	≤ 0,03 N
Temperaturabhängigkeit		
für Vollausschlag,		
bezogen auf 30°C, zwischen 20 und 50°C . . . . .	≤ 0,3 db	—
bezogen auf 20°C, zwischen 10 und 30°C		
in den Bereichen 0 . . . 2 N . . . . .	—	≤ 0,02 N
in den Bereichen - 2 und - 4 N . . . . .	—	≤ 0,05 N
zwischen 15 und 25°C,		
in den Bereichen - 2 und - 4 N . . . . .	—	≤ 0,02 N

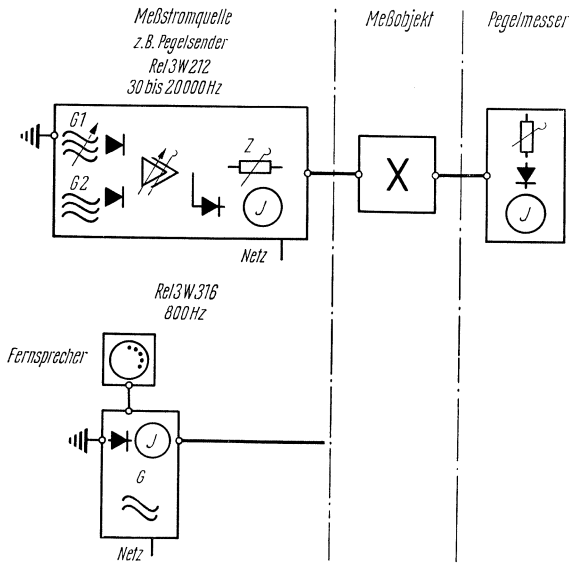
**ARBEITSWEISE** Die zu messende Spannung liegt an einem hochohmigen Übertrager, dessen Primärwicklung durch einen Kondensator gegen Gleichstrom-Durchfluß geschützt ist. Das Übersetzungsverhältnis läßt sich wechselweise auf der Primär- und Sekundärseite für die verschiedenen



Meßbereiche mit dem Schalter S2 umschalten. Beim Übergang von „Pegeln an ∞“ auf „Pegeln an 600 Ω“ wird sein Eingangswiderstand durch Parallelwiderstände auf 600 Ω gebracht. Der Meßkreis besteht aus einer temperaturkompensierten Zweiweg-Gleichrichterschaltung mit den Richtleitern G1, G2 und dem hochempfindlichen Drehspulinstrument J.

**AUFBAU DES MESSPLATZES** Wo eine Meßfrequenz von 800 Hz genügt, sind die ebenfalls einfach aufgebauten und handlichen Pegelsender Rel 3 W 316 (S. 22) geeignete Meßstromquellen. Dämpfungen können dann bis 30 db (4 N), Restdämpfungen bis 40 db (5 N) und Verstärkungen ohne zusätzliche Eichleitungen bis 20 db (2 N) gemessen werden.

Für Messungen im gesamten Frequenzbereich des Pegelmessers empfiehlt es sich, z. B. einen Pegelsender Rel 3 W 212 (S. 27) einzusetzen. Restdämpfungs-Messungen sind dann bis 57 db (7,1 N) und unmittelbare Verstärkungsmessungen bis 60 db (6,6 N) möglich.



ZUBEHÖR, ABMESSUNGEN UND GEWICHTE

Gegenstand	Bezeichnung	Abmessungen in mm	Gewicht etwa kg	Preis
PEGELMESSER — 10/+20 db (200 bis 20000 Hz)				
Einbaugerät .....	Rel 3 D 323 b	115 × 236 × 160	3,2	
PEGELMESSER — 2/+2 N (200 bis 20000 Hz)				
Einbaugerät .....	Rel 3 D 323 d	115 × 236 × 160	3,2	
Einbaugerät für Fernämter .....	Rel 3 D 323 e	115 × 168 × 110	1,6	
<i>Nach Bedarf</i>				
1 Pegelsender (800 Hz), z. B.				
Kastengerät .....	Rel 3 W 316 a	137 × 266 × 180	3	} S. 22
Einbaugerät .....	Rel 3 W 316 b	115 × 236 × 160	2,5	
1 Pegelsender (30 bis 20000 Hz), z. B. ....	Rel 3 W 212	550 × 266 × 280	30	S. 27
Verbindungsleitungen, z. B. ....	9 Rel Itg 28	250, ... 2000	0,05	S. 512

**Pegelmesser —4/+3,5 N**

30 bis 20 000 Hz

Rel 3 D 311 g, h

**Pegelmesser —40/+35 db**

30 bis 20 000 Hz

Rel 3 D 311 k, n

**ANWENDUNG** Diese Pegelmesser sind in Neper (Ausführungen g und h) oder Dezibel (Ausführungen k und n) geeichte Spannungsmesser mit hochohmigem Eingang. Sie dienen in erster Linie zu Pegel-, Dämpfungs- (Restdämpfungs-) und Verstärkungs-Messungen an Übertragungssystemen und deren Einzelgeräten, ferner ganz allgemein als hochohmige Spannungsmesser; aber auch als Hör-



verstärker, besonders für Messungen nach dem Vergleichs- und Nullverfahren, z.B. als Hörverstärker bei Meßbrückenschaltungen (s. Bild auf S. 14). Die Geräte messen etwa den Scheitelwert der Eingangsspannung; sie sind aber so geeicht, daß bei sinusförmigen Spannungen deren Effektivwert angezeigt wird.

Die Pegelmesser zeichnen sich durch einfache Bedienung aus. Der Verstärker kann ohne fremde Hilfsspannungen über eine dem Netzteil entnommene Spannung geeicht werden, die in einer Regelschaltung immer auf gleichen Wert gehalten wird. Weitere besondere Vorzüge sind die weitgehende Unabhängigkeit von Temperatur-, Netzspannungs- und Netzfrequenzschwankungen, die niedrige Störspannung am Verstärkerausgang und der geringe Stromverbrauch.

Bei Verwendung der Pegelmesser als Hörverstärker wird an die Buchsen „Verst.-Ausg.“ ein hochohmiger Meßhörer angeschlossen. Der Meßbereichsschalter dient dann als Verstärkungsregler, und zwar beträgt die größte Verstärkung in Stellung „untere Skale — 4“ etwa 5,3 N (46 db) bei einer höchsten Ausgangsspannung von 3 bis 6 V.

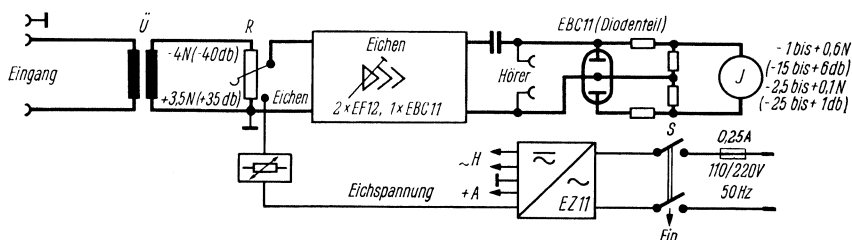
Die Pegelmesser werden als Kastengeräte in einem Holzgehäuse (Ausführungen g und k) oder für den Einbau in 550 mm breite Gestelle geliefert (Ausführungen h und n).

Die Betriebsspannungen werden über einen eingebauten Netzteil dem Wechselstromnetz 110/220 V entnommen oder bei Betrieb auf der Strecke über einen vorgeschalteten Wechselrichter Rel 54 A 2 (S. 520) einer 12-V-Batterie.

## KENNWERTE

	Ausführungen g und h		k und n	
Frequenzbereich .....	30 bis 20000 Hz			
Meßbereich				
veränderbar in acht Schritten von				
je 1 N oder 10 db und				
in einem Schritt von 0,5 N oder 5 db von ...	-4...+3,5 N	-40...+35 db		
Kleinster ablesbarer Pegel.....	-6,5 N	-65 db		
Skalenumfang des Instruments .....	-2,5 bis +0,1 N	-25 bis +1 db		
	und -1 bis +0,6 N	-10 bis +6 db		
Meßunsicherheit bei 800 Hz,				
bezogen auf Vollausschlag .....	± 0,02 N	± 0,2 db		
Frequenzabhängigkeit der Anzeige,				
bezogen auf 800 Hz .....	≤ ± 0,02 N	≤ ± 0,2 db		
Anzeigeänderung				
bei ± 10% Netzspannungsschwankungen .....	≤ ± 0,01 N	≤ ± 0,1 db		
Größte Spannungsverstärkung bei Benutzung				
als Hörverstärker [in Stellung „untere				
Skale - 4 (-40)“ des Meßbereichsschalters] ....	etwa 5,3 N	etwa 46 db		
Eingangsscheinwiderstand .....	≥ 25 kΩ			
Ausgangsscheinwiderstand an den Hörerbuchsen .....	etwa 3 kΩ			
Größte Ausgangsspannung .....	3 bis 6 V			
Fremdspannung am Verstärkerausgang .....	≤ 20 mV			
Netzanschluß .....	110/220 V ± 10%; 42 bis 60 (100) Hz; 20 VA			

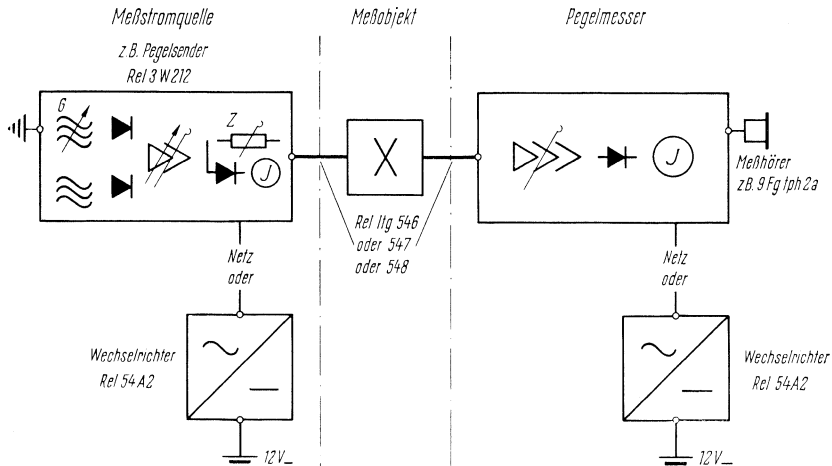
**ARBEITSWEISE** Die Pegelmesser sind stabilisierte dreistufige Verstärker mit einem Röhren-Gleichrichter-Meßkreis und dem Drehspulinstrument J. Die zu messende Spannung gelangt über einen im Schaltbild nicht dargestellten Umpoler, den erdsymmetrischen Übertrager Ü und den Span-



nungsteiler R an das Gitter der ersten Verstärkerröhre. Am Spannungsteiler (Meßbereichsschalter, lassen sich neun verschiedene Meßbereiche einstellen; er hat außerdem eine Stellung „Eichen“) in der eine definierte, durch eine Regelschaltung selbsttätig konstant gehaltene 50-Hz-Wechselspannung vom Netzteil zum Eichen an das Gitter der ersten Verstärkerröhre gelangt. In dem widerstandsgekoppelten Verstärker wird die zu messende Spannung verstärkt, im Gleichrichterteil der Röhre EBC 11 gleichgerichtet und am Instrument J unmittelbar angezeigt. Die zweite Gleichrichter-Strecke der EBC 11-Röhre gleicht den relativ geringen Anodenruhestrom aus.

**AUFBAU DES MESSPLATZES** Als Meßsender für das Hauptanwendungsgebiet des Pegelmessers kann grundsätzlich jede Meßstromquelle mit definiertem Ausgangspegel und entsprechendem Frequenzbereich verwendet werden; mit dem Pegelsender Rel 3 W 212 (S. 27) erhält man einen kleinen Pegelmeßplatz, der das Niederfrequenz-Fernsprech- und Rundfunk-Frequenzband erfaßt. Mit einem so aufgebauten Meßplatz sind z. B. Dämpfungsmessungen bis 8,6 N oder 86 db und Verstärkungsmessungen bis 8,1 N oder 75 db möglich.

Zweckmäßige Verbindungsleitungen s. Meßplatzbild.



**ZUBEHÖR, ABMESSUNGEN UND GEWICHTE**

Gegenstand	Bezeichnung	Abmessungen in mm	Gewicht etwa kg	Preis
PEGELMESSER —4/+ 3,5 N (30 bis 20000 Hz)				
Kastengerät .....	Rel 3 D 311 g	550 × 266 × 280	20	
Einbaugerät .....	Rel 3 D 311 h	520 × 236 × 190	16	
PEGELMESSER —40/+ 35 db (30 bis 20000 Hz)				
Kastengerät .....	Rel 3 D 311 k	550 × 266 × 280	20	
Einbaugerät .....	Rel 3 D 311 n	520 × 236 × 190	16	
<i>Zubehör</i>				
2 Röhren .....	EF 12	—	—	
je 1 Röhre .....	EBC 11, EZ 11	—	—	
1 Signallampe 12 V .....	T lp 2c	—	—	
3 Schmelzeinsätze 0,25 A (2 als Ersatz) .....	0,25/250 DIN 41571	—	—	
<i>Nach Bedarf</i>				
1 Pegelsender (30 bis 20000 Hz), z. B. ....	Rel 3 W 212	—	—	S. 27
1 oder 2 Verbindungsleitungen*, z. B. ....	Rel ltg 546 b	1000	0,2	} S. 512
oder	Rel ltg 547 c	1000	0,2	
oder	Rel ltg 548 b	1000	0,2	
1 Meßhörer (2 × 1000 Ω) z. B. ....	9 Fg tph 2a	—	—	
1 oder 2** Wechselrichter 12 V~/220 V~ .....	Rel 54 A 2	270 × 266 × 180	7	S. 520
* Für die Kastengeräte    ** Bei Messungen auf der Strecke				



**Pegel-Meßgestell für Fernsprech-Verstärkerämter**

Rel 33 K 11 a

30 bis 20000 Hz

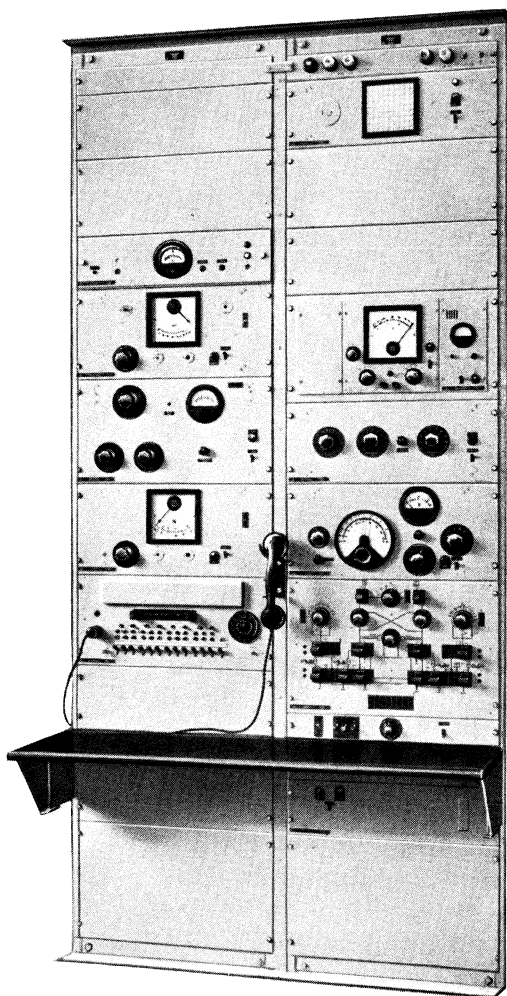
**Pegel-Meßgestell für Rundfunkleistungs-Verstärkerämter**

Rel 33 K 11 b

30 bis 20000 Hz

ANWENDUNG In größeren Verstärkerämtern werden die für die einzelnen Messungen benötigten Meßgeräte gern in Meßgestellen zu übersichtlichen und leicht bedienbaren Meßplätzen zusammengefaßt. Von diesen Meßgestellen führen dann besondere, fest verlegte Verbindungsleitungen zu den Schaltfeldern der Übertragungsgestelle, so daß auf einfache Art und Weise Eingang und Ausgang des jeweiligen Meßobjektes an den Meßplatz herangeführt werden können. Die Meßgestelle selbst sind für Einbau in Gruppenrahmen der normalen Amtsbautechnik eingerichtet.

Die Pegel-Meßgestelle Rel 33 K 11 ermöglichen im Frequenzbereich 30 bis 20000 Hz Pegel-, Dämpfungs-, Verstärkungs- und Fehlerdämpfungs-Messungen. Pegelsender und Pegelmesser haben je nach Wahl Neper- oder Dezibeleichung. Die Ausführung a ist für Fernsprech-Verstärkerämter



	Anschlußschiene	
	Signallaufsprecher Rel 3 U 61	
Aussteuerungsmesser Rel 34 U 21 <sup>x)</sup>		
Filter u. Verstärker Rel 3 U 311 <sup>x)</sup>	Leitungsprüfer Rel 3 L 53	Pegel- sender Rel 3 W 316
Klirrfaktormesser Rel 3 F 41b <sup>x)</sup>	Klirrarmer Sender Rel 3 W 32b <sup>x)</sup>	
Pegelmesser Rel 3 D 311	Pegelsender Rel 3 W 212	
Dienstleitungs-feld Rel 3 K 92	Bedienungsfeld Rel 3 K 91	
	Abfrageeinrichtung Rel 3 K 97	
	Netzanschlußgerät Rel 3 K 98	
<sup>x)</sup> Zusätzliche Bestückung bei Rel 33 K 11b		

vorgesehen; mit der Ausführung b für Rundfunkleitungs-Verstärkerämter lassen sich außerdem Klirrfaktor- und Geräuschspannungs-Messungen durchführen. Neben den hierzu erforderlichen Meß- und Zubehörgeräten enthalten die Gestelle ein übersichtliches Bedienungsfeld, in dem die Ein- und Ausgänge der Meßgeräte mit den von den System-Gestellen kommenden Leitungen schnurlos verbunden werden können. Für die Verständigung der Meßstellen untereinander sind ein besonderes Dienstleitungsfeld und ein Signallautsprecher (Abhörverstärker mit Lautsprecher) vorgesehen.

Zur Fehlereingrenzung und Pegelkontrolle bei 800 Hz dient ein 800-Hz-Pegelsender mit einem Sendepiegel von 0 und 0,7 N. Für Rundfunkleitungs-Verstärkerämtern wird der 800-Hz-Pegelsender mit dem bei Rundfunkleitungen üblichen Sendepiegel von 0,7 und 1,4 N geliefert. Ein Leitungsprüfer ermöglicht die Kontrolle der Amtsschaltungen und Fernleitungen mit Gleichstrom. Alle Geräte haben, soweit sie Betriebsspannungen benötigen, eigene Netzanschlußteile für ein 220-V-Wechselstromnetz.

#### KENNWERTE

Pegelsender Rel 3 W 212 .....	S. 27
Pegelmesser Rel 3 D 311 .....	S. 275
Klirrfaktor-Meßeinrichtung Rel 3 W 32/Rel 3 F 41 .....	S. 360
Geräuschspannungsmesser für Rundfunk Rel 3 U 311/34 U 21 .....	S. 453
Fehlerdämpfungs-Meßschaltung im Bedienungsfeld Rel 3 K 91:	
Frequenzbereich .....	30 bis 20000 Hz
Meßbereich .....	bis 6,5 N (65 db)
Meßunsicherheit .....	$\pm 0,1$ N ( $\pm 1$ db)
800-Hz-Pegelsender Rel 3 W 316 .....	S. 22
Sendepiegel (Spannungspegel)	
Rel 3 W 316b für Rundfunkleitungs-Verstärkerämter .....	— 1,3, ... + 1,7 N
Rel 3 W 316c für Fernsprech-Verstärkerämter .....	0 und 1 N
Leitungsprüfer Rel 3 L 53 .....	S. 158
Signallautsprecher mit Verstärker, Rel 3 U 61 .....	S. 434
Netzanschluß (für das Gestell) .....	220 V $\pm 10\%$ ; 42 bis 60 Hz; 250 VA

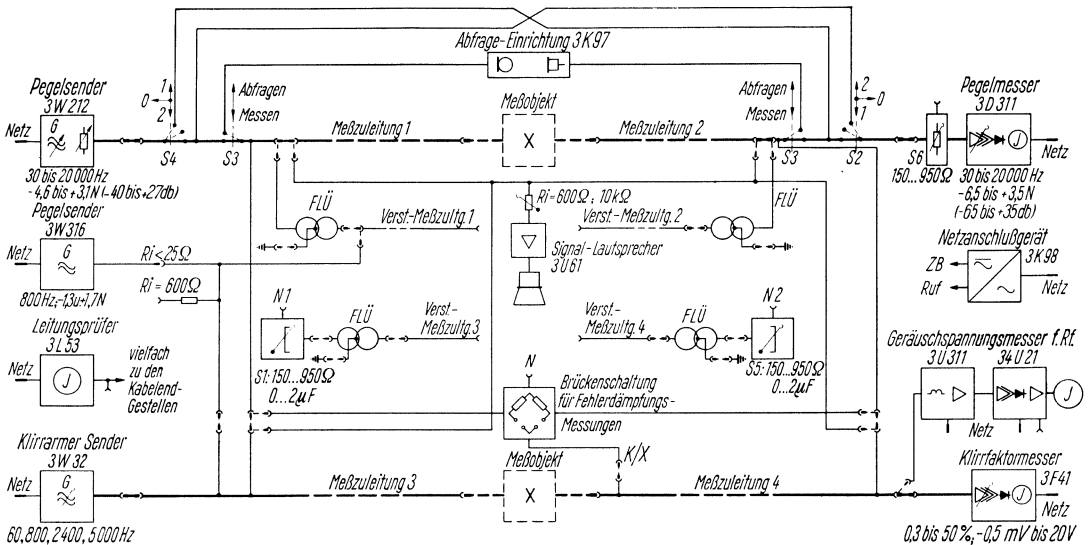


**ARBEITSWEISE UND AUFBAU DES MESSPLATZES** Hier genügt eine Übersicht über das Zusammenarbeiten der einzelnen Geräte, von denen die meisten näher in eigenen Abschnitten (vgl. Seitenhinweise) beschrieben sind.

Die Meßspannung für *Pegel- und Dämpfungsmessungen* liefert der Pegelsender Rel 3 W 212 (S. 27); sie wird im Bedienungsfeld über den Drehschalter S4 und über Kurzschlußstecker an eine von vier Verbindungsleitungen gelegt. Als Meßempfänger dient der Pegelmesser Rel 3 D 311 (S. 275), dessen hochohmiger Eingang mit Teiler S6 auf 150...950  $\Omega$  umgeschaltet werden kann. Sein Eingang ist ebenfalls an Meßbuchsen im Bedienungsfeld geführt. Fernleitungsübertrager FLÜ und einstellbare Nachbildungen N ermöglichen über vier Verstärker-Meßleitungen auch Messungen an Verstärkern im Betriebszustand. Über einen Drehschalter S3 im Bedienungsfeld läßt sich die Abfrageeinrichtung an Stelle des Pegelsenders und Pegelmessers anschalten.

Bei längeren Unterbrechungen während des Pegelns kann der Meßbeamte für den Pegelmesser einen Abhörverstärker mit Regler und Lautsprecher (Rel 3 U 61, S 434) an die Leitungen legen. Ein ankommender Ruf oder eine Durchsage wird dann im Lautsprecher wahrgenommen. Die Eingangsspannung kann mit dem in der Abfrageschiene befindlichen Lautstärkeregel in zwölf Schritten bei hochohmigem Eingang und in weiteren zwölf Schritten bei 600-Ω-Anschluß zwischen dem vollen Wert und Null eingestellt werden.

Ein Leitungsprüfer Rel 3 L 53 (S. 158) ermöglicht *Gleichstrommessungen*. Seine Anschlußklemmen werden vielfach an die Trennendverschlüsse in den Kabelend-Gestellen geführt.



*Fehlerdämpfungen* bestimmt man mit einer in das Bedienungsfeld eingebauten Brückenschaltung. Als Stromquelle und Empfänger dienen dabei der Pegelsender und Pegelmesser. Kabel und Nachbildung oder Meßobjekt und Vergleichsnormal werden an die Buchsen „K/X“ und „N“ im Bedienungsfeld gelegt. Bei niederohmigem Senderausgang ( $R_i \approx 0 \Omega$ ) und hochohmigem Empfänger-eingang ist die Fehlerdämpfung gleich der Differenz von Sende- und Empfangspegel.

Die Brückenschaltung kann auch zu *Widerstandsmessungen* nach Wheatstone verwendet werden, wenn man an die X-Buchsen das Meßobjekt und an die N-Buchsen das Vergleichsnormale anschließt und letzteres so lange verändert, bis der Empfänger kleinsten Ausschlag zeigt.

Zur *schnellen Fehlersuche* im Amt dient ein 800-Hz-Pegelsender Rel 3 W 316 (S. 22) als Wechselstromquelle.

Die bisher angegebene Bestückung gilt für die Ausführung Rel 33 K 11 a (für Fernsprech-Verstärkerämter). In Rundfunkleitungs-Verstärkerämtern sind außerdem die Geräuschspannungsmessung und die Kontrolle der Röhren in bezug auf Klirrfaktor sehr wichtig. Die dazu benötigten Geräte, nämlich ein Klirrarmer Sender Rel 3 W 32 (S. 360) und ein Klirrfaktormesser Rel 3 F 41 (S. 360) sowie Geräuschspannungsmesser Rel 3 U 311/34 U 21 (S. 453) aus einem Verstärker mit Filter und einem Aussteuerungsmesser können ebenfalls eingebaut werden. Die Ausführung heißt dann Rel 33 K 11 b.

Ein Dienstleitungsfeld gestattet bei beiden Ausführungen den wahlweisen Sprechverkehr mit Gegenämtern über zwölf Dienstleitungen sowie die schnurlose Vermittlung dieser untereinander. Über einen Wählanschluß kann mit dem Ortsnetz gesprochen werden. Für Erweiterungen sind im Bedienungsfeld Reservebuchsen vorgesehen.



ZUBEHÖR, ABMESSUNGEN UND GEWICHTE

Gegenstand	Bezeichnung	Abmessungen in mm	Gewicht etwa kg	Preis
<b>PEGEL-MESSGESTELL FÜR FERNSPRECH-VERSTÄRKERÄMTER</b> (30 bis 20000 Hz).....				
	Rel 33 K 11 a	1108×2365×245	250	
bestückt mit:				
1 Pegelsender (30 bis 20000 Hz) .....	Rel 3 W 212	520×236×190	26	S. 27
1 Pegelmesser —4/+ 3,5 N (30 bis 20000 Hz)...	Rel 3 D 311	520×236×190	20	S. 275
1 800-Hz-Pegelsender 0/0,7 N .....	Rel 3 W 316 c	175×236×160	2,5	S. 22
1 Leitungsprüfer .....	Rel 3 L 53 b	245×236×230	6	S. 158
1 Signallautsprecher mit Verstärker .....	Rel 3 U 61 f	520×168×200	7	S. 434
1 Dienstleitungsfeld .....	Rel 3 K 92	520×236×200	21	
mit 29 Signallämpchen .....	Fg lp 18 b	—	—	
1 Handapparat .....	Fg mtph 25 g <sup>2</sup> FgMs 48/17 b	—	—	
4 Verbindungssteckern .....	Rel stp 39 b	—	—	
1 Bedienungsfeld .....	Rel 3 K 91	520×338×200	20	
mit 12 Verbindungssteckern .....	9 Rel stp 7 e	—	—	
4 Trennbügeln .....	9 Rel stp 7 c	—	—	
1 Abfrageeinrichtung .....	Rel 3 K 97	520×66×200	3	
mit 1 Handapparat .....	Fg mtph 25 g <sup>2</sup> FgMs 48/17 b	—	—	
1 Netzanschlußgerät .....	Rel 3 K 98	520×134×200	10	
mit 3 Schmelzeinsätzen 2,5 A (2 als Ersatz) ..	2,5/250 DIN 41571	—	—	
3 Schmelzeinsätzen 0,6 A (2 als Ersatz) .....	0,6/250 DIN 41571	—	—	
<i>Weiteres Zubehör</i>				
1 Gestellsignallampe .....	Osram 24 B/10 W	—	—	
2 Schmelzeinsätze 4 A .....	NDz 4 A	—	—	
1 Schmelzeinsatz 2 A .....	NDz 2 A	—	—	
1 Glimmlampe .....	Osram 75 3700	—	—	
4 Verbindungsleitungen .....	Rel ltg 546 b	1000	0,2	} S. 512
2 Verbindungsleitungen .....	Rel ltg 548 b	1000	0,2	
<b>PEGEL-MESSGESTELL FÜR RUNDFUNKLEITUNGS- VERSTÄRKERÄMTER</b> (30 bis 20 000 Hz) .....				
	Rel 33 K 11 b	1108×2365×245	300	
<i>Zusätzlich bestückt mit:</i>				
1 Klirrarmen Sender (60, 800, 2400, 5000 Hz) .....	Rel 3 W 32 b	520×202×230	8	} S. 360
1 Klirrfaktormesser (60, 800, 2400, 5000 Hz) .....	Rel 3 F 41 b	520×270×230	14	
1 Geräuschspannungsmesser für Rundfunk (30 bis 15000 Hz) .....	Rel 3 U 311	520×236×190	16	} S. 453
	Rel 34 U 21	520×134×270	13	
an Stelle von Rel 3 W 316 c:				
800-Hz-Pegelsender — 1,3, ... + 1,7 N .....	Rel 3 W 316 b	175×236×160	2,5	S. 22



**Pegel-Meßgestell**

30 bis 20000 Hz

Rel 33 K 21

**Pegel-Meßpult**

30 bis 20000 Hz

Rel 33 K 24

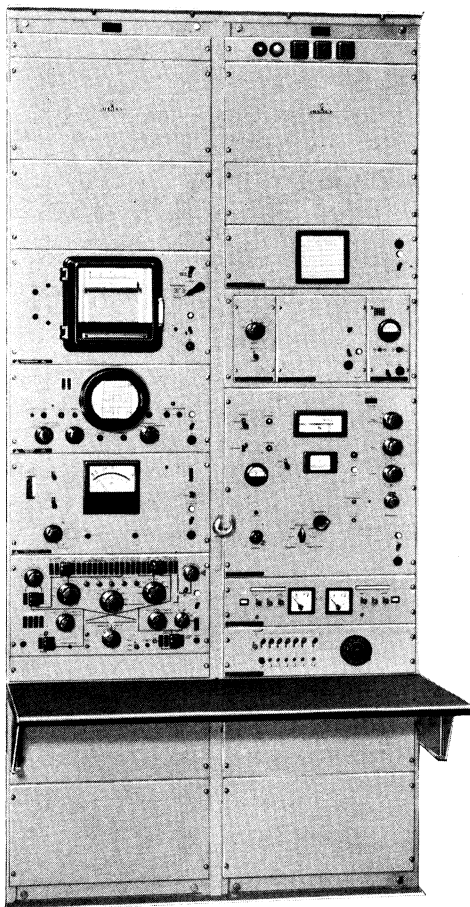
**Tragbarer Pegel-Meßplatz**

30 bis 20000 Hz

Rel 33 K 23

**ANWENDUNG** Mit diesen Meßplätzen lassen sich im Bereich 30 bis 20000 Hz alle wichtigen Messungen an Übertragungsanlagen und ihren Einzelgeräten mit hoher Genauigkeit durchführen.

Der Meßplatz in Gestellform — Ausführung Rel 33 K 21 — enthält als Grundbestückung: Pegel-sender, Pegelmesser, Schreibzusatz und Bedienungsfeld. Zusätzliche Meßeinrichtungen und Ergänzungsgерäte, z. B. Pegelbildempfänger als Bildzusatz, Scheinwiderstands-Meßzusatz, Klirrfaktor-Meßeinrichtung, Geräuschspannungsmesser, Leitungsprüfer usw. (vgl. Tabelle S. 288) können in die Leerfelder des Gestells eingebaut und, wenn diese nicht ausreichen, in einem weiteren Gestell dazugesetzt werden. In der Ausführung Rel 33 K 24 gibt es den Meßplatz in Pultform (Lichtbild s. S. 234) und in der Ausführung „Tragbarer Pegel-Meßplatz“ Rel 33 K 23 (Lichtbild s. nächste Seite) auch mit einzelnen Geräten in Holzkästen für beweglichen Einsatz.

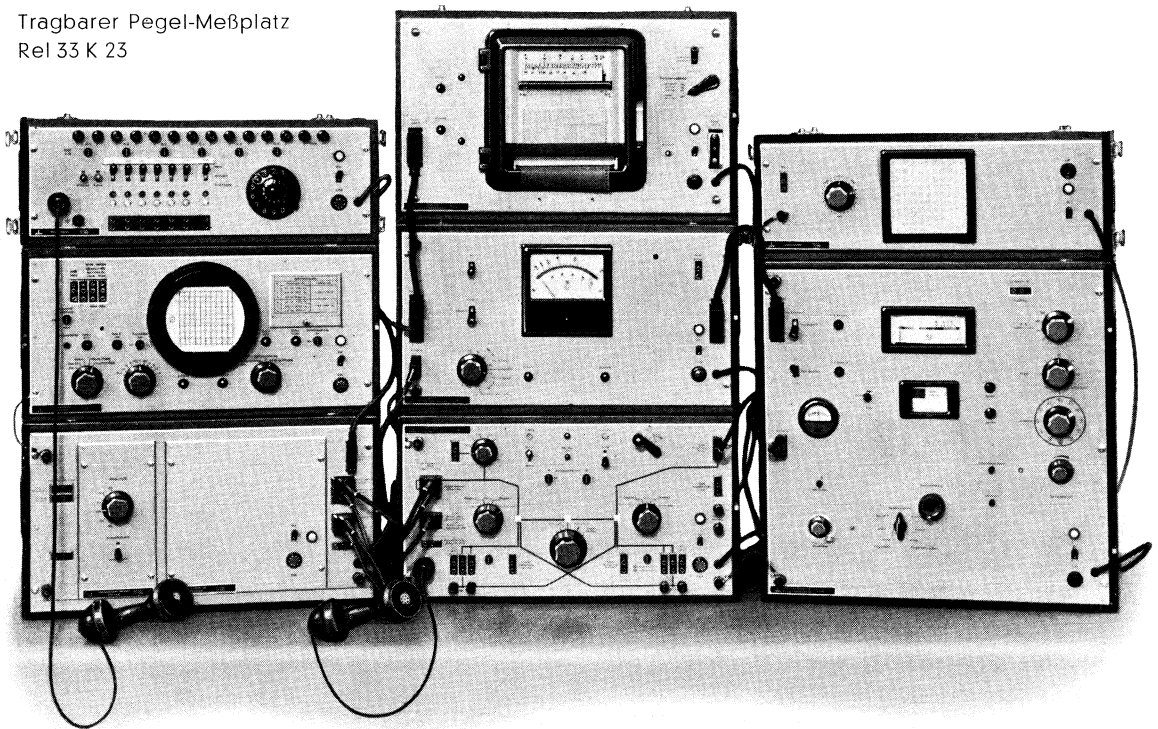


Pegel-Meßgestell Rel 33 K 21

	<i>Anschlußschiene</i>		
		<i>Signalausprecher</i> Rel 3 U 61	
<i>Schreibzusatz</i> Rel 3 D 92	<i>Schein-wid.-Meßzu-satz</i> Rel 3 R 215	<i>Vorverstärker</i> Rel 3 D 318 oder <i>Leitungsprüfer</i> Rel 3 L 53	<i>Pegel-sender</i> Rel 3 W 316
<i>Pegelbildempfänger</i> Rel 3 D 320	oder Rel 3 R 216		
<i>Pegelmesser</i> Rel 3 D 34	<i>Pegelsender</i> Rel 3 W 25		
<i>Bedienungsfeld</i> Rel 3 K 914 oder Rel 3 K 94	<i>Fernamts-Meßleitungsfeld</i> Rel 3 K 913		
<i>Abfrageschiene</i> Rel 3 K 97	<i>Dienstleitungsfeld</i> Rel 3 K 912		

*Pegelsender* und *Pegelmesser* ermöglichen alle üblichen Pegel-, Dämpfungs- und Verstärkungs-Messungen. Der *Schreibzusatz* dient vor allem bei Pegel- und Restdämpfungs-Messungen zum selbst-tätigen und schnellen Aufschreiben der gesuchten Meßgrößen im angegebenen Frequenzband. Bei Frequenzgangmessungen ist es von großem Vorteil, daß sich mit dem wahlweise einsetzbaren *Pegelbildempfänger* vor dem Schreiben die Meßkurve auf dem Schirm einer Kathodenstrahlröhre mit einem Blick übersehen läßt. Hierdurch kann man die am Meßobjekt vorzunehmenden Maß-nahmen, wie z.B. das Einstellen der Entzerrer und Verstärkungsregler, der Nachbildungen usw., in ihrer Wirkung im gleichen Augenblick erkennen. Der Schreibzusatz gibt dann die Möglichkeit, das endgültige Meßergebnis auf dem Papier festzuhalten und, da dieses pausfähig ist, in beliebig vielen Exemplaren weiterzugeben. Die einzelnen Frequenzen lassen sich auch von Hand ein-stellen, was z.B. für eingehende Untersuchung kritischer Teilbereiche von Vorteil ist.

Tragbarer Pegel-Meßplatz  
Rel 33 K 23



Mit dem immer vorgesehenen *Bedienungsfeld* ergibt sich eine gute Übersicht über die jeweilige Meßschaltung und damit eine Vereinfachung in der Bedienung. Das Bedienungsfeld Rel 3 K 94 ermöglicht zusammen mit Pegelsender und Pegelmesser auch *Fehlerdämpfungs-Messungen*.

Die Meßplätze sind damit wichtige Einrichtungen zur Inbetriebnahme und laufenden Überwachung von Übertragungsanlagen. Sie werden auch weitgehend in Laboratorien und Prüffeldern für Nachrichtenanlagen benutzt, so z.B. zu Frequenzgangmessungen an Verstärkern, Filtern und anderen Baugruppen und Einzelteilen. Ganz allgemein kann man, gegebenenfalls mit geeigneten Zusatzeinrichtungen, die Frequenzabhängigkeit jeder Größe messen, die sich auf eine Spannungsmessung zurückführen läßt, wie z.B. die Frequenzabhängigkeit des Scheinwiderstandsbetrages, der Betriebs- und der Fehlerdämpfung. Jeder der Meßplätze entspricht hinsichtlich zeitlicher Frequenzfolge und Steuerfrequenz den Empfehlungen des CCIF; der Frequenzbereich ist darüber hinaus bis auf 20000 Hz erweitert, so daß er auch für Messungen an Musikübertragungsleitungen geeignet ist. Je nach Wunsch werden die Meßplätze mit Neper- oder Dezibeleichung geliefert.

Die Betriebsspannungen liefert über die Netzteile der Geräte das Wechselstromnetz 220 V.

KENNWERTE

*Pegelsender Rel 3 W 25:*

Frequenzbereich ..... 200 bis 6000 Hz; 30 bis 20000 Hz

Frequenzablauf:

für Pegelschreiber

	0 bis 100 Hz	100 bis 20000 Hz je Oktave	0 bis 20000 Hz
normal (nach CCIF) .....	21,5 s	15 s	136,2 s
schnell (halbe normale Zeit) ...	10,75 s	7,5 s	68,1 s
langsam (vierfache normale Zeit) 86 s		60 s	544,8 s

für Pegelbildempfänger

	Hin- und Rücklauf	von 200 Hz bis 6 kHz oder 0 Hz bis 30 kHz
schnell .....	2,5 s	1,81 s
mittel .....	5 s	3,62 s
langsam .....	10 s	7,24 s

Frequenzunsicherheit bei Handeinstellung.....  $\pm 1\% \pm 1$  Hz

bei selbsttätigem Betrieb, bezogen auf die Frequenzmarken am Empfänger,

bei einer Netzfrequenz von 50 Hz .....  $\pm 3\% \pm 3$  Hz

Frequenzänderung nach 15 min Betriebszeit .....  $\leq 3$  Hz/Std

und bei  $\pm 10\%$  Netzspannungsschwankungen .....  $\leq 1$  Hz

Sendepegel (einstellbar bei  $R_i \approx 0 \Omega$  oder Ausführung a, b | Ausführung c, d

$R_i = Z$ ); 2,7 N nur bei  $R_i \approx 0 \Omega$  ..... - 5 bis + 2,7 N | - 50 bis + 26 db

regelbar in Schritten von ..... 1 und 0,1 N | 10 und 1 db

und stetig am Instrument einstellbar .....  $\pm 0,1$  N |  $\pm 1$  db

Unsicherheit des Sendepegels

bei 800 Hz und Pegel 0 N (0 db).....  $\pm 0,01$  N |  $\pm 0,1$  db

bei anderen Sendepiegeln zusätzlich .....  $\pm 0,01$  N |  $\pm 0,1$  db

bei anderen Frequenzen zusätzlich .....  $\pm 0,01$  N |  $\pm 0,1$  db

bei  $\pm 10\%$  Netzspannungsschwankungen zusätzlich  $\pm 0,005$  N |  $\pm 0,05$  db

Klirrfaktor für Sendepegel  $\leq 1$  N (10 db) und über 60 Hz .....  $\leq 0,5\%$

Geräuschabstand, bezogen auf den Nutzpegel .....  $\geq 9$  N |  $\geq 80$  db

Innerer Widerstand am niederohmigen Ausgang bei 800 Hz .....  $\leq 3 \Omega$

mit Z-Schalter einstellbar ..... z. B. 316, 600 und 950  $\Omega$

Zulässiger Belastungswiderstand

für Pegel  $\leq 2$  N (20 db) .....  $\geq 200 \Omega$

für Pegel  $> 2$  N (20 db) .....  $\geq 600 \Omega$

LC-Ausgang .....  $> 25$  k $\Omega$

Erdunsymmetrie des Sendepegels .....  $\geq 4$  N |  $\geq 40$  db

Steuerzeichen nach CCIF .....  $1300 \pm 65$  Hz; 1,5 bis 2,4 s

*Fernamts-Meßleitungsfeld Rel 3 K 913:*

Frequenzbereich ..... 200 bis 4000 Hz

Sendeweg: Pegelanhebung..... 0,5 N

Eingang am Pegelsender mit .....  $R_i \approx 0 \Omega$

Ausgang .....  $Z = 600 \Omega \pm 1\%$

Empfangsweg: Pegelanhebung ..... 0,5 N

Eingang .....  $Z = 600 \Omega \pm 2\%$  an Meßzuleitung

Ausgang an Pegelmesser Rel 3 D 34 .....  $R_i \geq 30$  k $\Omega$

*Pegelmesser* Rel 3 D 34:

	Ausführung r, t	Ausführung s, u
Frequenzbereich .....		30 bis 20000 Hz
Meßbereich für Vollausschlag .....	- 4 bis + 3,5 N	- 40 bis + 35 db
Kleinster meßbarer Pegel bei Handmessung .....	- 7 N	- 70 db
bei Schreibbetrieb .....	- 8 N	- 80 db
Meßunsicherheit bei 800 Hz und für Handmessungen		
bei Pegel 0 N (0 db) .....	$\pm 0,01$ N	$\pm 0,1$ db
bei anderen Empfindlichkeitsstufen zusätzlich ....	$\pm 0,01$ N	$\pm 0,1$ db
Unsicherheit der Skaleneinteilung		
von Vollausschlag bis 1 N (10 db) darunter .....	$\pm 0,02$ N	$\pm 0,2$ db
Frequenzabhängigkeit der Anzeige,		
bezogen auf 800 Hz .....	$\pm 0,01$ N	$\pm 0,1$ db
Eingangsscheinwiderstand .....		$\geq 30$ k $\Omega$
Erdunsymmetrie des Eingangs .....	> 5 N	> 45 db
Geräuschspannung am Höreranschluß .....		< 1 mV

*Schreibzusatz* Rel 3 D 92:

Meßunsicherheit bei 120 mm Schreibbreite .....		$\pm 1,5$ mm
Ablaufgeschwindigkeiten und Meßzeiten:	mm/Std	0 bis 20000 Hz
normal .....	7200	136,2 s
schnell .....	14400	68,1 s
langsam .....	1800	544,8 s
Dauerregistrierung .....	30	—

Steuerzeichen:

	Ausführung a oder r	Ausführung b und s
Frequenz .....		$1300 \pm 65$ Hz
Kleinster zulässiger Zeichenpegel .....	- 4 N	- 35 db

*Pegelbildempfänger* Rel 3 D 320 (als Bildzusatz verwendet) ..... S. 294

*Scheinwiderstands-Meßzusatz* Rel 3 R 215 (a, b für Neper-, c, d für Dezibel-Meßplätze)  
oder Rel 3 R 216 (n für Neper-, m für Dezibel-Meßgeräte):

Scheinwiderstands-Meßbereich

für die Ausführung Rel 3 R 215 .....	bis 3000 $\Omega$
für die Ausführung Rel 3 R 216 .....	bis 100 k $\Omega$

Meßunsicherheit für Ausführung Rel 3 R 215

in den Bereichen $\times 0,1$ bis $\times 10$ (Endausschlag 10 bis 1000 $\Omega$ ) .....	$\leq 5\%$
im Bereich $\times 30$ (Endausschlag 3000 $\Omega$ ) .....	$\leq 10\%$

Meßunsicherheit für Ausführung Rel 3 R 216

in den Bereichen $\times 0,1$ bis $\times 100$ (Endausschlag 20 $\Omega$ bis 10 k $\Omega$ ) .....	$\leq 5\%$
in den Bereichen $\times 300$ und $\times 100$ (Endausschlag 300 bis 100 k $\Omega$ ) .....	$\leq 10\%$

Ausführung Rel 3 R 216 ist

verwendbar als Vorverstärker zum Pegelmesser

mit Eingangswiderstand ..... etwa 1 M $\Omega$  parallel zu 30 pF

*Signallautsprecher* Rel 3 U 61 ..... S. 434

*800-Hz-Pegelsender* Rel 3 W 316 ..... S. 22

*Leitungsprüfer* Rel 3 L 53 ..... S. 158

Bedienungsfeld Rel 3 K 914:

Anschlußmöglichkeit ..... für 4 Leitungen

Bedienungsfeld Rel 3 K 94:

Anschlußmöglichkeit ..... für 4 Leitungen

Fehlerdämpfungs-Meßschaltung (Meßbereich) ..... bis 4,6 N oder 40 db

Dienstleitungsfeld Rel 3 K 912:

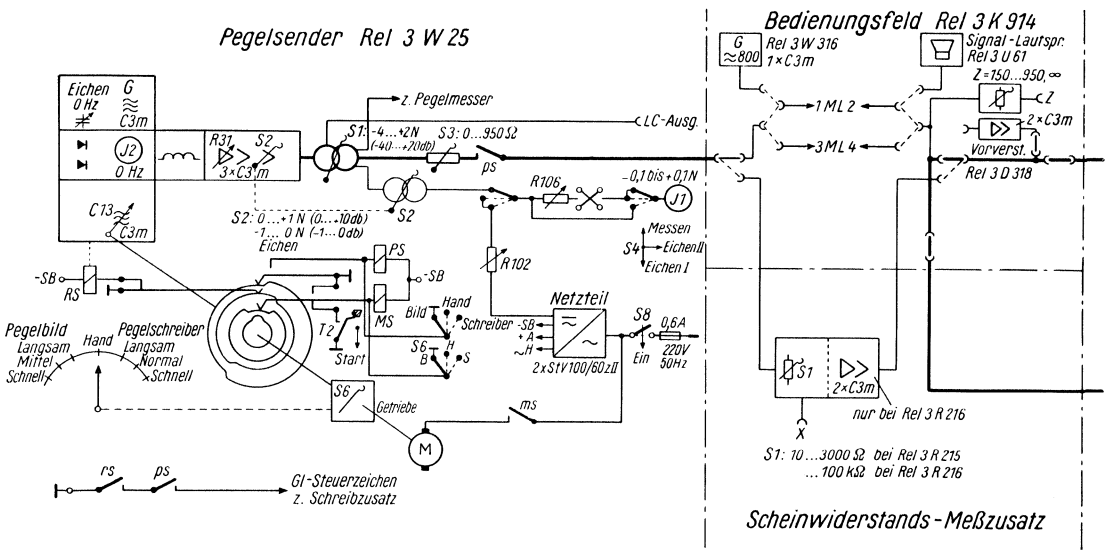
Anschlußmöglichkeit ..... für 6 Dienstleitungen und 1 Wählleitung

	Ausführung c	Ausführung d
Vorverstärker Rel 3 D 318 zum Pegelmesser:		
Frequenzbereich .....	200 bis 4000 Hz	
Verstärkung .....	4 N	35 db
Eingangspiegel für Vollausschlag .....	- 8 N	- 70 db
Frequenzabhängigkeit .....		$\leq \pm 2\%$
Eingangsscheinwiderstand .....		$\geq 10 \text{ k}\Omega$
Abhängigkeit der Anzeige bei $\pm 10\%$ Netzspannungsschwankungen .....		$\pm 1\%$

Netzanschluß ..... 220 V  $\pm 10\%$ ; 50 Hz  $\pm 1\%$ ; etwa 160 VA

Das Pegelschreiber-Gestell kann auch an ein Netz mit einer Frequenz zwischen 42 und 60 Hz angeschlossen werden. Die Synchronmotoren im Pegelsender und Schreibzusatz sind dann aus einem besonderen 50-Hz-Generator zu speisen.

ARBEITSWEISE UND AUFBAU DER MESSPLÄTZE In Stellung „Pegelbild“ werden die Frequenzbereiche 30 bis 20000 Hz oder 200 bis 6000 Hz mit einstellbarer Geschwindigkeit periodisch vor- und rückwärts durchlaufen. Dabei erscheinen die gemessenen Pegelwerte auf dem Bildschirm einer Kathodenstrahlröhre als Kurve über der Frequenz. Bei Schaltung auf „Pegelschreiber“ zeichnet der an den Pegelmesser angeschaltete Schreibzusatz die Meßgrößen lückenlos und ebenfalls mit veränderbarer Geschwindigkeit auf. Der Gleichlauf zwischen Sender und Empfänger wird beim Schreiben durch Synchronmotoren und entsprechende Steuereinrichtungen erzielt.

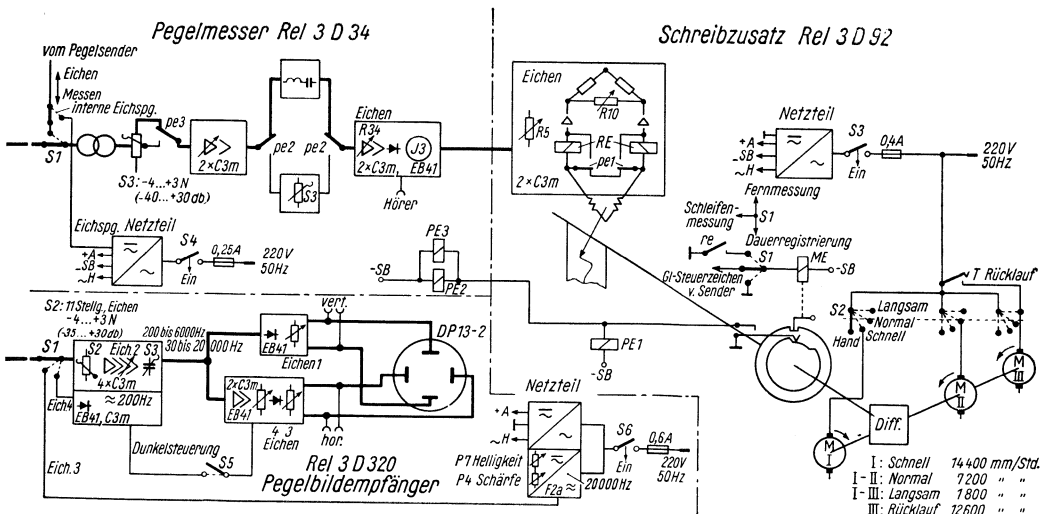


Der *Pegelsender* enthält einen Schwebungssummer mit Verstärker und einen Meßkreis zum Einstellen und Eichen des Sendepiegels. Dieser wird mit Schalter S1 in 1-N-(10-db-)Schritten und mit Schalter S2 in 0,1-N-(1-db-)Schritten eingestellt. Er läßt sich außerdem stetig um  $\pm 0,1$  N (1 db) ändern (Ablesung am Instrument J1). Den frequenzbestimmenden Drehkondensator C13 treibt über ein mit Schalter S6 umschaltbares Getriebe ein Synchronmotor an. Nach Umschalten mit Schalter S6 läßt sich die Frequenz auch von Hand einstellen. In den Stellungen Pegelbild wird das Frequenzband mit einstellbarer Geschwindigkeit stetig vorwärts und wieder zurück durchlaufen. In den Stellungen „Pegelschreiber“ erfolgt der Start des selbsttätigen Frequenzablaufes mit Taste T2. Das Steuerzeichen der Frequenz 1300 Hz wird beim Durchgang der Frequenz „0 Hz“ über eine Steuernocke an die Leitung gelegt und 1,5 bis 2,4 s lang gesendet. Hierdurch beginnt der Papiervorschub des Schreibers. Nach Durchlauf der höchsten Meßfrequenz 6000 oder 20000 Hz wird der Sendeteil vom Meßobjekt abgetrennt. Durch Drücken der Starttaste T2 kann ein neuer Durchlauf ausgelöst werden.

Der *Empfangsteil* besteht aus einem *Pegelmesser* und einem über einen Gleichstromverstärker angeschlossenen *Schreiber*, zu denen auf Wunsch noch ein *Pegelbildempfänger* als Bildzusatz hinzukommen kann. Der Pegelmesser hat einen geschirmten symmetrischen Eingang. Die zu messende Spannung wird in vier Schritten verstärkt, in einer Diode gleichgerichtet und am Instrument J3 angezeigt. Der Meßbereich (Vollausschlag) liegt zwischen  $-4$  und  $+3,5$  N ( $-35$  und  $+35$  db). Der Schreibzusatz ist ein Tintenschreiber. Der Papierablauf hat drei verschiedene Geschwindigkeitsstufen. Mit Schalter S1 läßt sich der Schreibzusatz auch auf Dauerregistrierung umstellen. Pegelmesser und Schreibzusatz können mit einer dem Sendeteil entnommenen Eichspannung der Frequenz 1300 Hz geeicht werden; es ist jedoch auch Eichung mit einer eingebauten Eichspannungsquelle möglich. Der Pegelbildempfänger hat bei linearer Anzeige einen Meßbereich für Pegel zwischen  $-6$  und  $+3,3$  N ( $-50$  und  $+32$  db), bei logarithmischer Anzeige zwischen  $-7$  und  $+3,6$  N ( $-60$  und  $+34$  db). Der Frequenzbereich ist umschaltbar auf 200 bis 6000 Hz oder 30 bis 20000 Hz. Das Gerät kann vor Inbetriebnahme in vier Stellungen (Pegel  $-\infty$ , 0 N (0 db), 6000 und 200 Hz) geeicht werden.

In dem *Bedienungsfeld* Rel 3 K 914 sind die Anschaltbuchsen für die Meßobjekte zusammengefaßt. Für den Meßdienst im Fernsprech-Weitverkehr ist ein besonderes Bedienungsfeld (Rel 3 K 94) vorgesehen, das den schnellen Richtungswechsel und die Verständigung über die zu messende Leitung in den Meßpausen gestattet. Dieses Bedienungsfeld enthält auch eine Fehlerdämpfungs-Meßschaltung.

An Zusatzgeräten kann ein *Scheinwiderstands-Meßzusatz* eingebaut werden, mit dem sich der Betrag des Scheinwiderstandes frequenzabhängig aufzeichnen läßt. Die Ausführung Rel 3 R 215 ist für erdsymmetrische und einpolig geerdete Scheinwiderstände bis 3000  $\Omega$  bestimmt; die Aus-



führung Rel 3 R 216 gestattet die Messung von Scheinwiderständen bis 100 k $\Omega$ . Gleichzeitig erhält man mit diesem Gerät die Möglichkeit, den Pegelmesser sehr hochohmig (etwa 1 M $\Omega$ ) zu machen. Beide Zusätze arbeiten nach dem Prinzip der Spannungsmessung am Meßobjekt bei konstant gehaltenem Strom (hochohmiger Generator).

Als weitere Zusatzgeräte sind vorgesehen: Der Vorverstärker Rel 3 D 318 bei Einbau des Scheinwiderstands-Meßzusatzes Rel 3 R 215; das Fernamts-Meßleitungsfeld Rel 3 K 913, das den unmittelbaren Übergang auf die Fernschranke F 36 und F 27 ermöglicht; ein 800-Hz-Pegelsender Rel 3 W 316 (S. 22) für schnelle Leitungskontrollen; der Leitungsprüfer Rel 3 L 53 (S. 158) und der Signallautsprecher mit Verstärker Rel 3 U 61 (S. 434).

Beim Einsatz der Meßplätze in Rundfunkleitungs-Verstärkerämtern und in Rundfunkstudios fügt man gerne auch hinzu: eine Klirrfaktor-Meßeinrichtung Rel 3 W 32/3 F 41 (S. 360) und den Geräuschspannungsmesser für Rundfunk Rel 3 U 311/34 U 21 (S. 453).

#### ZUBEHÖR, ABMESSUNGEN UND GEWICHTE

Gegenstand	Bezeichnung	Abmessungen in mm	Gewicht etwa kg	Preis
PEGEL-MESSGESTELL (30 bis 20000 Hz)...	Rel 33 K 21	1108×2570×600	200	
bestückt mit:				
1 Pegelsender .....	Rel 3 W 25	520×508×190	60	
1 Pegelmesser .....	Rel 3 D 34	520×270×190	25	
1 Schreibzusatz .....	Rel 3 D 92	520×304×190	35	
1 Bedienungsfeld, z. B. für Rundfunkstudio ....	Rel 3 K 914	520×236×190	10	
<i>Zubehör</i>				
11 Röhren .....	C 3 m	—	—	
1 Röhre .....	EB 41	—	—	
6 Stabilisatoren .....	StV 100/60 Z II	—	—	
1 Thermo-Element .....	Ht 2	—	—	
1 Zwerg-Glimmlampe 220 V .....	Osram 757 300	—	—	
1 Signallampe 24 V .....	Rafi 2840	—	—	
5 Signallampen 12 V .....	T lp 2 c	—	—	
2 Signallampen 24 V .....	T lp 2 d	—	—	
4 bis 10 geschirmte Verbindungsstecker .....	9 Rel stp 7 e	—	—	
2 Verbindungsleitungen .....	Rel ltg 546 b	1000	0,2	S. 512
1 Schreibbesteck .....	—	—	—	
1 Rolle Registrierpapier .....	—	142×50 $\varnothing$	—	
1 Flasche Registriertinte .....	—	—	—	
1 Satz Wechselräder (4 Stück) .....	—	—	—	
<i>Zusätzliche Bestückung nach Bedarf</i>				
1 Pegelbildempfänger als Bildzusatz .....	Rel 3 D 320	520×236×410	30	S. 294
1 Scheinwiderstands-Meßzusatz 3000 $\Omega$ .....	Rel 3 R 215	115×236×140	2	
oder Scheinwiderstands-Meßzusatz 100 k $\Omega$ ...	Rel 3 R 216	375×236×190	15	
1 Vorverstärker zum Pegelmesser (für Nebensprechmessungen) und für Schreibzusatz ....	Rel 3 D 318	245×236×190	10	
1 Bedienungsfeld für Fernsprechweitverkehr an Stelle von Rel 3 K 914 .....	Rel 3 K 94	520×236×190	30	
1 Fernamt-Meßleitungsfeld .....	Rel 3 K 913	520×134×190	10	
1 Dienstleitungsfeld .....	Rel 3 K 912	520×134×190	12	
dazu, wenn Bedienungsfeld Rel 3 K 914 vorgesehen, 1 Abfrageeinrichtung.....	Rel 3 K 97	—	—	
Mikrotelefone .....	9 Fg mtp h b	—	—	



Gegenstand	Bezeichnung	Abmessungen in mm	Gewicht etwa kg	Preis
1 Signallautsprecher . . . . .	Rel 3 U 61 g	520 × 168 × 190	7	S. 434
dazu, wenn Bedienungsfeld Rel 3 K 914 und keine Abfrageeinrichtung Rel 3 K 97 vorgesehen, 1 Schaltschiene . . . . .	Rel schn 14	550 × 66 × 120	2	
1 800-Hz-Pegelsender . . . . .	Rel 3 W 316	115 × 236 × 140	2,5	S. 22
1 Leitungsprüfer . . . . .	Rel 3 L 53	240 × 236 × 190	8	S. 158
<i>Weitere Bestückung nach Bedarf in einem dritten Gestellrahmen:</i>				
1 Geräuschspannungsmesser für Rundfunk Filter und Verstärker . . . . .	Rel 3 U 314 p	520 × 236 × 190	16	} S. 453
Aussteuerungsmesser . . . . .	Rel 34 U 21 g-3	520 × 134 × 260	13	
1 Klirrfaktor-Meßeinrichtung Klirrarmer Sender . . . . .	Rel 3 W 32 b	520 × 202 × 190	10	} S. 360
Klirrfaktormesser . . . . .	Rel 3 F 41 b	520 × 270 × 190	16	
PEGEL-MESSPULT (30 bis 20000 Hz) . . . . .	Rel 33 K 24	2120 × 1560 × 1060	450	
Bestückung und Zubehör s. Pegel-Meßgestell			(voll be- stückt)	
<b>TRAGBARER PEGEL-MESSPLATZ</b>				
(30 bis 20000 Hz) . . . . .	Rel 33 K 23			
bestehend aus den Einzelgeräten in Holzkästen:				
1 Pegelsender . . . . .	Rel 3 W 25 a oder c	550 × 538 × 280	64	
1 Pegelmesser . . . . .	Rel 3 D 34 r oder s	550 × 304 × 280	28	
1 Bedienungsfeld . . . . .	Rel 3 K 918	550 × 266 × 280	24	
Netzanschlußkasten mit Vorsatztransformator für 220 oder 110 V, 12 Anschlußsteckdosen sowie allen Verbindungsleitungen und Zubehörteilen . . . . .	Rel 54 C 1	550 × 266 × 280	24	
<i>Zubehör</i>				
9 Röhren . . . . .	C 3m	—	—	
1 Röhre . . . . .	EB 41	—	—	
4 Stabilisatoren . . . . .	StV 100/60 Z II	—	—	
1 Thermo-Element . . . . .	Ht 2	—	—	
5 Signallampen 12 V . . . . .	T lp 2c	—	—	
2 Signallampen 24 V . . . . .	T lp 2d	—	—	
2 bis 10 geschirmte Verbindungsstecker . . . . .	9 Rel stp 7e	—	—	
<i>Nach Bedarf</i>				
1 Schreibzusatz . . . . .	Rel 3 D 92 a oder b	550 × 334 × 280	39	} S. 294
1 Pegelbildempfänger als Bildzusatz . . . . .	Rel 3 D 320 c oder e	550 × 266 × 520	35	
1 Zusatzgerät . . . . .	Rel 3 B 96 b	550 × 266 × 280	6	
mit Scheinwiderstands-Meßzusatz 100 kΩ . . . . .	Rel 3 R 216 n oder m	375 × 236 × 190	15	
1 Zusatzgerät . . . . .	Rel 3 B 96 a	550 × 266 × 280	6	
mit Scheinwiderstands-Meßzusatz 3000 Ω . . . . .	Rel 3 R 215 a oder c	115 × 236 × 140	2	
und Vorverstärker zum Pegelmesser . . . . .	Rel 3 D 318 c oder d	245 × 236 × 190	10	
1 Signallautsprecher mit Regler . . . . .	Rel 3 U 61 e	550 × 200 × 280	10	S. 434
1 Dienstleitungsfeld . . . . .	Rel 3 K 919	550 × 200 × 280	18	

**Pegelbildgerät — 4/+2 N**

200 bis 6000 Hz

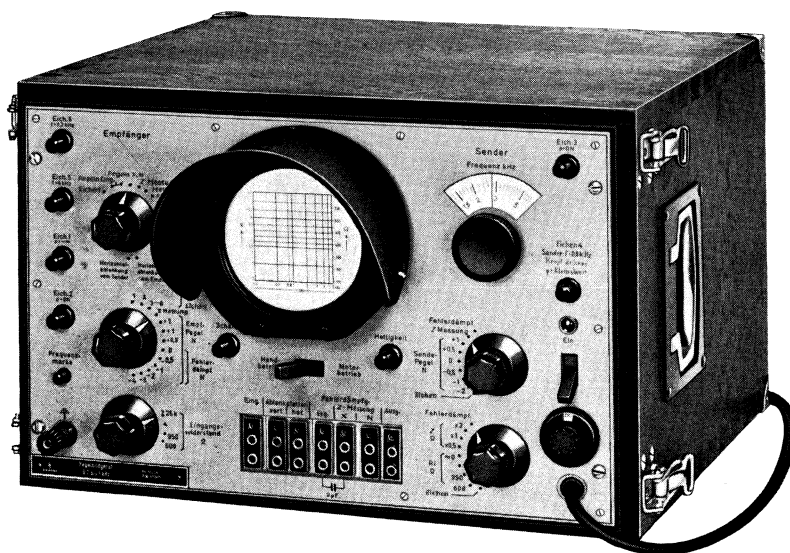
Rel 3 K 211 a

**Pegelbildgerät — 30/+20 db**

200 bis 6000 Hz

Rel 3 K 211 b

**ANWENDUNG** Diese Pegelbildgeräte — Ausführung a ist in Neper, Ausführung b ist in Dezibel geeicht — enthalten die Sende- und Empfangseinrichtungen für alle Messungen an beliebigen Vierpolen, soweit sich diese Messungen auf Spannungsmessungen zurückführen lassen. Die Geräte werden z. B. an Stelle von Pegelsender und Pegelmesser in all den zahlreichen Fällen angewendet,



wo es auf kurze Meßzeiten ankommt: Die gemessenen Werte erscheinen als eine den Bereich von 200 bis 6000 Hz umfassende Kurve auf dem Schirm einer Kathodenstrahlröhre. Mittels eingebauter Zusatzschaltungen sind auch Messungen an Zweipolen möglich, z. B. Betragsmessungen von Scheinwiderständen und Fehlerdämpfungs-Messungen. Mit den Geräten lassen sich somit in kürzester Zeit z. B. Entzerrer von NF-Leitungsverstärkern einstellen oder Nachbildungen ermitteln sowie mit Hilfe der Scheinwiderstandskurven Fehlerortsbestimmungen nach Küpfmüller vornehmen.

Da die Ablenkplatten der Kathodenstrahlröhre an Buchsen auf der Frontplatte zugänglich gemacht sind, läßt sich der Bildteil auch als Kathodenstrahl-Oszillograph verwenden. Die Bildhelligkeit ist so groß, daß sich ohne Schwierigkeiten fotografische Aufnahmen der Kurven machen lassen.

Außerdem sind Vergleichsmessungen in der Weise durchführbar, daß ein Normal mit dem Meßobjekt verglichen wird. Die Kurven werden nacheinander aufgezeichnet; durch die große Nachleuchtzeit der Kathodenstrahlröhre sind sie aber gleichzeitig sichtbar. Bei Scheinwiderständen wird der Meßwert X mit der halben komplexen Summe von X und N verglichen. Dadurch sind neben der Betragsabweichung auch Phasenabweichungen sichtbar. Dies ist z. B. bei der Fehler-suche an Nachbildungen eine wertvolle Ergänzung der Fehlerdämpfungs-Messung. Bei Bedarf läßt sich die Frequenz auch Punkt für Punkt von Hand einstellen.

Auf Grund der einfachen Bedienbarkeit können die meisten Messungen angelernten Arbeitskräften übertragen werden.

Pegelbildgeräte für den Frequenzbereich bis 20000 Hz und bis 1220 kHz s. S. 294 und 327.

Die Betriebsspannungen liefert über den eingebauten Netzteil das Wechselstromnetz 110/220 V.

KENNWERTE

Frequenzbereich ..... 200 bis 6000 Hz

*Sender:*

	Ausführung a	Ausführung b
Frequenzablauf .....	etwa logarithmisch; Durchlauffrequenz 0,5 Hz	
Frequenzunsicherheit .....	$\pm 3\%$ $\pm 20$ Hz	
bei $\pm 10\%$ Netzspannungsschwankungen zusätzlich .....	$< \pm 5\%$ $\pm 30$ Hz	
Sendepegel, umschaltbar ...	-2; -1; -0,5; 0; +0,5; +1 N	-20; ... +10 db
Unsicherheit des Sendepiegels bei 800 Hz und Belastung		
mit $Z = R_i$ oder, für $R_i \approx 0 \Omega$ , mit $Z > 300 \Omega$ ..	$< \pm 0,03$ N	$< \pm 0,3$ db
bei $\pm 10\%$ Netzspannungsschwankungen .....	$< \pm 0,02$ N	$< \pm 0,2$ db
Frequenzgang, bezogen auf 800 Hz .....	$< \pm 0,01$ N	$< \pm 0,1$ db
Innenwiderstand, umschaltbar .....	$\approx 0, 600, 950 \Omega$	
Klirrfaktor bei Abschlußwiderstand $> 75 \Omega$ .....	$< 1\%$	
Erdunsymmetriedämpfung .....	$\geq 4$ N	$\geq 35$ db
Abstand der Geräuschspannung .....	$> 8$ N	$> 70$ db

*Empfänger:*

Pegelmeßbereiche, bezogen auf Nulllinie, umschaltbar auf .....	-4; -3; -2; -1; -0,5 N 0; +0,5; +1; +2 N	-30; ... +20 db
Skalenumfang (Ordinate) .....	-2 bis +0,3 N	-20 bis +3 db
Kleinster ablesbarer Pegel .....	-6 N	-50 db
Meßunsicherheit bei 800 Hz, bezogen auf Nulllinie ..	$< \pm 0,02$ N	$< \pm 0,2$ db
zusätzlich bei $\pm 10\%$ Netzspannungs- änderungen .....	$< \pm 0,01$ N	$< \pm 0,1$ db
Unsicherheit der Skalenteilung von 0,3 N (3 db) über und bis 0,5 N (5 db) unter der Nulllinie .....	$\leq 0,02$ N	$\leq 0,2$ db
Frequenzabhängigkeit der Anzeige, bezogen auf 800 Hz und Nulllinie .....	$< 0,02$ N	$< 0,2$ db
Unsicherheit der Frequenzanzeige (Abszisse)		
auf der Nulllinie .....	$\pm 5\%$ $\pm 25$ Hz	
zusätzlich für den gesamten Pegelskalenumfang .....	$\pm 3\%$ $\pm 20$ Hz	
zusätzlich bei $\pm 10\%$ Netzspannungsschwankungen .....	$\pm 3\%$ $\pm 20$ Hz	
Eingangswiderstand, umschaltbar .....	600, 950 $\Omega$ und $> 25$ k $\Omega$	
Erdunsymmetriedämpfung .....	$> 5$ N	$> 43$ db
Abszissenlänge .....	50 mm; Ordinatenslänge .....	59 mm

*Scheinwiderstands-Messungen:*

Meßumfang in 3 Teilbereichen ..... von 50  $\Omega$  bis 1,6 (2,9) k $\Omega$   
 Meßunsicherheit für Skalenendwert .....  $\leq 10$  (15)%

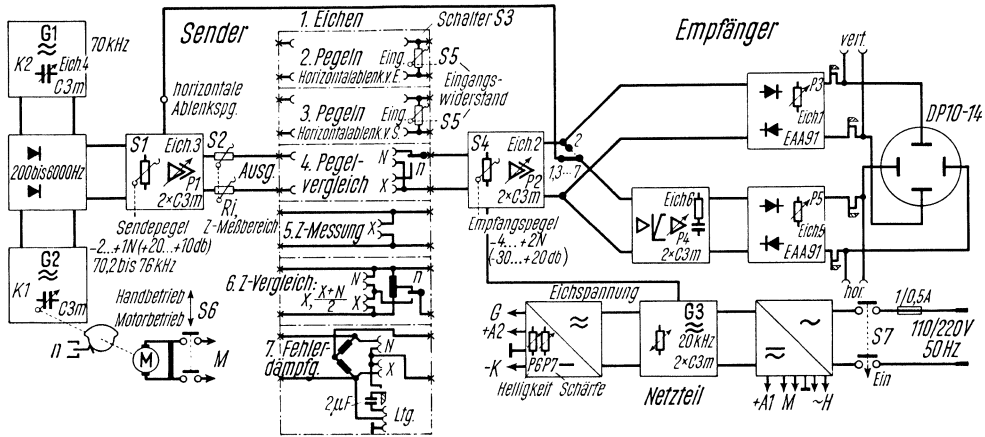
*Fehlerdämpfungs-Messungen:*

Meßbereich .....	0 bis 6 N	0 bis 50 db
Meßunsicherheit bei $X$ und $N$ zwischen 200 und 2000 $\Omega$ , bezogen auf die Nulllinie .....	$< 0,1$ N	$< 1$ db

Netzanschluß ..... 110/220 V  $\pm 10\%$ ; 40 bis 60 Hz; etwa 85 VA



**ARBEITSWEISE** Der *Sender* ist ein Schwebungssumierer mit den Generatoren G1 und G2, einem zweistufigen, mit S1 regelbaren Verstärker und einem Z-Schalter (S2) im Ausgang. Die Frequenz der Ausgangsspannung kann durch einen Umlaufkondensator (K1) wahlweise (S6) entweder mit Motorantrieb periodisch über den gesamten Bereich hinweg geändert oder von Hand eingestellt



werden. Sie entsteht als Differenzfrequenz zwischen der Frequenz 70 kHz des Generators G1 und der zwischen 70,2 und 76 kHz veränderbaren Frequenz des Generators G2.

Die Senderausgangsspannung liegt bei Pegelmessungen unmittelbar am Meßobjekt, bei Fehlerdämpfungs-Messungen an einer eingebauten Brückenschaltung. Bei Scheinwiderstands-Messungen wird der zu messende Widerstand an die Buchse „X“ angeschlossen. Bei der vergleichenden Pegelmessung ist die Buchse „X“ beim Hinlauf des Senders, die Buchse „N“ beim Rücklauf an den Empfängereingang geschaltet. Bei der vergleichenden Scheinwiderstands-Messung wird beim Hinlauf der Scheinwiderstand an der Buchse „X“, beim Rücklauf der halbe Betrag der komplexen Summe der beiden Scheinwiderstände an „X“ und „N“ gemessen.

Die einzelnen Betriebsarten werden mit einem einzigen Schalter (S3) eingestellt.

Der *Empfangsteil* hat einen hochohmigen Eingang ( $> 25 \text{ k}\Omega$ ), der auf 600  $\Omega$  und 950  $\Omega$  umschaltbar ist (S5). Das vom Meßobjekt kommende Signal wird nach Verstärkung in einem zweistufigen, mit S4 regelbaren Verstärker gleichzeitig einem Pegelmesser und einem Frequenzmesser zugeführt. Diese Baugruppen geben Steuerspannungen als Maß für den jeweiligen Pegel und die zugehörige Frequenz an die Ablenkplatten der Kathodenstrahlröhre, auf deren Schirm der Pegelverlauf als Funktion der Frequenz geschrieben wird. Auf einem über den Schirm gelegten Diagrammpapier ist die angezeigte Kurve leicht nachzuzeichnen.

Bei Messungen an Fernleitungen kann der Sender eines Pegelbildgerätes oder ein beliebiger, den Frequenzbereich 200 bis 6000 Hz durchlaufender Sender am Anfang der Leitung mit dem Empfänger eines zweiten Gerätes am Ende der Leitung zusammenarbeiten, da der Empfänger die jeweils gesendete Frequenz durch Messung feststellt, also nicht vom Sender synchronisiert werden muß. Stehen Ein- und Ausgang des zu messenden Vierpols am Meßort zur Verfügung (Schleifenmessung), dann erhält der Frequenzmesser seine Eingangsspannung unmittelbar vom Sender, um eine sichere Leuchtpunkt-Einstellung in Richtung der Frequenzachse auch dann zu erhalten, wenn beim Messen von Filterdämpfungs-, Fehlerdämpfungs- oder Scheinwiderstandskurven der Eingangsspegel stellenweise sehr klein wird ( $n \rightarrow -\infty$ ). Für Vergleichsmessungen ist ein mit dem Durchlaufkondensator gekuppelter Nockenschalter eingebaut, der mit seinen Kontakten  $n$  den Empfänger abwechselnd an Meßobjekt und Normal schaltet.

Die horizontalen und vertikalen Ablenkplatten der Kathodenstrahlröhre liegen an Doppelbuchsen, so daß bei abgetrenntem Empfänger beliebige Spannungen oszillographiert werden können.



**Pegelbildempfänger —4/+3 N**

Rel 3 D 320 c, d

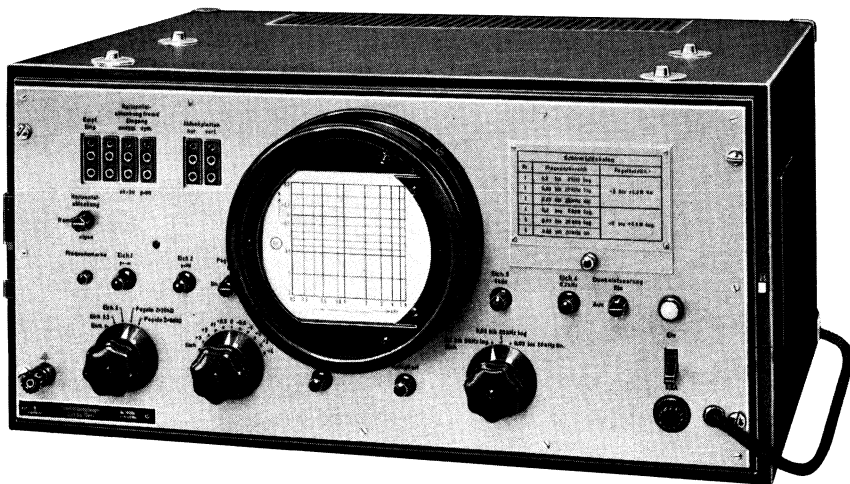
30 bis 20 000 Hz

**Pegelbildempfänger —35/+30 db**

Rel 3 D 320 e, f

30 bis 20 000 Hz

**ANWENDUNG** Diese Pegelbildempfänger stellen in Verbindung mit einem Pegelsender, z. B. Rel 3 W 25 (S. 288) oder Rel 3 W 212 (S. 27), dieser mit einem Wobbelkondensator Rel 3 W 912 (S. 27), einen vollständigen Meßplatz dar, mit dem sich alle wichtigen Messungen sowohl an NF-Fernsprech- als auch an Rundfunkübertragungs-Leitungen und -Systemen durchführen lassen. Ferner werden die Geräte in Verbindung mit dem Objektiven Bezugsdämpfungs-Meßplatz Rel 33 A 41 (S. 253) zur Darstellung der Frequenzgänge des Mikrofon- und Telefon-Übertragungsmaßes benutzt.



Der große Vorzug der Geräte gegenüber dem Verfahren der punktwweisen Messung oder der Aufnahme mit einem Schreiber liegt darin, daß man die gesamte Meßwertkurve (in Abhängigkeit von der Frequenz) mit ausreichender Genauigkeit ständig auf dem Nachleuchtschirm einer Kathodenstrahlröhre erhält. Bei der Inbetriebnahme, vor allem aber bei der laufenden Überwachung von Nachrichtenanlagen und deren Einzelteilen, wie Verstärkern, Filtern, Entzerrern, Nachbildungen und anderen Baugruppen, werden also die Meßzeiten und damit die Betriebsausfälle wesentlich verkürzt; z. B. lassen sich die Vorzüge moderner, stetig einstellbarer Entzerrer und Nachbildungen erst mit dem Pegelbildempfänger voll ausnutzen, weil jede Änderung sofort im Pegelbild sichtbar wird. Darüber hinaus erhält man gegenüber punktwweiser Aufnahme der Meßwerte ein lückenloses Kurvenbild.

Der Frequenzbereich läßt sich von 200 bis 6000 Hz auf 30 bis 20000 Hz für die gesamte Länge der Abszisse umschalten. Außerdem kann für den Bereich bis 20000 Hz zwischen frequenz-linearer und frequenz-logarithmischer Teilung gewählt werden. Auch die in Neper oder Dezibel geteilte Ordinate ist von der linearen auf eine angenähert logarithmische Teilung umschaltbar, ferner läßt sich die Empfindlichkeit für die Nulllinie zwischen —4 und +3 N (—35 und +30 db) verändern. Des weiteren ist es möglich, z. B. bei der Messung stark frequenzabhängiger Objekte, die Frequenzablenkung unmittelbar an den Sender anzuschließen (durch Umschaltung von „eigen“ auf „fremd“). Schließlich sind das horizontale und vertikale Ablenkplattenpaar an Trennbuchsen geführt, so daß die Kathodenstrahlröhre mit ihrer Stromversorgung z. B. auch als Oszillograph verwendet werden kann. Das Gerät paßt sich also weitgehend den verschiedenen Verhältnissen an.

Der Pegelbildempfänger wird als Kastengerät (Ausführungen c und e) oder als Einbaugerät (Ausführungen d und f) und mit Nepereichung (Ausführungen c und d) oder Dezibeleichung (Ausführungen e und f) geliefert.

Die Betriebsspannungen liefert über den eingebauten Netzteil das Wechselstromnetz 110/220 V.

**KENNWERTE**

Frequenzbereich:

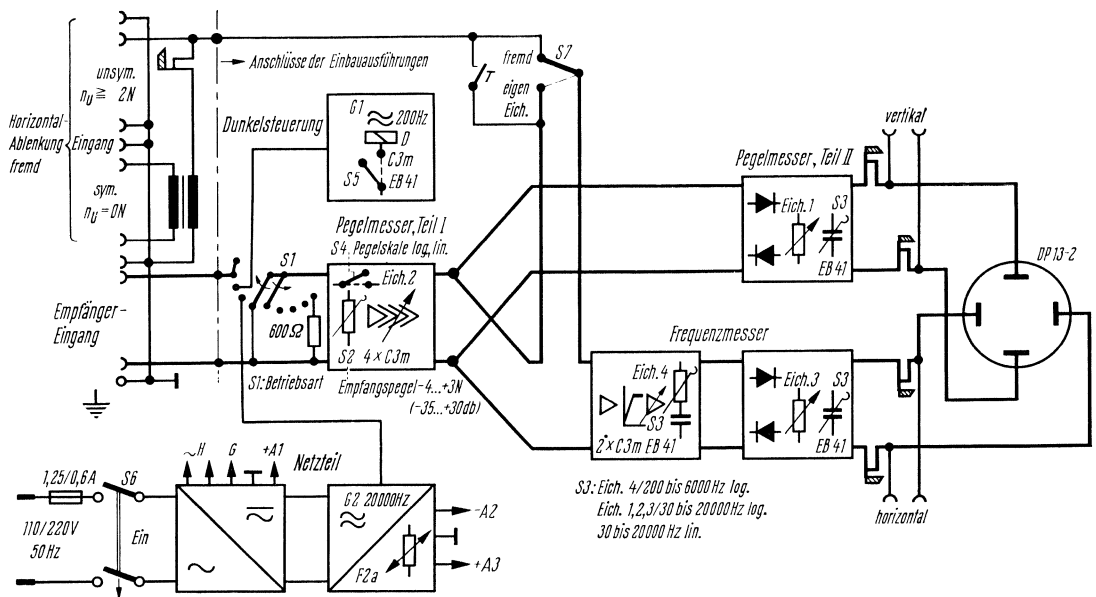
- Bereich I ..... 200 bis 6000 Hz, logarithmisch
- Bereich II ..... 30 bis 20000 Hz, wahlweise logarithmisch oder linear
- Horizontalablenkung ..... wahlweise eigen oder fremd

	Ausführungen c und d	e und f
Erforderlicher Pegel bei fremder Horizontalablenkung:		
Eingang symmetrisch*)		
( $Z > 200 \Omega$ parallel 0,9 H) .....	etwa 0 N	etwa 0 db
Eingang unsymmetrisch ( $Z > 70 \text{ k}\Omega$ ) .....	$\geq +2$ N	$\geq +20$ db
Pegelmessbereich		
Nulllinie umschaltbar auf .....	-4; -3,5; -3; -2,5; -2; -1,5; -1; -0,5; 0; +0,5; +1; +1,5; +2; +2,5; +3 N	-35; -30; -25; -20; -15; -10; -5; 0; +5; +10; +15; +20; +25; +30 db
Skalenumfang:		
lineare Teilung .....	-2 bis +0,3 N	-20 bis +2 db
umschaltbar auf logarithmische Teilung ..	-3 bis +0,6 N	-30 bis +4 db
Kleinster ablesbarer Pegel		
bei linearer Teilung .....	-6 N	-55 db
bei logarithmischer Teilung .....	-7 N	-65 db
Messunsicherheit, bezogen auf 800 Hz und Nulllinie		
bei linearer Teilung .....	$< \pm 0,03$ N	$< \pm 0,3$ db
bei logarithmischer Teilung .....	$< \pm 0,05$ N	$< \pm 0,5$ db
Frequenzabhängigkeit der Anzeige,		
bezogen auf 800 Hz und Nulllinie .....	$< \pm 0,02$ N	$< \pm 0,2$ db
Anzeigeänderung bei $\pm 10\%$ Netzspannungsschwankungen,		
bezogen auf 800 Hz und Nulllinie,		
bei linearer und logarithmischer Anzeige .....	$< 0,01$ N	$< 0,1$ db
Durchlaufzeit (Vor- und Rücklauf)		
für Bereich I .....		$\geq 1$ s
für Bereich II .....		$\geq 6$ s
Empfänger-Eingangswiderstand .....		
umschaltbar auf .....		$> 30 \text{ k}\Omega$
		$600 \Omega \pm 2\%$
Unsymmetriedämpfung des Eingangs .....	$> 4,6$ N	$> 40$ db
Bildschirm:		
Abszissenlänge .....		80 mm
Ordinatenlänge .....		82 mm (84 mm)
Netzanschluß .....	110/220 V $\pm 10\%$ ; 40 bis 60 Hz; etwa 90 VA	

\*) Nur bei den Ausführungen Rel 3 D 320 c und e

**ARBEITSWEISE** Jeder Pegelbildempfänger enthält neben einer Kathodenstrahlröhre einen Pegelmesserschalt und einen Frequenzmesser. Amplitude und Frequenz der Eingangsspannung ergeben als Komponenten eines rechtwinkligen Koordinatensystems auf dem Leuchtschirm der Kathodenstrahlröhre jeweils einen Meßpunkt, ihre Änderung die jeweilige Meßwertkurve.

Der *Pegelmesserschalt* besteht aus einem vierstufigen Verstärker mit hochohmigen symmetrischen Eingang (Teil I) und einer Gleichrichterschaltung (Teil II); seine Verstärkung kann mit S 2 (Meßbereichschalter) verändert werden. Der Eingangswiderstand ist für Restdämpfungs-Messungen mit dem



Betriebsartenschalter S 1 auf 600 Ω umschaltbar. Das ankommende Signal wird gleichgerichtet und ergibt — je nach Stellung von S 4 — eine von der Amplitude linear oder logarithmisch abhängige Spannung für die vertikalen Ablenkplatten der Kathodenstrahlröhre.

Der *Frequenzmesser* hat die Aufgabe, eine nur von der Frequenz der Eingangsspannung abhängige Spannung für die horizontale Ablenkplatten zu erzeugen. Er erhält seine Eingangsspannung entweder von der letzten Röhre des Pegelmesserschalt („Horizontalablenkung eigen“) oder unmittelbar vom Sender („Horizontalablenkung fremd“). Er setzt sich aus einem Vorverstärker, einem Begrenzer und einem frequenzabhängigen Netzwerk mit nachfolgender Gleichrichterstufe zusammen. Der Scheinwiderstandsverlauf des Netzwerkes bestimmt die Abhängigkeit der Steuerspannung von der Eingangsfrequenz, nachdem der Begrenzer für eine von der Schwankung der Empfangsspannung unabhängigen Amplitude der Netzwerk-Eingangsspannung gesorgt hat. Das Netzwerk läßt sich mit dem Schalter S 3 den einzelnen Frequenzbereichen entsprechend umschalten.

Wird an den Eingang des zu messenden Vierpols ein Sender gelegt, der seinen Frequenzbereich in nicht weniger als 1 oder 6 s stetig durchläuft, so beschreibt der Leuchtpunkt eine Kurve, die den Frequenzgang des jeweiligen Meßwertes darstellt. Auf dem Nachleuchtschirm der Kathodenstrahlröhre DP 13-2 bleibt diese Kurve bis zum nächsten Durchlauf gut sichtbar. Der Begrenzer des Frequenzmesserschalt regelt entsprechend dem Skalenbereich Pegelschwankungen von etwa 3 N aus. Bei der Ermittlung des Pegelbildes von Filterdämpfungen, Fehlerdämpfungen und Scheinwiderständen sind Lücken im Kurvenbild möglich, und zwar dann, wenn der Frequenzmesser nicht voll angesteuert wird. Da sich bei diesen Messungen der Meßsender gewöhnlich am gleichen Ort befindet, wird in solchen Fällen der Frequenzmesser nach Umschaltung (S 7) auf „Horizontalablen-

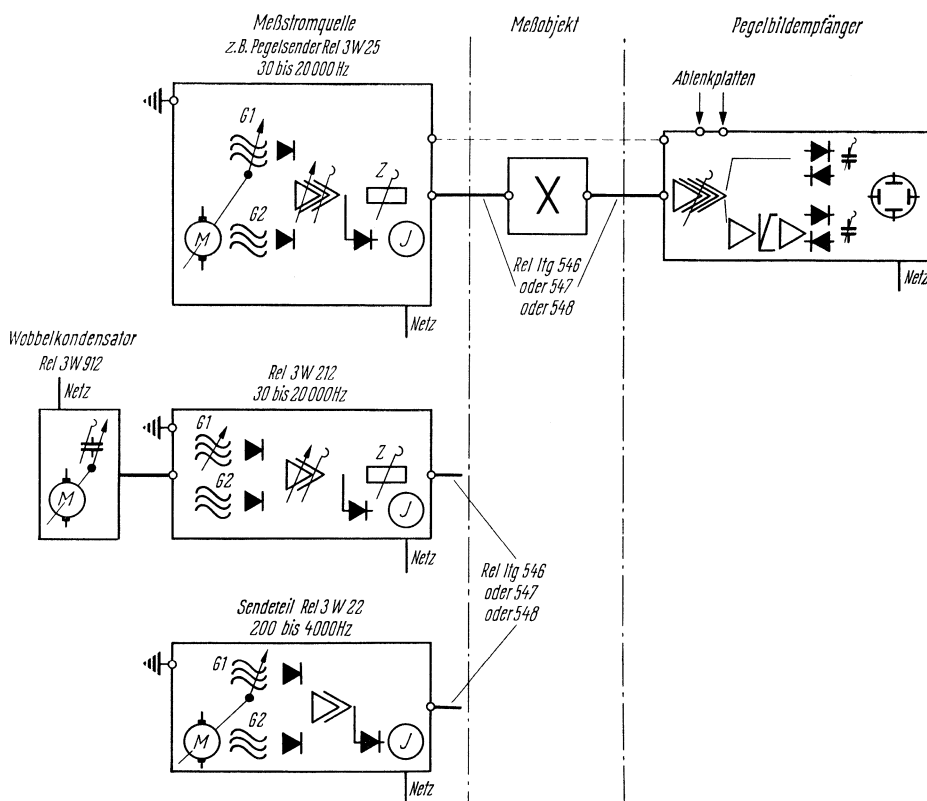


kung fremd“ unmittelbar an den Sender angeschlossen. Bei Messungen mit „eigener“ Horizontalablenkung läßt sich die Frequenzgenauigkeit dadurch verbessern, daß mit der Taste (T) „Frequenzmarke“ ein vertikaler Strich als Frequenzmarke eingeblendet wird. Dazu ist ein Sender an einen der beiden Eingänge für „Horizontalablenkung fremd“ anzuschließen, dessen fest eingestellte Frequenz die Lage der Marke bestimmt.

Als Folge der Zeitkonstanten des Empfängers können unerwünschte Störschwingungen auftreten. Diese entstehen z. B. dann, wenn der Sender die untere Frequenzgrenze unterschreitet oder wenn Sender verwendet werden, deren Rücklauf wesentlich schneller ist als der Vorlauf. Um in den geschilderten Fällen störende Aufzeichnungen zu vermeiden, ist eine Dunkelsteuerschaltung (S 5) eingebaut, die die Spannung des Wehneltzylinders steuert. Sie benutzt als Kriterium für den zu raschen Rücklauf die differenzierte Ablenkspannung der Horizontalplatten; bei Frequenzen unter 30 Hz übernimmt ein besonderer Frequenzmesser diese Steuerung.

Zur Eichung der Frequenzskale werden der eingebaute 200-Hz-Sender und der 20000-Hz-Leistungsender G2 benutzt. Der brückenstabilisierte 20000-Hz-Sender liefert auch die Eichspannung für die 0-N-(0-db-)Linie und die in der Schaltung verwendeten stabilisierten Gleichspannungen.

**AUFBAU DES MESSPLATZES** Die Pegelbildempfänger enthalten nicht wie das Pegelbildgerät Rel 3 K 211 (S. 290) einen eigenen Meßsender. Es kann gewählt werden z. B. zwischen dem Pegelsender Rel 3 W 25 (S. 288), dem Pegelsender Rel 3 W 212 (S. 27) mit Wobbelkondensator Rel 3 W 912 (S. 27) und dem Sendeteil Rel 3 W 22 des Objektiven Bezugsdämpfungs-Meßplatzes Rel 33 A 41 (S. 253).



B 6

Zusammen mit dem Pegelsender Rel 3 W 212 lassen sich Dämpfungen bis zu 10 N (87 db) und Verstärkungen bis zu 7,6 N (76 db) messen. Mit dem Pegelsender Rel 3 W 25 betragen diese Werte 10,6 N (92 db) und 8 N (80 db).

Zweckmäßige Verbindungsleitungen s. Meßplatzbild.

#### ZUBEHÖR, ABMESSUNGEN UND GEWICHTE

Gegenstand	Bezeichnung	Abmessungen in mm	Gewicht etwa kg	Preis
PEGELBILDEMPFÄNGER —4/+ 3 N (30 bis 20000 Hz)				
Kastengerät .....	Rel 3 D 320 c	550 × 266 × 500	35	
Einbaugerät .....	Rel 3 D 320 d	520 × 236 × 410	30	
PEGELBILDEMPFÄNGER —35/+ 30 db (30 bis 20000 Hz)				
Kastengerät .....	Rel 3 D 320 e	550 × 270 × 500	35	
Einbaugerät .....	Rel 3 D 320 f	520 × 236 × 410	30	
<i>Zubehör</i>				
7 Röhren .....	C 3m	—	—	
4 Röhren .....	EB 41	—	—	
1 Röhre .....	F 2a	—	—	
1 Kathodenstrahlröhre .....	DP 13—2	—	—	
1 Signallampe 12 V .....	T 1p 2c	—	—	
je 3 Schmelzeinsätze (2 als Ersatz)				
0,6 A für 220 V .....	0,6/250 DIN 41571	—	—	
1,25 A für 110 V .....	1,25/250 DIN 41571	—	—	
6 Plexiglasskalen .....				
mit Nepereichung .....	Rel besch 3 D 320	—	—	
oder	Bl. 5 bis 10	—	—	
mit Dezibeleichung .....	Bl. 20 bis 25	—	—	
<i>Nach Bedarf</i>				
1 Pegelsender (30 bis 20000 Hz) .....	Rel 3 W 25	550 × 540 × 280	60	S. 288
oder				
1 Pegelsender (30 bis 20000 Hz) .....	Rel 3 W 212	550 × 270 × 280	30	} S. 27
mit Wobbelkondensator .....	Rel 3 W 912	140 × 250 × 180	3	
oder				
1 Elektrischer Sendeteil (200 bis 4000 Hz) aus Objektivem Bezugsdämpfungs-Meßplatz				
Rel 33 A 41 .....	Rel 3 W 22	550 × 270 × 280	30	S. 253
2 Verbindungsleitungen, z. B. ....				
oder	Rel Itg 546a, ... d	500, ... 2000	0,2	} S. 512
oder	Rel Itg 547a, ... e	250, ... 2000	0,2	
oder	Rel Itg 548a, ... e	500, ... 3000	0,2	
Pausfähige Transparentdiagramme (entsprechend den 6 Plexiglasskalen) .....				
	auf Anfrage	—	—	

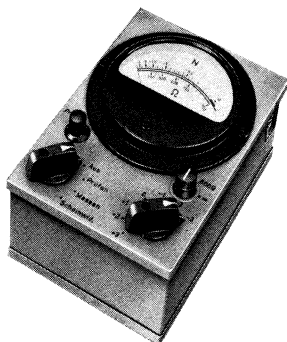
**Pegelmesser —3/+3 N**  
30 bis 30 000 Hz

Rel 3 D 327 b

**Pegelmesser —30/+25 db**  
30 bis 30 000 Hz

Rel 3 D 327 c

**ANWENDUNG** Diese kleinen und handlichen Pegelmesser messen im Frequenzbereich von 30 bis 30000 Hz noch Spannungspegel von —6 N oder —50 db. Der Eingangsscheinwiderstand liegt auch bei größter Empfindlichkeit und kleinster Frequenz über 10 kΩ. Die Ausführung b ist in Neper, die Ausführung c in Dezibel geeicht.



Die Pegelmesser eignen sich entsprechend ihrem Frequenzbereich besonders für die laufende Überwachung von NF-Fernsprech- und -Rundfunkleitungen, von Musikübertragungsanlagen sowie für Messungen an den NF-Ein- und Ausgängen der TF-Einrichtungen, an der TF-Dreier-Vorgruppe (12 bis 24 kHz) und auch im Übertragungsband einiger TF-Systeme, z. B. dem L-System und dem Z 3 F-System. Die Geräte arbeiten mit Transistoren, so daß als Stromquelle zwei handelsübliche Batterien 4,5 V (Taschenlampenbatterien) genügen, die in den Geräten untergebracht sind.

Zusammen mit dem ebenfalls kleinen Pegelsender Rel 3 W 320 (S. 24) lassen sich bei zwölf Frequenzen im Bereich von 200 . . . 4000 Hz Pegel-, Restdämpfungs- und Verstärkungs-Messungen und Scheinwiderstands-Messungen durchführen. Für Pegelsender und Pegelmesser ist ein gemeinsamer Koffer lieferbar, so daß sich in dieser Zusammenstellung ein handlicher Meßplatz (Rel 3 K 15) für Fernmeldeanlagen ergibt (andere Ausführungen S. 260, 264, 322 und 332).

**KENNWERTE**

*Pegelmessung:*

Frequenzbereich . . . . .	30 bis 30000 Hz	
Meßbereiche (Vollausschlag)	Ausführung b	Ausführung c
in sieben Schritten zu 1 N (10 db) . . . . .	—3, . . . +3 N	—30, . . . +25 db
Kleinster ablesbarer Pegel . . . . .	—6 N	—50 db
Skalenumfang . . . . .	3,1 N	21 db
Meßunsicherheit bei 800 Hz und 20 bis 25°C . . . . .	±2%	
Frequenzabhängigkeit der Anzeige, bezogen auf 800 Hz . . . . .	≤ ±2%	
Temperaturabhängigkeit der Anzeige, bezogen auf 20°C, zwischen 5 und 35°C . . . . .	≤ ±2%	

Eingangswiderstand für die Meßbereiche:	von 30 bis 30000 Hz	200 bis 6000 Hz
- 3 N (- 30 db) .....	$\geq 10 \text{ k}\Omega$	$\geq 12 \text{ k}\Omega$
- 2 N (- 20 db) .....	$\geq 20 \text{ k}\Omega$	$\geq 60 \text{ k}\Omega$
- 1, ... + 3 N (- 10, ... + 25 db) .....	$\geq 30 \text{ k}\Omega$	$\geq 100 \text{ k}\Omega$

*Scheinwiderstands-Messungen:*

in Verbindung mit dem Pegelsender Rel 3 W 320 (S. 24)

Frequenzbereich ..... 200, ... 4000 Hz

Anzeigebereich ..... 10  $\Omega$  bis 500 k $\Omega$

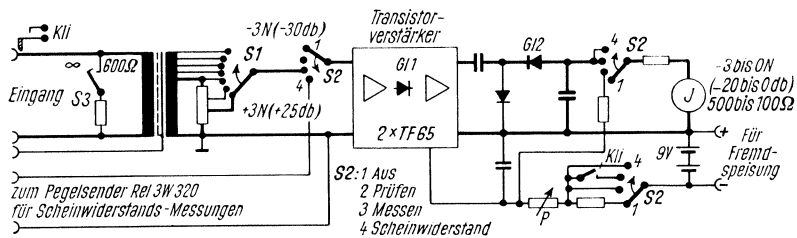
Meßunsicherheit ..... etwa  $\pm 5\%$

*Stromversorgung:*

Durch zwei eingebaute Flachbatterien 4,5 V

oder durch äußere Stromquelle ..... 6 bis 9 V/etwa 2 mA

**ARBEITSWEISE** Die zu messende Spannung gelangt über einen hochohmigen Eingangsübertrager, dem für Restdämpfungs-Messungen ein 600- $\Omega$ -Widerstand parallelgeschaltet werden kann, an den Meßbereichschalter S 1. Für die Meßbereiche - 3, ... + 1 N (- 30, ... + 10 db) wird eine Spannung von etwa 20 mV zur Aussteuerung des Transistorverstärkers unmittelbar am Übertrager abgegriffen, für 2 und 3 N (20 und 25 db) an einem ohmschen Spannungsteiler. Die Transistoren



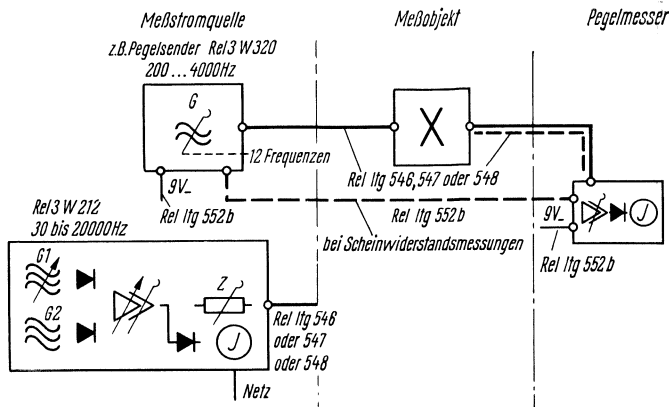
arbeiten in Emitter-Schaltung, damit sich ein möglichst hoher Eingangswiderstand ergibt. Eine Gegenkopplungs-Schaltung setzt die Abhängigkeit von der Speisespannung sowie Frequenz- und Temperaturgang weitgehend herab. Der Richtleiter G1 begrenzt eine zu große Eingangsspannung, um den folgenden Transistor vor Übersteuerung zu schützen. Die Richtleiter G2 am Ausgang des Verstärkers richten die Wechselspannung gleich; das Drehspulinstrument J zeigt sie an.

Für Scheinwiderstands-Messungen ist der Eingang des Transistorverstärkers über den Betriebsartenschalter S 2 zum Einschleifen in den Scheinwiderstands-Meßkreis des Pegelsenders Rel 3 W 320 herausgeführt.

Zur Schonung der Batterien wird ihr Stromkreis in Stellung „Messen“ des Betriebsartenschalters S 2 erst dann über den Kontakt „Kli“ geschlossen, wenn man eine Verbindungsleitung an die Eingangsbuchsen steckt. Die Transistor-Speisespannung läßt sich in Stellung „Prüfen“ von S 2 mit dem Potentiometer P auf ihren Sollwert (roter Bereich auf dem Instrument) einregeln. Änderungen der Speisespannung innerhalb des roten Bereichs ( $\pm 5\%$ ) verursachen nur vernachlässigbar kleine Abweichungen der Anzeige.

**AUFBAU DES MESSPLATZES** Die Pegelmesser messen den absoluten Spannungspegel. Der am Meßort herrschende Leistungspegel ergibt sich aus der Gleichung (14) auf S. 535.

Mit einem Normalgenerator als Meßstromquelle, z. B. mit dem Pegelsender Rel 3 W 320 (S. 24) für Messungen mit 200...4000 Hz in NF-Fernsprechanälen (CCIF-Band 300 bis 3400 Hz) erhält



man einen kleinen vollständigen Pegelmeßplatz zum Bestimmen des Meßpegels an Leitungen, zum Messen von Betriebs- und Restdämpfungen bis 6 N (50 db), von Verstärkungen bis 8,5 N (80 db) und von Scheinwiderständen im Bereich 10 Ω bis 500 kΩ. Mit einem Koffer können beide Geräte zu einer Einheit (Meßkoffer Rel 3 K 15) zusammengefaßt werden; dies ist vor allem bei ortsbeweglichem Einsatz der Geräte, z. B. auf der Strecke, vorteilhaft. Der größere Frequenzbereich des Pegelmessers läßt sich bis 20000 Hz mit dem Pegelsender Rel 3 W 212 (S. 27) ausnutzen. In dieser Zusammenstellung sind Betriebs- und Restdämpfungs-Messungen bis 9 N (77 db) und Verstärkungsmessungen bis 7,6 N (65 db) möglich.

Zweckmäßige Verbindungsleitungen s. Meßplatzbild.

#### ZUBEHÖR, ABMESSUNGEN UND GEWICHTE

Gegenstand	Bezeichnung	Abmessungen in mm	Gewicht etwa kg	Preis
PEGELMESSER —3/+3 N (30 bis 30000 Hz) .....	Rel 3 D 327 b	105 × 150 × 85	2	
PEGELMESSER —30/+25 db (30 bis 30000 Hz) .....	Rel 3 D 327 c	105 × 150 × 85	2	
<i>Zubehör</i>				
2 Flachbatterien 4,5 V .....	BDL 4,5 DIN 40850	62 × 66 × 22	0,2	
<i>Nach Bedarf</i>				
1 Pegelsender (30 bis 20000 Hz) .....	Rel 3 W 212	550 × 266 × 280	30	S. 27
oder Pegelsender (200, ... 4000 Hz) .....	Rel 3 W 320	185 × 150 × 85	2,7	
1 Koffer mit Rel 3 D 327 und Rel 3 W 320 ....	Rel 3 K 15	340 × 210 × 130	6,5	S. 26
mit 1 Verbindungsleitung .....	Rel Itg 552 b	250	0,2	
1 oder 2 Verbindungsleitungen, z. B. ....	Rel Itg 546 a, ... d	500, ... 2000	0,2	S. 512
oder	Rel Itg 547 a, ... e	250, ... 2000	0,2	
oder	Rel Itg 548 a, ... e	500, ... 3000	0,2	

**Selektiver Pegelmesser —4/+2,6 N**

(0,3) 2 bis 160 kHz

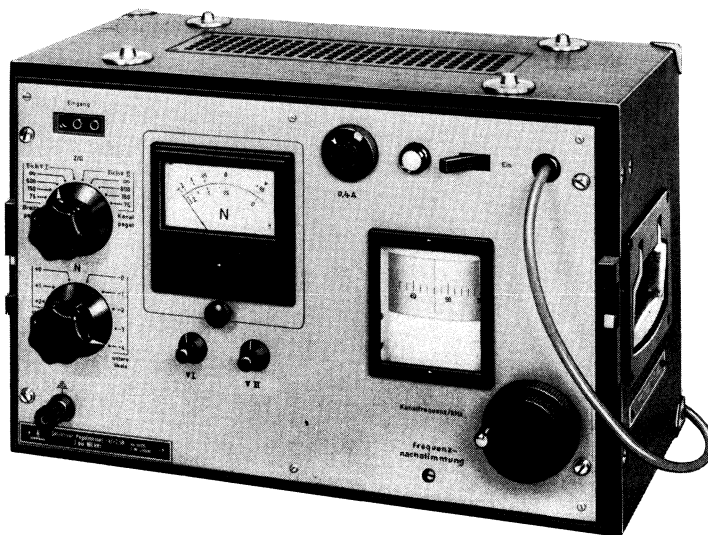
Rel 3 D 325 a

**Selektiver Pegelmesser —40/+26 db**

(0,3) 2 bis 160 kHz

Rel 3 D 325 b

**ANWENDUNG** Diese selektiven Pegelmesser sind wichtige und handliche Betriebsmeßgeräte für Trägerfrequenz-Fernsprecheinrichtungen mit einem Übertragungsbereich bis 160 kHz, z. B. für Messungen an den TF-Zweidrahtsystemen Z 3 F, Z 12 F, Z 12 K und Z 12 N, ferner den TF-Ein-



richtungen VZ 12, V 3 Fu, V 24 Fu und anderen. Ihr Frequenzbereich schließt auch die CCIF-Grundgruppe (60 bis 108 kHz) ein. Die Ausführung a ist in Neper, die Ausführung b ist in Dezibel geeicht.

Mit den Pegelmessern läßt sich jede in einem NF-Kanal gesendete Tonfrequenzspannung im TF-Band ohne Beeinträchtigung durch Nachbarkanäle messen. Die Linearität ihrer Eingangsschaltung ist so gut, daß auch bei Zweidrahtsystemen die Kanäle der Gegenrichtung, deren Pegel gegenüber den zu messenden bis zu 8 N (70 db) tiefer liegen können, nicht gestört werden.

Beim Einpegeln der TF-Systeme und bei der Fehlersuche an nicht in Betrieb befindlichen Teilstrecken und Geräten mißt man einfacher und schneller frequenzunabhängig. Die Pegelmesser sind auch hierfür geeignet. In der Schaltung „Breitbandmessung“ messen die Geräte frequenzunabhängig zwischen 0,3 und 160 kHz bei gleichem Meßbereich wie in der Schaltung „Kanalpegel“; hierbei sind also durch den nach unten erweiterten Frequenzbereich auch Messungen im NF-Übertragungsband möglich.

Zusammen mit einem *Pegelsender* Rel 3 W 23 oder 27 (S. 30) ergibt sich ein vollständiger Meßplatz für Trägerfrequenz-Einrichtungen, der nicht nur vom Betriebstechniker, sondern auch in Laboren und Prüffeldern gern eingesetzt wird.

Die Betriebsspannungen liefert über den eingebauten Netzteil das Wechselstromnetz 110/220 V. Bei Betrieb des Pegelmessers oder des gesamten Meßplatzes auf der Baustrecke ist eine Stromversorgung ohne meßtechnische Nachteile — auch ohne Einschränkung bei den Eichvorgängen — über Wechselrichter Rel 54 A 2 (S. 520) aus einer 12-V-Batterie möglich.

## KENNWERTE

### Frequenzbereich

bei Kanalpegelmessungen ( $f_m$ )	2 bis 160 kHz
bei Breitbandmessungen	0,3 bis 160 kHz

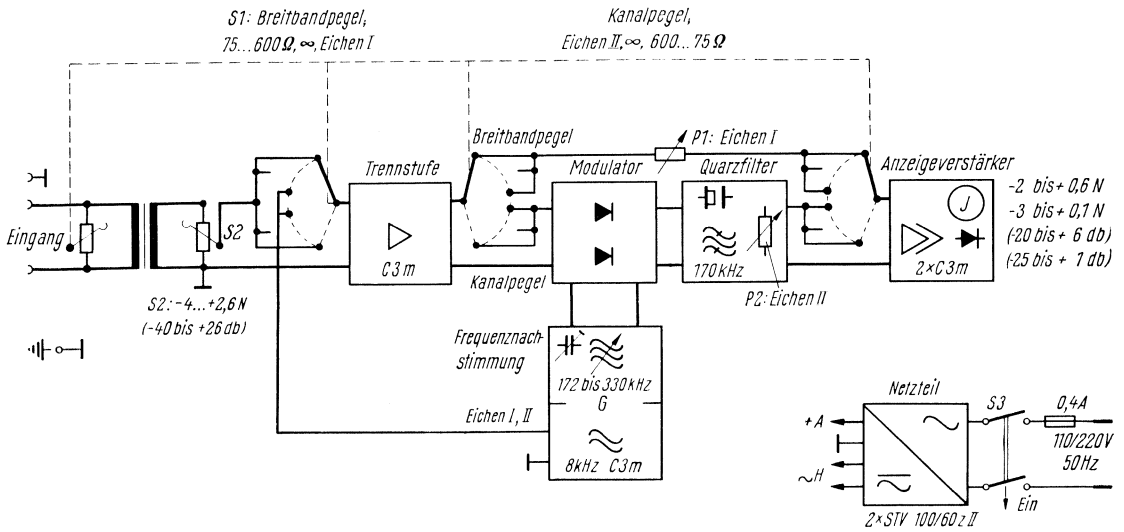
Meßbereich für Vollausschlag	Ausführung a	Ausführung b
	umschaltbar in acht Schritten	- 4, ... + 2,6 N
kleinster ablesbarer Pegel	- 7 N	- 65 db
Meßunsicherheit für Vollausschlag		
in der Mitte des Frequenzbereiches	$\leq 0,02$ N	$\leq 0,2$ db
an den Frequenzgrenzen zusätzlich	$\leq 0,02$ N	$\leq 0,2$ db
Eingangswiderstand		
umschaltbar auf	75, 150 und 600 $\Omega$	
Linearität der Eingangsschaltung:		
Klirrdämpfung der 2. und 3. Harmonischen, entstehend bei Parallelschaltung des Eingangs zu Meßobjekten von 150 $\Omega$ , bei Eingangspegel 0 N (0 db) und $f_m \geq 4$ kHz	etwa 14 N	etwa 120 db
Oszillatorfrequenz $f_1$	172 bis 330 kHz	
Unsicherheit der Frequenzanzeige, bezogen auf die Meßfrequenz $f_m$ , (nach Vergleich mit der Eichfrequenz von 8 kHz)		
	$\leq 0,2\% \pm 100$ Hz	
Frequenzänderung des Oszillators,		
eine Stunde nach dem Einschalten	$\leq 30$ Hz/Std	
Zwischenfrequenz $f_z$	170 kHz	
Dämpfungsverzerrung im Durchlaßbereich		
$f_m \pm 15$ Hz	$\leq 0,02$ N	$\leq 0,2$ db
Sperrdämpfung im Abstand $\pm 600$ Hz von $f_m$	$> 5$ N	$> 43$ db
Netzanschluß	110/220 V $\pm 10\%$ ; 40 bis 60 (100) Hz; etwa 40 VA	

**B 6**

**ARBEITSWEISE** In der Schaltung *selektiver Pegelmesser* arbeitet das Gerät als Überlagerungsempfänger mit hochohmigem symmetrischen Eingang. Die Zwischenfrequenz ( $f_z = 170$  kHz) ist größer als die höchste Meßfrequenz ( $f_m = 160$  kHz), so daß die Spiegelwellen nicht im Durchlaßbereich des eingebauten Quarzfilters liegen. Das Quarzfilter ergibt eine besonders hohe Trennschärfe. Störende Rückwirkungen auf das zu messende System vermeidet eine Trennstufe. Die Eingangsspannung gelangt über den Anpassungs-Schalter S1 und einen symmetrischen Übertrager zum Spannungsteiler S2, mit dem der Meßbereich zwischen - 4 und + 2,6 N (- 40 und + 26 db), bezogen auf Vollausschlag, umgeschaltet werden kann.

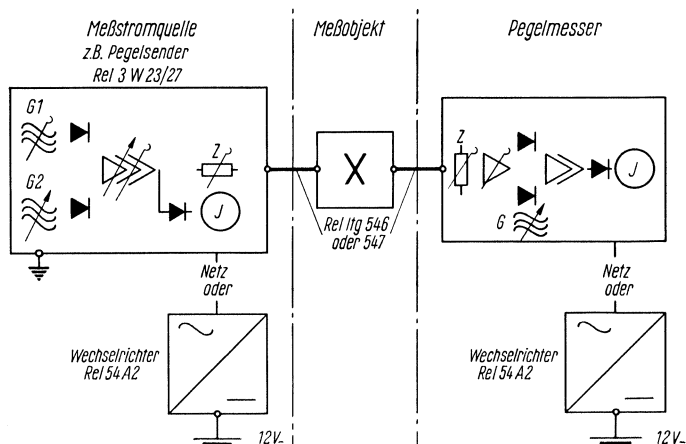
Hinter der Trennstufe überlagert sich die Eingangsspannung in einem Ringmodulator der veränderbaren Oszillatorfrequenz (172 bis 330 kHz). Die Differenzfrequenz (Zwischenfrequenz) wird ausgesiebt, verstärkt, gleichgerichtet und vom Drehspulinstrument J angezeigt. Zum bequemen und genauen Einstellen der Überlagerungsfrequenz dient ein koaxial angeordneter Grob- und Feintrieb. Zwischen dem frequenzbestimmenden Drehkondensator und der Skalentrommel ist eine spielfreie Übersetzung so eingefügt, daß die gesamte Frequenzskala auf eine Umdrehung der Trommel (etwa 0,5 m Skalenlänge) gedehnt wird.

Für *Breitband-Pegelmessungen* verbindet der Schalter S1 den Ausgang der Trennstufe unmittelbar mit dem Anzeigeverstärker. Mit S1 kann der Eingangswiderstand für beide Meßarten von hochohmig (Stellung „∞“) auf die üblichen Anschlußwiderstände 600, 150 oder 75 Ω gebracht werden.



In den beiden *Eichstellungen* von S1 liegt eine im Oszillator zusätzlich erzeugte und stabilisierte Eichspannung (8 kHz) am Eingang der Trennstufe. Mit dem Potentiometer P1 („Eichen I“) in der Verbindungsleitung Trennstufe — Anzeigeverstärker wird der Breitbandteil des Pegelmessers, mit dem Potentiometer P2 („Eichen II“) am Ausgang des Quarzfilters wird der Überlagerungsteil geeicht.

**AUFBAU DES MESSPLATZES** Der Pegelmesser wird durch den Pegelsender Rel 3 W 23 oder 27 (S. 30) zu einem vollständigen Meßplatz ergänzt; Sender und Meßempfänger sind entsprechend aufeinander abgestimmt. Mit einem solchen Meßplatz können Dämpfungen bis 9 N (85 db), Verstärkungen bis 9,6 N (96 db) gemessen werden.





Wo kein Wechselstromnetz zur Verfügung steht, ist der Betrieb des Meßplatzes mit zwei Wechselrichtern Rel 54 A 2 (S. 520) — je einer für Sender und Empfänger — aus einer 12-V-Batterie ohne meßtechnische Nachteile möglich.

Zweckmäßige Verbindungsleitungen s. Meßplatzbild.

#### ZUBEHÖR, ABMESSUNGEN UND GEWICHTE

Gegenstand	Bezeichnung	Abmessungen in mm	Gewicht etwa kg	Preis
SELEKTIVER PEGELMESSER — 4/+2,6 N (2 (0,3) bis 160 kHz) .....	Rel 3 D 325 a	405 × 266 × 280	12	
SELEKTIVER PEGELMESSER — 40/+26 db (2 (0,3) bis 160 kHz) .....	Rel 3 D 325 b	405 × 266 × 280	12	
<i>Zubehör</i>				
4 Röhren .....	C 3m	—	—	
2 Stabilisatoren .....	StV 100/60 Z II	—	—	
1 Signallampe 24 V .....	T lp 2 d	—	—	
3 Schmelzeinsätze (2 als Ersatz)	0,4/250 DIN 41571	—	—	
<i>Nach Bedarf</i>				
1 symmetrische Verbindungsleitung, z. B. .... oder	Rel ltg 546a, ... d Rel ltg 547a, ... e	500, ... 2000 250, ... 2000	0,2 0,2	} S. 512
1 Meßstromquelle, z. B.				
Pegelsender — 7/+2 N (0,8 bis 320 kHz) .....	Rel 3 W 23	550 × 368 × 280	29	} S. 30
Pegelsender — 70/+20 db (0,8 bis 320 kHz) ...	Rel 3 W 27	550 × 368 × 280	29	
1 oder 2 Wechselrichter 12 V <sub>-</sub> /220 V <sub>~</sub> .....	Rel 54 A 2	270 × 266 × 180	7	S. 520

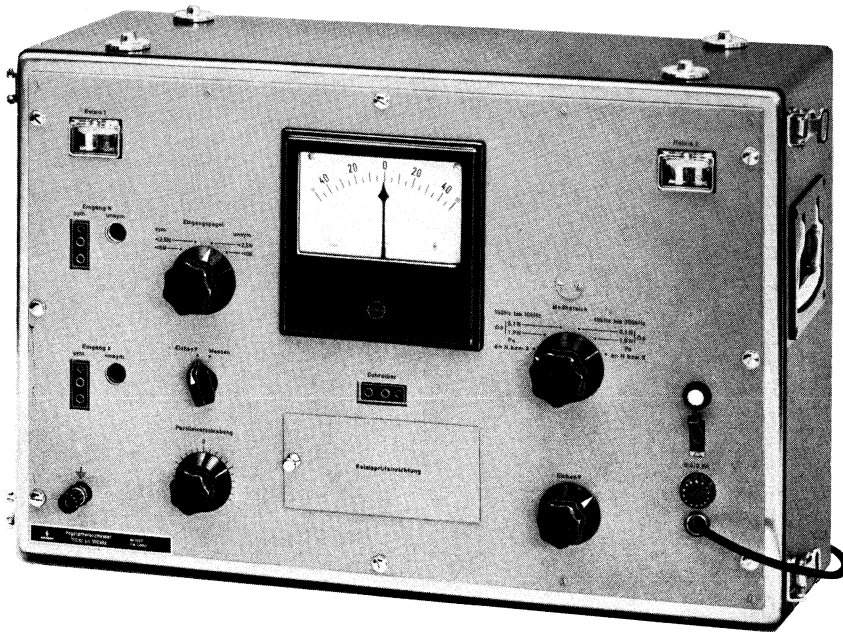


## Pegeldifferenzmesser

Rel 3 D 337

150 Hz bis 300 kHz

**ANWENDUNG** Dieses Gerät dient im Bereich 150 Hz bis 300 kHz zum frequenzabhängigen Messen der Dämpfungsdifferenz zweier Vierpole, die gemeinsam aus derselben Meßstromquelle gespeist werden. Insbesondere ist es für Serienmessungen im Prüffeld geeignet, wobei der eine Vierpol



ein Vergleichsnormale ist. Der Dämpfungsunterschied beider Vierpole kann unmittelbar nach Betrag und Vorzeichen an einem in Neper geeichten Instrument abgelesen werden. Absolutmessungen sind ebenfalls möglich, wenn als Vergleichsnormale eine veränderbare Eichleitung, z. B. Rel 3 D 110 (S. 132), eingesetzt wird.

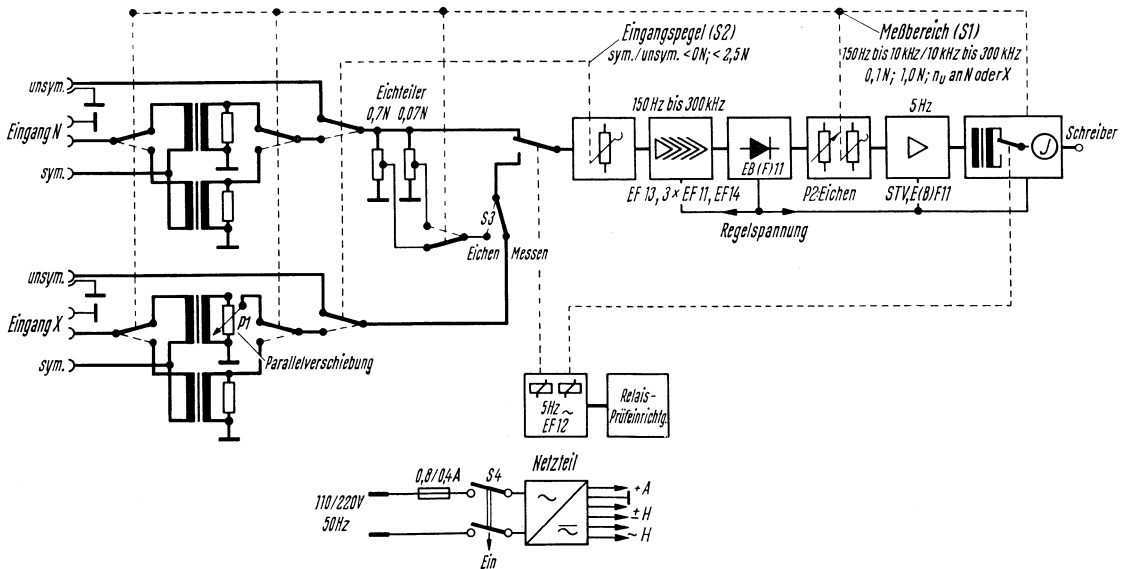
Die Betriebsspannungen liefert über den eingebauten Netzteil das Wechselstromnetz 110/220 V.

### VORLÄUFIGE KENNWERTE

- Frequenzbereich ..... 150 Hz bis 300 kHz  
 am erdsymmetrischen Eingang in zwei Teilbereichen ..... 150 bis 10000 Hz,  
 10 bis 300 kHz
- Meßbereiche .....  $\pm 0,1$  und  $\pm 1,0$  N
- Meßunsicherheit  
 im Bereich  $\pm 0,1$  N .....  $\pm 0,01$  N  
 im Bereich  $\pm 1,0$  N .....  $\pm 0,1$  N
- Eingangswiderstand:  
 erdsymmetrischer Eingang ..... etwa  $100\text{ k}\Omega$  parallel  $160\text{ pF}$   
 erdsymmetrischer Eingang  
 bei 150 bis 10000 Hz .....  $> 30\text{ k}\Omega$  parallel  $500\text{ pF}$   
 bei 10 bis 300 kHz .....  $> 30\text{ k}\Omega$  parallel  $160\text{ pF}$

Zulässiger oder erforderlicher Eingangspegel	
bei 150 Hz bis 100 kHz und erdunsymmetrischem Eingang	
sowie 150 bis 10000 Hz und erdsymmetrischem Eingang . . . . .	+ 2,5 bis - 5,5 N und 0 bis - 8,0 N
bei 10 bis 100 kHz und erdsymmetrischem Eingang . . . . .	+ 2,5 bis - 4,5 N und + 1,0 bis - 7,0 N
bei 300 kHz und erdunsymmetrischem Eingang . . . . .	+ 1,5 bis - 4,5 N und + 1,0 bis - 7,0 N
bei 300 kHz und erdsymmetrischem Eingang . . . . .	+ 1,5 bis - 3,5 N und 0 bis - 6,0 N
Regelzeitkonstante bei sprunghafter Änderung des Pegels	
um 1 N . . . . .	etwa 6 s
um 5 N . . . . .	etwa 8 s
Zulässiger Klirrfaktor der Meßspannung . . . . .	$\leq 5\%$
Schreiberausgang eingerichtet für . . . . .	Tintenschreiber mit Verstärker
Netzanschluß . . . . .	110/220 V $\pm 10\%$ ; 48 bis 52 Hz; etwa 40 VA

ARBEITSWEISE Normalvierpol N und Meßobjekt X werden in der bei Vergleichsmessungen üblichen Weise unter Berücksichtigung ihrer Kennwiderstände  $Z_1, Z_2$  gemeinsam aus demselben Sender gespeist. Ihre Ausgänge sind ebenfalls mit ihren Kennwiderständen  $Z_1, Z_2$  abzuschließen. Die Ausgangs-



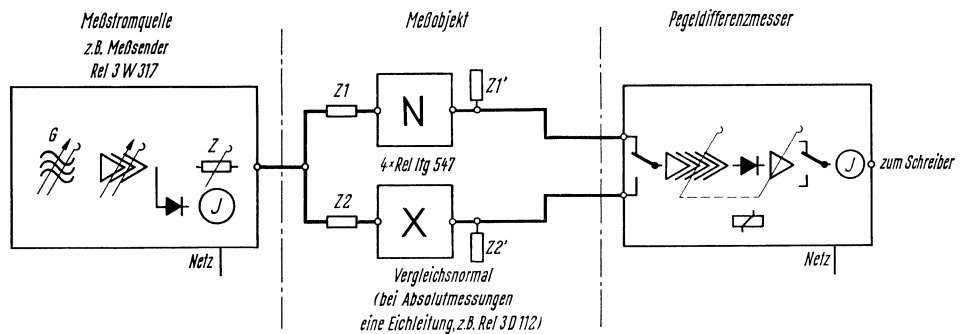
pegel — sie liegen an getrennten Eingängen des Pegeldifferenzmessers — werden wechselweise abgetastet (Relaisumschaltung). Der Pegel hinter dem Relais schwankt also im Rhythmus der Schaltfrequenz (5 Hz), was einer Rechteckmodulation entspricht: Die Trägerfrequenz ist die Frequenz der beide Vierpole speisenden Generatorspannung; der Modulationsgrad ist abhängig von der

B 6

Pegeldifferenz, aber auch von der absoluten Höhe des Pegels. Deshalb regelt der hinter dem Relais folgende fünfstufige Regelverstärker die Trägerspannung auf eine bestimmte Größe, so daß die Modulationsspannung von der absoluten Höhe der Eingangsspannung unabhängig bleibt. Nach Demodulation wird sie einstufig verstärkt. Ein zweites Relais, das mit dem ersten synchron arbeitet, richtet die 5-Hz-Spannung gleich, und das in Neper geeichte Meßwerk J zeigt die gleichgerichtete Spannung nach Größe und Vorzeichen an. Die Umschalterelais speist ein eingebauter RC-Generator.

Die Eingänge des Meßgerätes sind umschaltbar (S 2) für erdsymmetrische und erdunsymmetrische Meßobjekte, wobei der Frequenzbereich der symmetrischen Eingänge mit jeweils zwei Übertragern in zwei Bereiche unterteilt ist (150 Hz...10 kHz...300 kHz).

Bei erdsymmetrischen Meßobjekten mit kleiner Grunddämpfung (Filtern, Übertragern usw.) läßt sich im Bereich 150 bis 10000 Hz der Pegel im X-Zweig durch das Potentiometer P1 um  $\pm 0,1$  N verändern (Parallelverschiebung). Innerhalb des Arbeitsfrequenzbereiches der Vierpole können



Aufbau des Meßplatzes

dadurch die Meßwerkausschläge von Normal und Meßobjekt in Deckung gebracht werden (Pegeldifferenz = 0 N), so daß die auf die Bezugsfrequenz bezogene Dämpfungsdifferenz frequenzabhängig gemessen werden kann.

Zum Eichen trennt man das Meßobjekt durch Umschalten des Schalters S3 „Eichen-Messen“ vom Eingang. Je nach Meßbereich wird dabei von den eingebauten Spannungsteilern im N-Zweig eine um 0,07 N oder 0,7 N gedämpfte Spannung abgegriffen und an das Relais gelegt. Das Relais tastet wechselweise den vollen Pegel und den Pegel des jeweils eingeschalteten Eichteilers ab. Mit dem Drehknopf P2 „Eichen“ wird die Empfindlichkeit des Gerätes so geregelt, daß sich der Zeiger des Meßwerkes auf die jeweilige Eichmarke einstellt.

Der zulässige Eingangspegel beträgt 0 N (775 mV). Für größere Eingangspegel kann mit Schalter S2 ein fester Spannungsteiler mit 2,5 N Dämpfung eingefügt werden. Um schnell bestimmen zu können, ob der Eingangspegel innerhalb der zulässigen Grenzen liegt, läßt sich mit dem Meßbereichschalter S1 das Meßwerk in den Modulatorkreis legen. Die Regelspannung ist dann ein Maß für den Eingangspegel.

**AUFBAU DES MESSPLATZES** Zum vollständigen Meßplatzaufbau ist zusätzlich zum Pegeldifferenzmesser bei Vergleichsmessungen außer dem Vergleichsnorm (z. B. ein bereits durchgemessenes und auf Sollwert gebrachtes zweites Meßobjekt) nur eine Meßstromquelle erforderlich, z. B. der Meßsender (10 Hz bis 1 MHz) Rel 3 W 317 (S. 42).



**Pegelmesser — 1/+ 2N**

Rel 3 D 315 a

0,2 bis 1000 kHz

**Pegelmesser — 8/+ 17 db**

Rel 3 D 315 b

0,2 bis 1000 kHz

**ANWENDUNG** Diese kleinen und handlichen Geräte dienen zum Messen von Spannungspegeln im Bereich von  $-3$  bis  $+2$  N (Ausführung a) oder  $-25$  bis  $+17$  db (Ausführung b). Ihr Frequenzbereich umfaßt neben dem NF-Band die Übertragungsbänder der Trägerfrequenz-Fernsprecheinrichtungen für symmetrische Kabelleitungen, Freileitungen und vieler Funkwege, ferner den Bereich



der CCIF-Grundgruppe (60 bis 108 kHz) und der CCIF-Grundübergruppe (312 bis 552 kHz). Mit etwas verringerter Genauigkeit sind auch Messungen im Frequenzbereich bis 1000 kHz möglich.

Die Pegelmesser werden vorzugsweise zu Messungen an symmetrischen Übertragungssystemen eingesetzt. Messungen an unsymmetrischen Systemen sind bis 600 kHz mit den Meßbereichen  $-1, 0$  und  $+1$  N ( $-8, +2$  und  $+7$  db) Vollausschlag mit gleicher Meßunsicherheit durchführbar; lediglich im Meßbereich  $+2$  N ( $+17$  db) wird der Meßfehler oberhalb 300 kHz etwas größer.

Die röhrenlosen Pegelmesser sind sehr handliche Betriebsmeßgeräte, mit denen z. B. gern schnelle Messungen in Betriebspausen durchgeführt werden. Auch während der Montage, bei der Störungssuche und bei Reparaturen leisten sie gute Dienste.

Betriebs- oder Hilfsspannungen werden nicht benötigt.

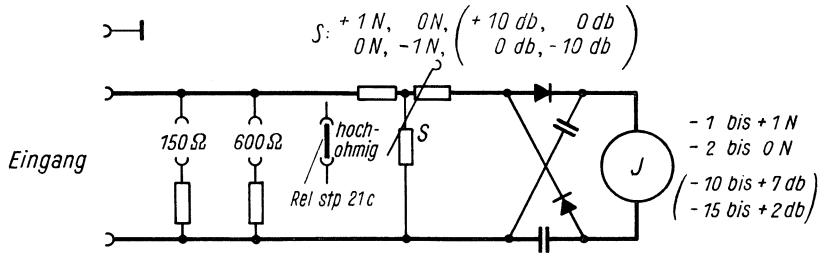
**KENNWERTE**

Frequenzbereich .....	0,2 bis 1000 kHz	
Meßbereich (für Vollausschlag)	Ausführung a	Ausführung b
in drei Schritten zu 1 N oder 10 db .....	$-1$ bis $+2$ N	$-8$ bis $+17$ db
kleinster ablesbarer Pegel .....	$-3$ N	$-25$ db
Skalenumfang .....	2,1 N	17 db
Meßunsicherheit bei 1 kHz und 20°C, bezogen auf Vollausschlag .....	$\leq 0,02$ N	$\leq 0,2$ db
Frequenzabhängigkeit der Anzeige, bezogen auf 1 kHz, von 0,2 bis 600 kHz .....	$\leq 0,02$ N	$\leq 0,2$ db
Temperaturabhängigkeit, bezogen auf 20°C und Vollausschlag, zwischen 10° und 30°C .....	$\leq 0,03$ N	$\leq 0,3$ db

### Eingangswiderstand

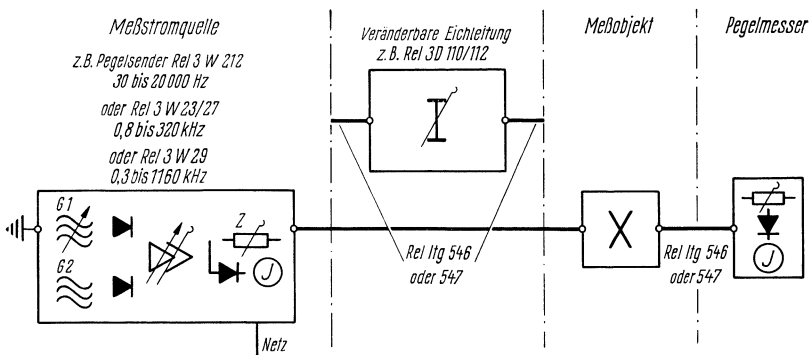
- für die beiden unteren Meßbereiche ..... > 10 k $\Omega$  parallel etwa 30 pF
- für die beiden oberen Meßbereiche ..... > 15 k $\Omega$  parallel etwa 30 pF
- umsteckbar auf ..... 150  $\Omega$  und 600  $\Omega$  ( $\pm 2\%$ )

**ARBEITSWEISE** Die zu messende Spannung liegt an einer hochohmigen Spannungsteiler-Schaltung, die für die vier Meßbereiche mit den Vollausschlägen +2, +1, 0 und -1 N (+17, +7, +2 und -8 db) mit Schalter S umgeschaltet wird. Der Eingangswiderstand dieses Spannungsteilers



ist hochohmig. Mit dem Verbindungsstecker Rel stv 21 c können Widerstände so parallelgeschaltet werden, daß sich ein Eingangswiderstand von 600 oder 150  $\Omega$  ergibt. Hinter dem Spannungsteiler wird die zu messende Spannung in einer Verdopplerschaltung gleichgerichtet und vom Instrument J angezeigt. Der Ausschlag entspricht etwa dem Effektivwert der angelegten Spannung; die Skale ist mit sinusförmiger Spannung und für eine mittlere Temperatur von 20°C geeicht. (Auf Wunsch können die Geräte auch für andere mittlere Temperaturen, z.B. 27°C, geliefert werden.)

**AUFBAU DES MESSPLATZES** Der Pegelmesser mißt (Eingangswiderstand hochohmig) den absoluten Spannungspegel an der Meßstelle; der dort herrschende Leistungspegel ergibt sich aus der Gleichung 14 auf S. 535. Für Restdämpfungs-Messungen wird der Eingangswiderstand (mit Ver-



bindungsstecker Rel stv 21 c) auf 600  $\Omega$ , für Messungen am Ende von TF-Leitungen auf 150  $\Omega$  gebracht.

Geeignete Meßstromquellen sind z.B. die Pegelsender Rel 3 W 212 (S. 27) für 30 bis 20000 Hz oder Rel 3 W 23/27 (S. 30) für 0,8 bis 320 kHz und Rel 3 W 29 für 0,3 bis 1160 kHz (S. 33). Zu-

sammen mit den Ausführungen Rel 3 W 23/27 lassen sich Betriebs- und Restdämpfungs-Messungen bis 5 N (45 db) und Verstärkungsmessungen bis 9 N (87 db) durchführen. Größere Verstärkungswerte sind möglich durch Einbeziehung einer veränderbaren Eichleitung in den Meßplatz, z. B. der Veränderbaren Eichleitung Rel 3 D 110 oder 112 (S. 132).

Zweckmäßige Verbindungsleitungen s. Meßplatzbild.

#### ZUBEHÖR, ABMESSUNGEN UND GEWICHTE

Gegenstand	Bezeichnung	Abmessungen in mm	Gewicht etwa kg	Preis
PEGELMESSER —1/+2 N (0,2 bis 1000 kHz) .....	Rel 3 D 315a	106 × 142 × 82	1,3	
PEGELMESSER —8/+17 db (0,2 bis 1000 kHz) .....	Rel 3 D 315b	106 × 142 × 82	1,3	
<i>Zubehör</i>				
1 Verbindungsstecker .....	Rel stv 21 c	—	—	
<i>Nach Bedarf</i>				
1 Verbindungsleitung .....	Rel ltg 546a, ... d	500, ... 2000	0,2	} S. 512
oder	Rel ltg 547a, ... e	250, ... 2000	0,2	
1 Meßstromquelle, z. B. Pegelsender				
für 30 bis 20000 Hz .....	Rel 3 W 212	550 × 266 × 280	30	S. 27
für 0,8 bis 320 kHz .....	Rel 3 W 23/27	550 × 368 × 280	29	S. 30
für 0,3 bis 1160 kHz .....	Rel 3 W 29	550 × 368 × 280	30	S. 33
1 Veränderbare Eichleitung, z. B.				
mit $Z=600 \Omega$ .....	Rel 3 D 110	275 × 200 × 180	6	} S. 132
mit $Z=150 \Omega$ , sym. ....	Rel 3 D 112	275 × 200 × 180	6	



**Selektiver Pegelmesser — 5/+2,6 N**

(0,3) 4 bis 620 kHz

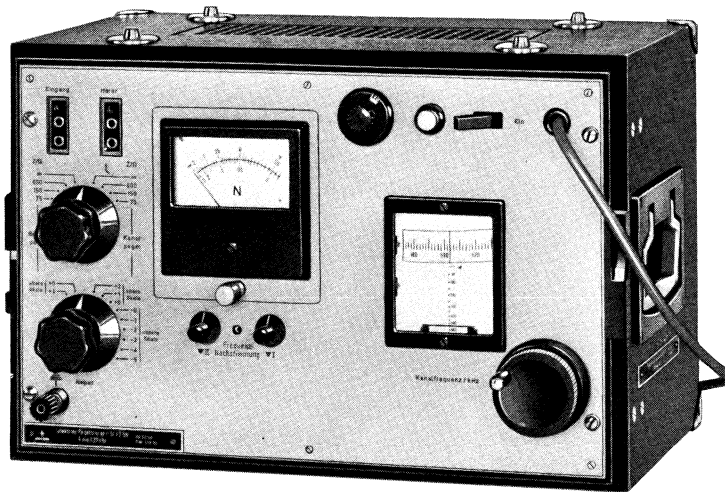
Rel 3 D 319 a

**Selektiver Pegelmesser — 50/+26 db**

(0,3) 4 bis 620 kHz

Rel 3 D 319 b

**ANWENDUNG** Diese selektiven Pegelmesser eignen sich durch ihre sehr hohe Trennschärfe für Messungen während des Betriebes; ihr Frequenzbereich ermöglicht diese Messungen beispielsweise an den TF-Fernsprecheinrichtungen für symmetrische Leitungen und den meisten TF-Einrichtungen für Richtfunkssysteme. Die durch zweifache Frequenzumsetzung erreichte Trennschärfe



ist so groß, daß jede in einen NF-Kanal gesendete Meßspannung mit einer Frequenz zwischen 300 und 3400 Hz in den einzelnen Trägerfrequenzbereichen (z. B. in der CCIF-Grundgruppe, CCIF-Grundübergruppe sowie in der Übertragungslage) ohne Beeinflussung durch die im Betrieb befindlichen Nachbarkanäle gemessen werden kann. Die Trennschärfe gestattet außerdem, das ganze Übertragungsband unter Benutzung von Lückepiloten während des Betriebes durchzumessen und gegebenenfalls den Frequenzgang der Dämpfung zu entzerren.

Bemerkenswert ist ferner die hohe Klirrdämpfung ihrer Eingangsschaltung; diese erlaubt auch in TF-Zweidrahtsystemen (z. B. Z 12 K, Z 12 N, Z 12 F usw.), den Sendepiegel auf der Leitung zu messen, ohne die bis zu etwa 8 N (70 db) niedrigeren Empfangsspannungen zu stören. Die hohe Klirrdämpfung gestattet auch die Messung des Summenpegels bei den TF-Zweidrahtsystemen.

Eine Abhörmöglichkeit für die auf 2000 Hz umgesetzten Eingangsspannungen erleichtert das Aufsuchen von kleinen, in ihrer Frequenz unbekanntem Spannungen.

Der Pegelmesser ist aber auch ganz allgemein als selektiver Empfänger bei Brückenmessungen, Frequenzanalysen, Klirrfaktormessungen und anderen Meßaufgaben der Nachrichtentechnik im Frequenzbereich 4 bis 620 kHz geeignet. Mit dem eingebauten Breitbandteil für den Frequenzbereich 0,3 bis 620 kHz und den Anzeigebereich  $-3$  bis  $+1,6$  N ( $-25$  bis  $+16$  db) lassen sich Messungen im TF-Bereich und im NF-Kanal durchführen.

Die Betriebsspannungen werden über einen eingebauten Netzteil dem Wechselstromnetz 110/220 V entnommen oder bei Betrieb auf der Strecke über einen vorgeschalteten Wechselrichter Rel 54 A 2 (S. 520) einer 12-V-Batterie.

KENNWERTE

*Selektive Messungen (Kanalpegel)*

*Pegelmessungen:*

Frequenzbereich $f_m$ (ohne Umschaltung) .....	4 bis 620 kHz
Oszillatorfrequenz $f_1$ .....	1308 bis 1924 kHz
Unsicherheit der Frequenzanzeige, bezogen auf die Eingangsfrequenz $f_m$ (nach Vergleich mit der Eichfrequenz von 8 kHz) .....	$\leq \pm 0,2\% \pm 200$ Hz
Zwischenfrequenz	
$f_{z1}$ .....	1304 kHz
$f_{z2}$ (= Frequenz an den Buchsen Hörer) .....	2 kHz

	Ausführung a	Ausführung b
Meßbereich für Vollausschlag, umschaltbar in acht Schritten .....	- 5 bis + 2,6 N	- 50 bis + 26 db
Kleinster ablesbarer Pegel .....	- 8 N	- 75 db
Meßunsicherheit bei mittlerer Frequenz, bezogen auf Vollausschlag .....	$\leq \pm 0,02$ N	$\leq \pm 0,2$ db
Frequenzabhängigkeit der Pegelmessung .....	$\leq \pm 0,02$ N	$\leq \pm 0,2$ db
Anzeigeänderung bei $\pm 10\%$ Netzspannungs- schwankungen .....	$\leq \pm 0,01$ N	$\leq \pm 0,1$ db
Trennschärfe:		
Dämpfungsverzerrung im Durchlaßbereich		
$f_m \pm 40$ Hz .....	$\leq 0,02$ N	$\leq 0,2$ db
Sperrdämpfung im Abstand $\pm 300$ Hz von $f_m$ .....	$\geq 7$ N	$\geq 60$ db
Dämpfung der Spiegelwelle ( $f_m + 4$ kHz) .....	$\geq 7$ N	$\geq 60$ db
Klirrdämpfung der Eingangsschaltung		
bei einem Eingangspegel von 0 N (0 db) und		
bei $f_m \geq 4$ kHz, gemessen an 75 $\Omega$ , für die		
2. und 3. Harmonische .....	$a_k \approx 14$ N	$\approx 120$ db
Eingangswiderstand		
von 12 bis 300 kHz .....		$\geq 10$ k $\Omega$
von 4 bis 12 kHz und von 300 bis 620 kHz .....		$\geq 5$ k $\Omega$
umschaltbar auf .....		75, 150, 600 $\Omega$

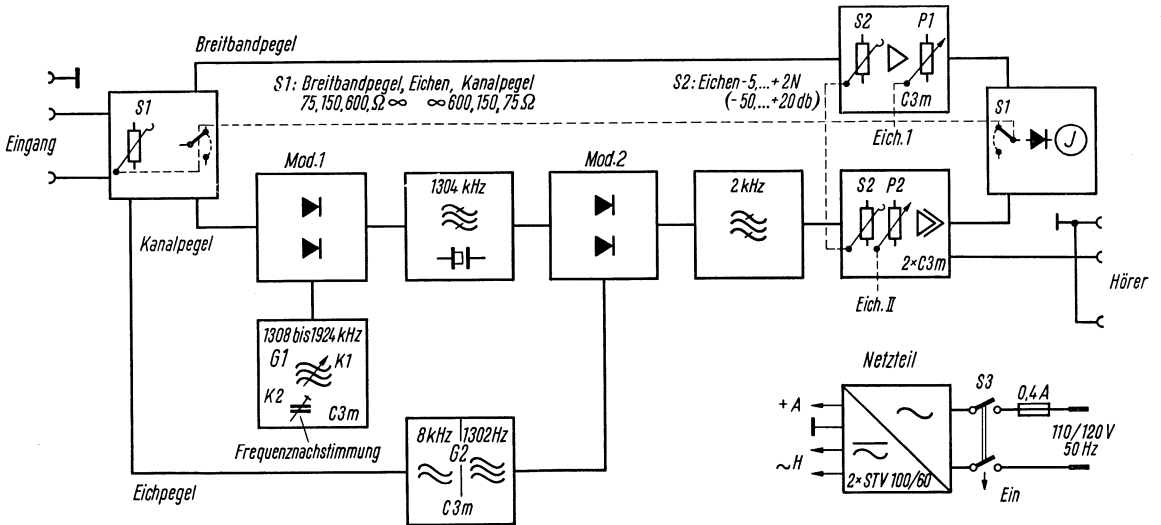
*Klirrdämpfungs-Messungen:*

Größte meßbare Klirrdämpfung .....	etwa 8 N	etwa 70 db
Eigenklirrdämpfung		
für die 2. und 3. Harmonische .....	$a_k \geq 8$ N	$\geq 70$ db
bei einem Grundwellenpegel von $\leq 2$ N ( $\leq 17$ db) ( $f_m \geq 12$ kHz) und einer für die Anzeige der Oberwellen bis - 3 N (- 30 db) (Vollausschlag) erhöhten Empfindlichkeit oder bei einem Grundwellenpegel $\leq 0$ N ( $\leq 0$ db) und einer für die Anzeige der Oberwellen bis - 5 N (- 50 db) (Vollausschlag) erhöhten Empfindlichkeit.		

*Breitband-Messungen (aperiodisch):*

Frequenzbereich .....	Ausführung a   Ausführung b	
	0,3 bis 620 kHz	
Meßbereich für Vollausschlag, umschaltbar in zwei Schritten .....	0,1; 0,6 und 1,6 N	1; 6 und 16 db
Kleinster ablesbarer Pegel .....	-3 N	-25 db
Meßunsicherheit bei mittlerer Frequenz, bezogen auf Vollausschlag .....	$\leq \pm 0,02$ N	$\leq \pm 0,2$ db
Frequenzabhängigkeit der Anzeige .....	$\leq \pm 0,02$ N	$\leq \pm 0,2$ db
Klirrdämpfung der Eingangsschaltung bei einem Eingangspegel von 0 N (0 db) und $f/m \geq 4$ kHz, gemessen an 75 $\Omega$ , für die 2. und 3. Harmonische .....	etwa 14 N	etwa 120 db
Eingangswiderstand von 4 bis 300 kHz .....		$\geq 10$ k $\Omega$
von 0,3 bis 4 kHz und von 300 bis 620 kHz .....		$\geq 5$ k $\Omega$
umschaltbar auf .....		75, 150, 600 $\Omega$
Netzanschluß .....	110/220 V $\pm 10\%$ ; 40 bis 60 (100) Hz; etwa 45 VA	

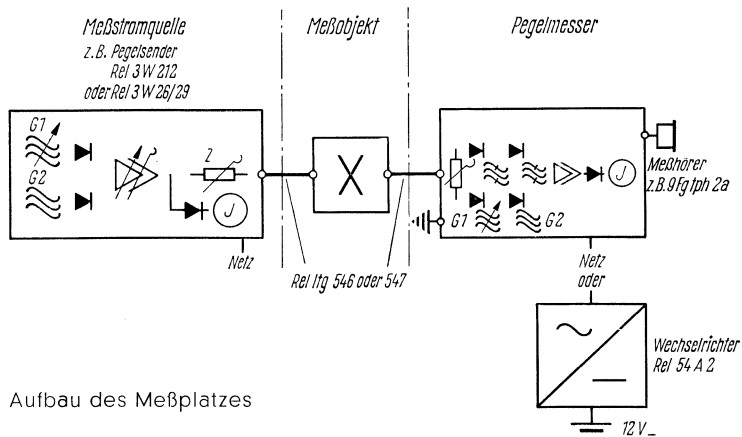
ARBEITSWEISE Der Pegelmesser ist ein Überlagerungsempfänger mit hochohmigem symmetrischen Eingang und sehr hoher Trennschärfe (zweifache Frequenzumsetzung). Damit alle unerwünschten Mischprodukte weitgehend auch dann unterdrückt werden, wenn ein Frequenzband



von 4 bis 620 kHz am Eingang des Gerätes liegt, hat die erste Überlagerungsfrequenz mehr als den doppelten Wert der höchsten Eingangsfrequenz; außerdem ist der Eingangspegel am Modulator klein. Störende Rückwirkungen der Oszillatorfrequenz und ihrer Oberwellen sowie der Nichtlinearität der Eingangsschaltung auf das zu messende System werden dadurch ebenfalls vermieden. Die Eingangsspannung gelangt bei Kanalpegel-Messungen über einen Eingangsübertrager an den Modulator 1; sie überlagert sich der Spannung des in seiner Frequenz veränderbaren Oszillators

G1. Die entstehende Zwischenfrequenz von 1304 kHz wird zur Erreichung der notwendigen schmalen Bandbreite im Modulator 2 mit Hilfe eines Trägers konstanter Frequenz (Quarzgenerator 1302 kHz) auf 2 kHz umgesetzt. Ein Quarzbandfilter zwischen Modulator 1 und 2 — es hat für 1300 kHz eine Dämpfung von 7 N (60 db) — verhindert einen unerwünschten Ausschlag bei der Spiegelfrequenz (1300 kHz). Die Spannung der Differenzfrequenz von 2 kHz wird durch ein Bandfilter mit einer Breite von etwa 40 Hz ausgesiebt, anschließend verstärkt, gleichgerichtet und an einem in Neper oder Dezibel geeichten Instrument angezeigt.

Vor dem NF-Verstärker (und dem Breitbandverstärker) liegt der Spannungsteiler S2, mit dem sich die Empfindlichkeit für Vollausschlag in acht Schritten zwischen  $-5$  und  $+2,6$  N ( $-50$  und  $+26$  db) ändern läßt. Eine Abhörmöglichkeit am Ausgang des NF-Verstärkers erleichtert das



Aufbau des Meßplatzes

Aufsuchen kleiner Spannungen bekannter oder auch unbekannter Frequenz. In der Eichstellung der Schalter S1 und S2 wird im Oszillator G2 eine zweite Hilfsschwingung (8 kHz) erzeugt und als Eichpegel an den Eingang des Modulators 1 gelegt. Man stimmt dann mit dem Drehkondensator K2 auf die Eichfrequenz ab und regelt mit dem Potentiometer P2 die NF-Verstärkung so ein, daß der Zeiger des Instruments auf die rote Eichmarke einspielt.

Der Meßartenschalter S1 schaltet in den Stellungen „Breitbandpegel“ den Anzeigekreis über einen breitbandigen Verstärker an den Eingang. Damit ergibt sich ein aperiodischer Pegelmesser mit einem Anzeigebereich von  $-3$  bis  $+1,6$  N ( $-25$  bis  $+16$  db). Außerdem schaltet S1 für beide Meßarten den Eingangswiderstand um. Geeicht wird wieder in Stellung „Eichen“ der Schalter S1, S2; Eichregler ist hierbei das Potentiometer P1.

Zum bequemen und genauen Einstellen der Überlagerungsfrequenz dient ein koaxial angeordneter Grob- und Feintrieb. Zwischen dem frequenzbestimmenden Drehkondensator und der Skalentrommel ist eine spielfreie Übersetzung so eingefügt, daß die gesamte Frequenzskale auf zwei Umdrehungen der Trommel (etwa 1 m Skalenlänge) gedehnt wird. Dadurch wurde eine Unterteilung des Frequenzbereichs vermieden. Eine zusätzlich angebrachte Übersichtsskale erleichtert außerdem die Einstellung. Das Anzeigeeinstrument ist, wenn es gewünscht wird, zum bequemen Ablesen aus der Frontplatte herausklappbar.

**AUFBAU DES MESSPLATZES** Je nach Meßaufgabe dient als Meßstromquelle ein NF-Pegelsender (bei Einspeisung der Meßspannung in einen NF-Kanal der TF-Systeme), z.B. der Pegelsender (30 bis 20000 Hz) Rel 3 W 212 (S. 27), oder ein Pegelsender (4 bis 1200 kHz) Rel 3 W 26 oder

Pegelsender (0,3 bis 1160 kHz) Rel 3 W 29 (S. 33) bei Messungen im gesamten Frequenzbereich des Pegelmessers.

Wo kein Wechselstromnetz zur Verfügung steht, kann die Betriebsspannung über den Wechselrichter Rel 54 A 2 (S. 520) einer 12-V-Batterie entnommen werden.

Zweckmäßige Verbindungsleitungen s. Meßplatzaufbau.

#### ZUBEHÖR, ABMESSUNGEN UND GEWICHTE

Gegenstand	Bezeichnung	Abmessungen in mm	Gewicht etwa kg	Preis
SELEKTIVER PEGELMESSER — 5/+ 2,6 N ((0,3) 4 bis 620 kHz) .....	Rel 3 D 319a	405 × 266 × 280	18	
SELEKTIVER PEGELMESSER — 50/+ 26 db ((0,3) 4 bis 620 kHz) .....	Rel 3 D 319b	405 × 266 × 280	18	
<i>Zubehör</i>				
5 Röhren .....	C 3m	—	—	
2 Stabilisatoren .....	StV 100/60 Z II	—	—	
3 Schmelzeinsätze 0,4 A (2 als Ersatz) .....	0,4/250 DIN 41571	—	—	
1 Signallampe 24 V .....	T lp 2 d	—	—	
<i>Nach Bedarf</i>				
1 Meßhörer (2 × 1000 Ω), z. B. ....	9 Fg tph 2a	—	—	
1 symmetrische Verbindungsleitung, z. B. .... oder	Rel ltg 546a, ... d Rel ltg 547a, ... e	500, ... 2000 250, ... 2000	0,2 0,2	} S. 512
1 Meßstromquelle, z. B. Pegelsender (30 bis 20 000 Hz) .....	Rel 3 W 212	550 × 266 × 280	30	
oder Pegelsender ((0,3) 4 bis 1200 kHz) .....	Rel 3 W 26/29	550 × 368 × 280	30	S. 33
1 Wechselrichter 12 V <sub>-</sub> /220 V <sub>~</sub> .....	Rel 54 A 2	270 × 266 × 180	7	S. 520

**Eichpegelmesser —4/+3 N**

Rel 3 D 322 a

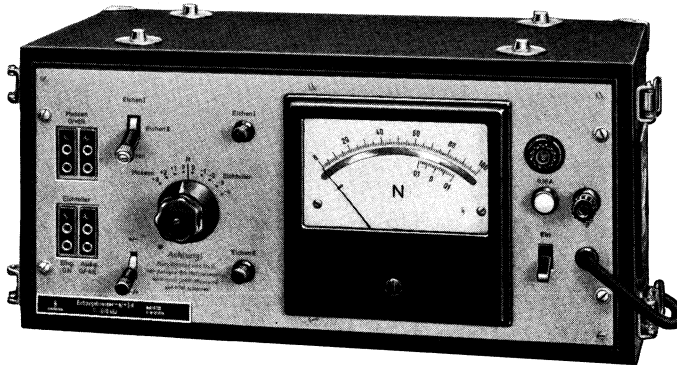
0 bis 600 kHz

**Eichpegelmesser —40/+30 db**

Rel 3 D 322 b

0 bis 600 kHz

**ANWENDUNG** Diese Eichpegelmesser stellen genaue und zuverlässige Eich- und Vergleichsnormale dar. Ihr Meßbereich umfaßt die Pegel 0, 1, 2 und 3 N (0, 10, 20 und 30 db), wobei Pegelabweichungen bis  $\pm 0,1$  N (1 db) unmittelbar auf der Instrumentenskale abgelesen werden können.



Für Relativmessungen ist eine Hilfsskala mit 100 Skalenteilen vorgesehen.

Ferner erlaubt ein Eichteiler hoher Genauigkeit die Unterteilung des Pegels 0 N (0 db) einer äußeren Stromquelle in die Pegel —1, —2, —3 und —4 N (—10, —20, —30 und —40 db). Es wird jeweils der Effektivwert der angelegten Spannung unabhängig von deren Kurvenform gemessen.

Die Eichpegelmesser dienen in erster Linie zur Eichung von Pegelsendern und Pegelmessern, sowie zur Aufnahme und Prüfung des Frequenzganges dieser Geräte. Sie können weiterhin bei genauen Messungen zur laufenden, im angegebenen Bereich nahezu frequenzunabhängigen Pegelüberwachung verwendet werden.

Da keine äußeren Hilfsmittel für die Eichung benötigt werden, zeichnen sich die Geräte auch durch einfache Bedienung aus. Eine dem Netzteil entnommene, stabilisierte Gleichspannung ermöglicht zusammen mit dem eingebauten Instrument jederzeit eine bequeme Nacheichung und dadurch die dauernde Beibehaltung der hohen Meßgenauigkeit. Durch diese Eichschaltung ist nicht nur eine große Unabhängigkeit von Temperaturschwankungen gewährleistet, die Eichung selbst ist auch unabhängig von Netzspannungsschwankungen und davon, ob der Netzteil seine Spannung aus einem 220-V-Netz oder über einen Wechselrichter Rel 54 A 2 (S. 520) aus einer 12-V-Batterie erhält.

**KENNWERTE**

Frequenzbereich ..... 0 bis 600 kHz

	Ausführung a	Ausführung b
<i>Als Pegelmesser:</i>		
Meßbereich .....	0, 1, 2, 3 N $\pm 0,1$ N	0, 10, 20, 30 db $\pm 1$ db
Meßunsicherheit bei 800 Hz		
für den Pegel 0 N (0 db) .....	$\leq \pm 0,005$ N	$\leq \pm 0,05$ db
für die Pegel 1, 2, 3 N (10, 20, 30 db) zusätzlich .....	$\leq \pm 0,002$ N	$\leq \pm 0,02$ db

Als Pegelmesser:

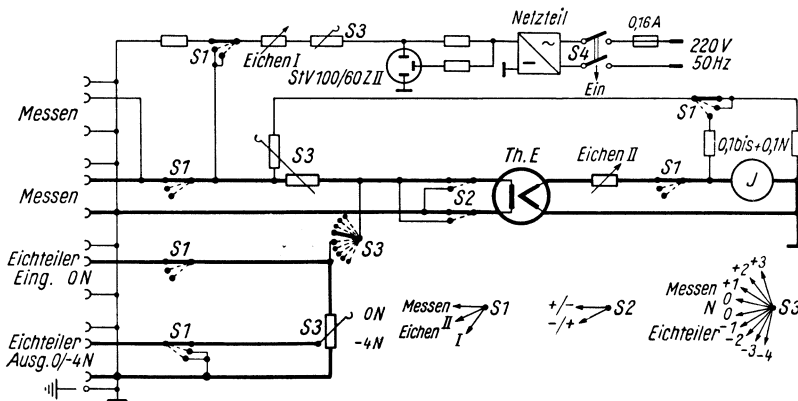
	Ausführung a	Ausführung b
Frequenzgang der Anzeige, bezogen auf 800 Hz .....	$\leq \pm 0,005 \text{ N}$	$\leq \pm 0,05 \text{ db}$
Eingangswiderstand je nach Stellung des Meßbereichschalters .....	etwa 65, 178, 485, 1318 $\Omega$	

Als Eichteiler:

Teilerbereich .....	-1, -2, -3, -4 N	-10, -20, -30, -40 db
Meßunsicherheit bei 800 Hz für den Pegel 0 N (0 db) .....	$\leq \pm 0,005 \text{ N}$	$\leq \pm 0,05 \text{ db}$
für die Pegel -1, -2, -3, -4 N (-10, -20, -30, -40 db) und unbelastet zusätzlich .....	$\leq \pm 0,002 \text{ N}$	$\leq \pm 0,02 \text{ db}$
Frequenzabhängigkeit, bezogen auf 800 Hz .....	$\leq \pm 0,005 \text{ N}$	$\leq \pm 0,05 \text{ db}$
Bei Belastung ist der wirksame Innenwiderstand zu berücksichtigen Wirksamer Innenwiderstand je nach Teilerbereich .....	0 $\Omega$ , etwa 15; 7,5; 18; 9 $\Omega$	
Eingangswiderstand .....	etwa 33 $\Omega$	

Netzanschluß ..... 220 V  $\pm 10\%$ ; 40 bis 60 (100) Hz; etwa 15 VA

ARBEITSWEISE In Stellung „Eichen I“ des Schalters S1 liegt eine Eich-Gleichspannung an der Primärseite des Thermoelements und am Instrument J. Mit dem Regler „Eichen I“ wird die Eich-Gleichspannung auf einen Wert gebracht, dem dem Skalenteil 0 N (0 db) entspricht. Das



geschieht jeweils in dem Meßbereich, in dem anschließend gemessen werden soll. In Stellung „Eichen II“ des Schalters S1 ist das Instrument an die Sekundärseite des Thermoelements geschaltet. Durch Verändern des Reglers „Eichen II“ läßt sich die Anzeige des Instruments auf den 0-Neper-Strich (0-Dezibel-Strich) einstellen.

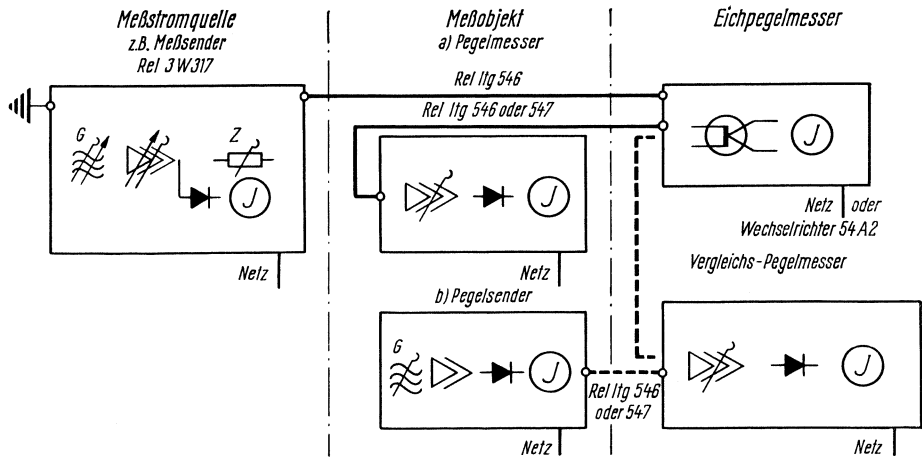


Die Skale des Instruments ist so geeicht, daß außer dem Sollwert (0 N, 0 db) auch Pegelabweichungen bis  $\pm 0,1$  N ( $\pm 1$  db) unmittelbar abgelesen werden können.

**1. Pegelmessung.** Die zu messende Spannung wird in Stellung „Messen“ des Schalters S1 über eines der Buchsenpaare „Messen“ und über den Stufenwiderstand S3 dem Thermolement ThE, die entstehende Gleichspannung dem Instrument zugeführt. Am zweiten Buchsenpaar kann der angelegte Pegel z.B. zur Eichung eines Pegelmessers abgenommen werden. Mit den parallelen Buchsen ist sichergestellt, daß etwaige Übergangswiderstände zwischen Steckern und Buchsen bei der Eichung ohne Einfluß bleiben.

**2. Eichspannungsteilung.** Der Eichspannungsteiler ist nur im Bereich von  $0, \dots -4$  N ( $0, \dots -40$  db) eingeschaltet. Eine am Eingang des Teilers angelegte Wechselspannung vom Pegel 0 N (0 db),  $R_i \approx 0 \Omega$ , ergibt am Ausgang des Teilers die Spannungspegel  $-1, -2, -3$  und  $-4$  N ( $-10, -20, -30, -40$  db). Der Pegel 0 N (0 db) wird am Instrument angezeigt. Die Eichung erfolgt in gleicher Weise wie bei der „Pegelmessung“. Die Ausgangspegel gelten, wenn der äußere Widerstand ( $R_a$ ) unendlich groß ist. Widerstände  $> 10$  k $\Omega$  können jedoch unberücksichtigt bleiben (Fehler  $< 0,2\%$ ). Bei Außenwiderständen  $4 \dots 10$  k $\Omega$  (je nach Eichteilerstellung) ist der wirksame Innenwiderstand des Teilers zu berücksichtigen; dazu dient ein Kurvenblatt.

**AUFBAU DES MESSPLATZES** Eine unmittelbare *Eichung von Pegelsendern* ist wegen des niedrigen Eingangswiderstandes der Eichpegelmessers nicht immer vorteilhaft. Besser ist es in den meisten Fällen, einen entsprechenden Pegelmessers genau zu eichen und dann mit diesem den zu eichenden Pegelsender zu vergleichen.



Zum *Eichen von Pegelmessern* ist ein Pegelsender mit niedrigem Innenwiderstand und kleinem Klirrfaktor, z.B. die Ausführung Rel 3 W 317 (S. 42), erforderlich. Liegt der gewünschte Pegelwert im Bereich „Messen“ ( $0 \dots 3$  N;  $0 \dots 30$  db) von S3, dann ist der Sender an das eine der beiden Buchsenpaare „Messen“  $0/3$  N ( $0/30$  db) und der zu eichende Pegelmessers an das andere anzuschließen. Soll mit den Pegelwerten des Eichteilerbereiches ( $0 \dots -4$  N;  $0 \dots -40$  db) von S3 geeicht werden, so ist der Sender an die Buchsen „Eichteiler, Eingang 0 N (0 db)“ und der zu eichende Pegelmessers an die Buchsen „Eichteiler, Ausgang  $0/-4$  N ( $0/-40$  db)“ anzuschließen.



Steht kein Wechselstromnetz 220 V zur Verfügung, dann können die Eichpegelmesser ohne meßtechnische Nachteile auch über einen Wechselrichter Rel 54 A 2 (S. 520) mit einer 12-V-Batterie betrieben werden.

Zweckmäßige Verbindungsleitungen s. Meßplatzbild.



ZUBEHÖR, ABMESSUNGEN UND GEWICHTE

Gegenstand	Bezeichnung	Abmessungen in mm	Gewicht etwa kg	Preis
EICHPEGELMESSER $-4/+3$ N (0 bis 600 kHz) .....	Rel 3 D 322a	405 × 198 × 280	12	
EICHPEGELMESSER $-40/+30$ db (0 bis 600 kHz) .....	Rel 3 D 322b	405 × 198 × 280	12	
<i>Zubehör</i>				
1 Stabilisator .....	StV 100/60z II	—	—	
1 Thermoelement .....	HT 2	—	—	
3 Schmelzeinsätze 0,16 A (2 als Ersatz) .....	0,16/250 DIN 41571	—	—	
1 Signallampe 6 V .....	T lp 2b	—	—	
<i>Nach Bedarf</i>				
2 Verbindungsleitungen, z. B. .... oder	Rel ltg 546a, ... d Rel ltg 547a, ... e	500, ... 2000 250, ... 2000	0,2 0,2	} S. 512
1 Meßstromquelle, z. B. Meßsender (10 Hz bis 1 MHz) .....	Rel 3 W 317	550 × 368 × 280	35	
1 Vergleichspegelmesser, z. B. Pegelmesser (0,8 bis 620 kHz) .....	Rel 3 K 13	550 × 368 × 280	34	} S. 322
oder Pegelmesser (0,8 bis 620 kHz) .....	Rel 3 D 321	550 × 368 × 280	34	
1 Wechselrichter 12 V <sub>-</sub> /220 V <sub>~</sub> .....	Rel 54 A 2	270 × 266 × 180	7	S. 520

**Pegelmesser —9/+3N**

0,8 bis 620 kHz

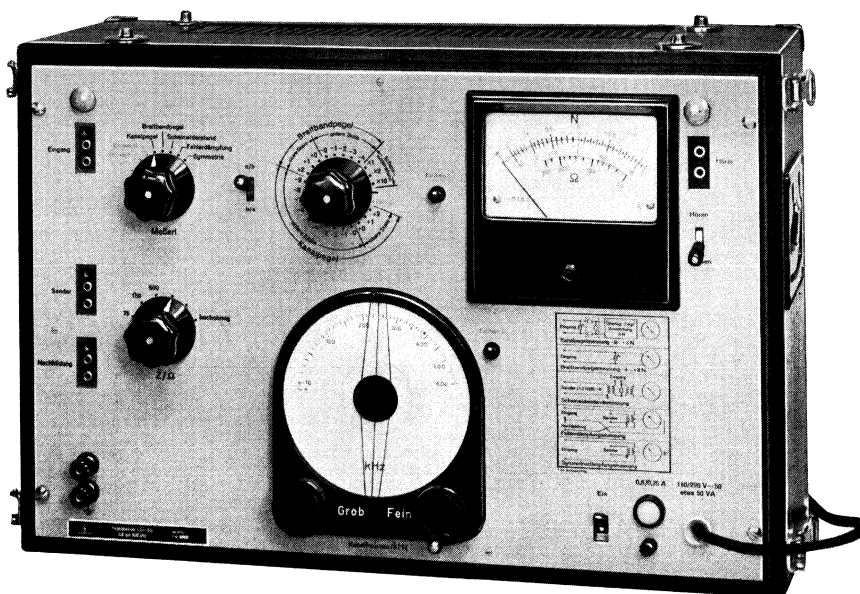
Rel 3 K 13

**Pegelmesser —80/+30 db**

0,8 bis 620 kHz

Rel 3 D 321

**ANWENDUNG** Im Fernsprech-Weitverkehr werden neue Leitungen und Funkwege immer mit Hilfe der Trägerfrequenztechnik mehrfach ausgenutzt. Für die Einschaltung und den Betrieb dieser Anlagen stellen diese Pegelmesser in Verbindung mit dem Pegelsender Rel 3 W 23 (S. 30) oder Rel 3 W 27 (S. 30) Meßplätze dar, die ähnlich wie die Meßkoffer für das NF-Gebiet, alle



wichtigen Messungen im Frequenzbereich bis 620 kHz ermöglichen. Mit diesem Frequenzbereich werden nicht nur die Übertragungsbereiche der symmetrischen Kabelleitungen (bis 108, 252 oder 552 kHz), der Fernsprech-Freileitungen (bis 160 kHz), einiger Richtfunksysteme (bis 300 kHz) und der Hochspannungs-Freileitungen (bis 300 kHz) erfaßt, sondern auch die CCIF-Grundgruppe (60 bis 108 kHz) und die CCIF-Grundübergruppe (312 bis 552 kHz). Die Frequenzpläne aller modernen TF-Einrichtungen bauen sich auf diese Gruppen auf, so daß die Pegelmesser z. B. auch beim V960-System für Koaxialkabel und bei den TF-Fernsprechsystemen für Funkwege eine unentbehrliche Betriebshilfe sind.

Folgende Messungen lassen sich mit ihnen durchführen:

1. *Pegelmessungen* im Bereich —7 bis +3 N (—70 bis +30 db) und *Dämpfungsmessungen* bis 7 N (70 db), wenn keine Gespräche geführt werden;
2. *Restdämpfungsmessungen*;
3. *selektive Pegelmessungen* (Kanalpegel-Messungen) während des Betriebes, ohne daß das Ergebnis durch im Betrieb befindliche Nachbarkanäle gefälscht wird oder umgekehrt die Nachbarkanäle gestört werden; ebenso Pilotpegel-Messungen in den Lücken oder außerhalb des Übertragungsbandes;
4. *selektive Messung von Nebensprechdämpfungen* bis 14 N (130 db) im Bereich von 4 bis 620 kHz bei einem Sendepiegel von 2 N (20 db);

5. *Klirrdämpfungs-Messungen*, für die einzelnen Harmonischen getrennt, bis zu etwa 7N (60 db);
6. *Scheinwiderstands-Messungen* zwischen 50 und 3000  $\Omega$  im Frequenzbereich 0,8 bis 320 kHz;
7. *Fehlerdämpfungs-Messungen* bis 4 N (40 db) im Frequenzbereich bis 320 kHz als Maß der an Stoßstellen auftretenden Reflexion. In dieser Schaltung können auch Scheinwiderstände nach Betrag und Phase bestimmt werden;
8. *Symmetriedämpfungs-Messungen* im Frequenzbereich bis 320 kHz mit den Elementen der Fehlerdämpfungsschaltung bis etwa 4 N (40 db).

Ganz allgemein sind die Pegelmesser als empfindliche Spannungsmesser sowohl aperiodisch als auch selektiv in verschiedenen anderen Meßschaltungen, z. B. als Anzeigergeräte für Brücken und ähnliches, einsetzbar.

Die Betriebsspannungen für die Pegelmesser werden über einen eingebauten Netzteil dem Wechselstromnetz 110/220 V entnommen oder bei Betrieb auf der Strecke über einen vorgeschalteten Wechselrichter Rel 54 A 2 (S. 520) einer 12-V-Batterie.

#### KENNWERTE

##### *Breitband-Messungen:*

Frequenzbereich		0,8 bis 620 kHz
Meßbereich	Ausführung Rel 3 K 13	Rel 3 D 321
umschaltbar in acht Schritten von 1 N (10 db)	- 4, ... + 3 N	- 40, ... + 30 db
Kleinster ablesbarer Pegel	- 7 N	- 70 db
Meßunsicherheit bis 320 kHz	$\pm 0,02$ N	$\pm 0,2$ db
über 320 bis 620 kHz	$\pm 0,05$ N	$\pm 0,5$ db
zusätzlich bei $\pm 10\%$ Netzspannungsschwankungen	$\pm 0,01$ N	$\pm 0,1$ db
Eingangswiderstand je nach Meßfrequenz	$> 10, \dots > 2,5$ k $\Omega$	
umschaltbar auf	75, 150 und 600 $\Omega$	

##### *Schmalband-Messungen (Kanalpegel):*

Frequenzbereich $f_m$		4 bis 620 kHz
mit Frequenzlücke (ZF-Bereich) von		385 bis 395 kHz
Meßbereiche, umschaltbar in 13 Schritten zu 1 N		
(in 12 Schritten zu 10 db)	- 9, ... + 3 N	- 80, ... + 30 db
Kleinster ablesbarer Pegel	- 12 N	- 110 db
Meßunsicherheit		
zwischen 5 und 320 kHz	$\pm 0,05$ N	$\pm 0,5$ db
bis 620 kHz	$\pm 0,1$ N	$\pm 1$ db
zusätzlich bei $\pm 10\%$ Netzspannungsschwankungen	$\pm 0,05$ N	$\pm 0,5$ db
Trennschärfe:		
Dämpfungsverzerrung im Durchlaßbereich		
$f_m \pm 50$ Hz	etwa 0,02 N	etwa 0,2 db
Sperrdämpfung im Abstand $> \pm 500$ Hz von $f_m$	$> 4,6$ N	$> 40$ db
Spiegelwellendämpfung	$> 4$ N	$> 35$ db

Tonfrequenz am Hörerausgang ..... 2 kHz  
 Eingangswiderstand je nach Meßfrequenz .....  $> 10, \dots > 2,5 \text{ k}\Omega$   
 umschaltbar auf ..... 75, 150 und 600  $\Omega$

Klirrdämpfungs-Messungen:	Ausführung Rel 3 K 13	Rel 3 D 21
Eigenklirrdämpfung .....	$> 7 \text{ N}$	$> 60 \text{ db}$
Größte meßbare Klirrdämpfung .....	etwa 7 N	etwa 60 db

*Scheinwiderstands-Messungen:*

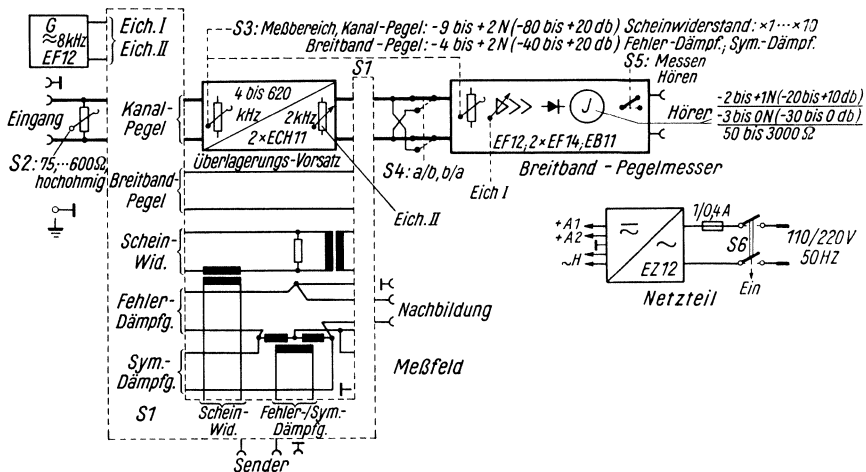
Frequenzbereich ..... 0,8 bis 320 kHz  
 Meßbereich in drei Schritten ..... 50 bis 3000  $\Omega$   
 Meßunsicherheit ..... etwa 10%

*Fehlerdämpfungs- und Symmetriedämpfungs-Messungen:*

Frequenzbereich .....	0,8 bis 320 kHz
Größte meßbare Dämpfung .....	4,6 N   40 db
Meßunsicherheit .....	$\pm 0,1 \text{ N}$   $\pm 1 \text{ db}$

Netzanschluß ..... 110/220 V  $\pm 10\%$ ; 40 bis 60 (100) Hz; etwa 50 VA

ARBEITSWEISE Jeder Pegelmesser besteht aus einem Breitband-Pegelmesser, einem Überlagerungsvorsatz, der zusammen mit dem Breitband-Pegelmesser einen selektiven (Kanal-)Pegelmesser bildet, ferner einem Meßfeld zur Herstellung der einzelnen Schaltungen und dem Netzteil.



Im *Breitband-Pegelmesser* (Stellung „Breitbandpegel“ von S 1) wird die Eingangsspannung über einen symmetrischen Übertrager, einen Spannungsteiler zum Einstellen der Meßbereiche sowie einen dreistufigen Verstärker zur Gleichrichterröhre geführt und im Instrument J angezeigt.

Zur Durchführung von *selektiven Pegelmessungen* (in Stellung „Kanalpegel“ von S 1) ist dem Breitband-Pegelmesser der Überlagerungsvorsatz vorgeschaltet. Die Frequenz der Eingangsspan-

nung wird durch zweimalige Umsetzung auf 2 kHz gebracht, wobei Nachbarfrequenzen im Abstand von  $> \pm 500$  Hz um mehr als 4,6 N (40 db) gedämpft werden.  
 Für die Eichung von Breitband- und Kanal-Pegelmesser ist ein stabilisierter *Eichgenerator* ( $f=8$  kHz) eingebaut.

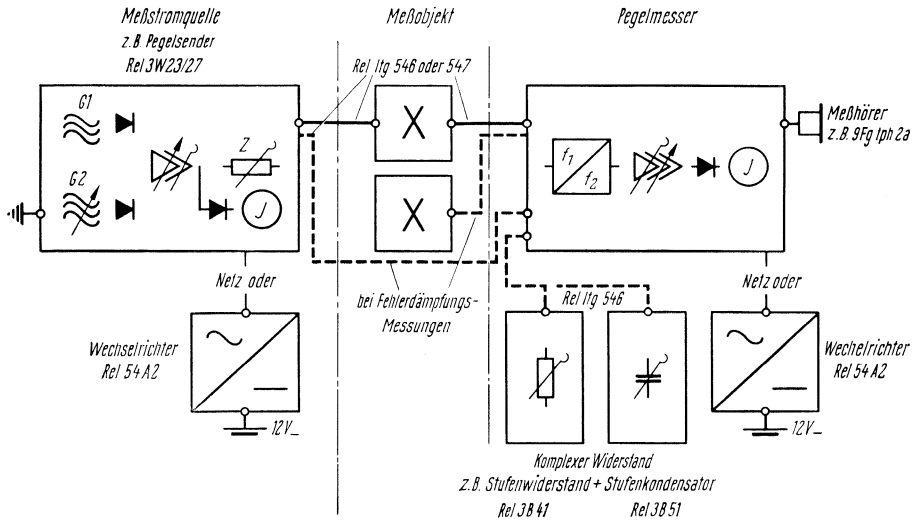
Das Meßfeld enthält neben dem Meßarten-Schalter S 1 den Umschalter S 2 für die verschiedenen Eingangswiderstände sowie die Teile für die Scheinwiderstands- und Fehlerdämpfungs-Meßschaltung.

Der zu *messende Scheinwiderstand* kann reell oder komplex, gerdet oder erdfrei sein. Die Meßspannung liegt in Reihe mit dem Meßobjekt und einem Meßwiderstand. Bei konstanter Meßspannung ist der Strom und damit der Spannungsabfall an dem gegenüber dem Meßobjekt kleinen Meßwiderstand ein Maß für den Betrag des Scheinwiderstands.

Zum Messen *der Fehlerdämpfung* dient eine Brückenschaltung. Die Brückenglieder bestehen aus den beiden Wicklungshälften eines Differentialübertragers, aus der an die Eingangsbuchsen gelegten Leitung und dem an die Nachbildungsbuchsen angeschlossenen komplexen Widerstand.

Mit dem gleichen Differentialübertrager läßt sich die *Symmetriedämpfung* eines Aderpaares, Geräte-Einganges oder -Ausganges gegen Erde messen. Das Aderpaar liegt dabei an den Eingangsbuchsen, der Pegelmesser an Übertragermitte und Erde.

**AUFBAU DES MESSPLATZES** Zweckmäßigerweise wird der Meßplatz mit einem Pegelsender Rel 3 W 23 oder Rel 3 W 27 (S. 30) aufgebaut. Dämpfungsmessungen sind dann, falls ein Sendepiegel von 2 N oder 20 db zulässig ist, bis 14 N oder 130 db möglich, Verstärkungsmessungen bis 10 N oder 100 db.



Für Fehlerdämpfungs-Messungen und für Scheinwiderstands-Messungen nach Betrag und Phase ist an die Nachbildungsbuchsen ein veränderbarer komplexer Abschlußwiderstand anzuschließen, z. B. die Große veränderbare Nachbildung Rel 3 L 311 (S. 498) oder der Nachbildungssucher Rel 3 L 21 (S. 500) oder der Stufenwiderstand Rel 3 B 41 (S. 492) zusammen mit dem Stufenkondensator Rel 3 B 51 (S. 496).



Wo kein Wechselstromnetz zur Verfügung steht, können Pegelsender und Pegelmesser, jeder für sich, über einen Wechselrichter Rel 54 A 2 (S. 520) aus einer 12-V-Batterie betrieben werden. Zweckmäßige Verbindungsleitungen s. Meßplatzbild.

### ZUBEHÖR, ABMESSUNGEN UND GEWICHTE

Gegenstand	Bezeichnung	Abmessungen in mm	Gewicht etwa kg	Preis
PEGELMESSER $-9/+3$ N (0,8 bis 620 kHz) .....	Rel 3 K 13	550 × 368 × 280	34	
PEGELMESSER $-80/+30$ db (0,8 bis 620 kHz) .....	Rel 3 D 321	550 × 368 × 280	34	
<i>Zubehör</i>				
je 2 Röhren .....	ECH 11, EF 12, EF 14	---	---	
je 1 Röhre .....	EB 11, EZ 12	---	---	
2 Stabilisatoren .....	108 C 1	---	---	
1 Signallampe 12 V .....	T lp 2c	---	---	
3 Schmelzeinsätze (2 als Ersatz)				
1 A für 110 V .....	1,0/250 DIN 41571	---	---	
0,4 A für 220 V .....	0,4/250 DIN 41571	---	---	
<i>Nach Bedarf</i>				
1 Meßstromquelle, z. B. Pegelsender (0,8 bis 320 kHz)				
mit Nepereichung .....	Rel 3 W 23	} je 550 × 368 × 280	je 29	S. 30
mit Dezibeleichung .....	Rel 3 W 27			
Symmetrische Verbindungsleitungen, z. B. .... oder	Rel Itg 546a, ... d Rel Itg 547a, ... e	500, ... 2000 250, ... 2000	0,2 0,2	} S. 512
1 Meßhörer, z. B. ....	9 Fg tph 2a	---	---	
1 Wechselrichter 12 V_/220 V~ .....	Rel 54 A 2	270 × 276 × 180	7	S. 520
1 Große veränderbare Nachbildung .....	Rel 3 L 311	550 × 368 × 280	28	S. 498
oder				
1 Nachbildungssucher .....	Rel 3 L 21	565 × 420 × 150	13	S. 500
oder				
1 Stufenwiderstand, z. B. ....	Rel 3 B 41	137 × 266 × 180	1,5	S. 492
mit				
1 Stufenkondensator, z. B. ....	Rel 3 B 51	137 × 266 × 180	1,5	S. 496

**Pegelbildempfänger — 5,5/+ 2,5 N**

0,3 bis 1200 kHz

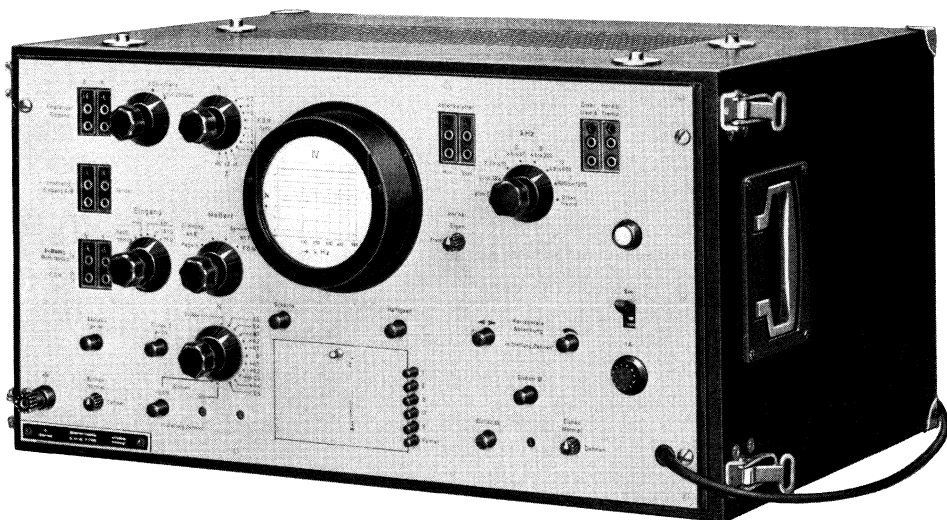
Rel 3 K 29 a

**Pegelbildempfänger — 45/+ 25 db**

0,3 bis 1200 kHz

Rel 3 K 29 b

**ANWENDUNG** Diese Pegelbildempfänger — Ausführung a hat Nepereichung, Ausführung b hat Dezibeleichung — bilden zusammen mit einem Pegelsender Rel 3 W 29 (S. 33) und dem Wobbelantrieb Rel 3 W 914 Meßplätze, mit denen sich im Frequenzbereich 0,3 bis 1200 kHz beispielsweise an den symmetrischen Leitungen und ihren NF- und TF-Einrichtungen alle wichtigen



Messungen, wie z.B. Pegel-, Dämpfungs-, Scheinwiderstands-, Fehlerdämpfungs- und Symmetrie-dämpfungs-Messungen, besonders einfach, schnell und doch genau durchführen lassen.

Die Meßwerte erscheinen, der jeweiligen Meßfrequenz zugeordnet, als geschlossenes Kurvenbild auf dem Nachleuchtschirm einer Kathodenstrahlröhre. Durch passende Aufteilung des Frequenzbereiches der Horizontalablenkung zusammen mit einer stetig einstellbaren Dehnung bis 1:10 eignet sich das Gerät vor allem für Messungen an TF-Systemen. Ein verhältnismäßig schmales Band des gesamten Frequenzbereiches, z.B. eine Vorgruppe oder ein NF-Kanal, läßt sich damit in seiner umgesetzten Frequenzlage auf die volle Schirmbreite spreizen.

Die Horizontalablenkung ergibt sich bei Messungen an Leitungen aus einer ständigen Frequenzmessung. Es ist aber auch Fremdsteuerung durch den Meßsender, z.B. bei Schleifenmessungen, möglich, so daß sich selbst bei Lücken im Übertragungsband des Meßobjektes eine frequenzgenaue Darstellung ergibt (genaues Messen z.B. von steilen Filterdämpfungskurven).

Mit Hilfe einer eingebauten, vom Wobbelantrieb gesteuerten Relaisumschaltung für die beiden symmetrischen Eingänge A und B sind auch Vergleichsmessungen für beliebige Vierpole möglich (vgl. Aufbau des Meßplatzes auf S. 330). Die Nachleuchtzeit der Kathodenstrahlröhre ist so groß, daß die Meßkurven von Vergleichsnormale und Meßobjekt gleichzeitig angezeigt werden.

Die Ablenkplatten der Kathodenstrahlröhre liegen auch unmittelbar an Schaltbuchsen auf der Frontplatte.

Die Betriebsspannungen liefert über den eingebauten Netzteil das Wechselstromnetz 110/220 V.

KENNWERTE

Frequenzbereich ..... 300 Hz bis 1200 kHz  
 für Pegelmessungen zwei Teilbereiche ..... 300 bis 10000 Hz; 4 bis 1200 kHz  
 für Horizontalablenkung fünf Teilbereiche ... 300 bis 10000 kHz; 4 bis 60 kHz  
 4 bis 300 kHz; 4 bis 600 kHz  
 600 bis 1200 kHz

Kathodenstrahlröhre DP 10—14:

Skalenlänge  
 horizontal ..... 60 mm  
 vertikal ..... 50 mm  
 Leuchtdauer des Nachleuchtschirmes (1%) ..... etwa 12 s  
 Leuchtfarbe ..... grün nachleuchtend

*Pegelmessungen:*

	Ausführung a	Ausführung b
Meßbereich .....	—7,5 bis +2,9 N	—65 bis +28 db
Skalenumfang .....	2,4 N	23 db
Nulllinie, umschaltbar in 1-N-(10-db-)Schritten auf .....	—5; —4; —3; —2; —1; 0; +1; +2 N	—40; —30; —20; —10; 0; +10; +20 db
jeder Wert in 1/10-N-(1-db-)Schritten umschaltbar auf .....	±0,5 N	±5 db
Meßunsicherheit für alle Schritte auf der Nulllinie bei 20000 Hz .....	±0,03 N	±0,3 db
Frequenzabhängigkeit .....	<0,02 N	<0,2 db
Erdunsymmetrie des Eingangs .....	>5 N	>45 db
Eingangswiderstand für 300 bis 10000 Hz .....	>30 kΩ; 600, 150, 75 Ω	
für 4 bis 1200 kHz .....	>5 kΩ; 150, 75 Ω	
Bereichdehnung: vertikal .....	1:2,6 umschaltbar bei einem Skalenumfang 0,7 N (6 db)	
horizontal .....	1:1 bis 1:10, stetig einstellbar	

*Scheinwiderstands-Messungen:*

Frequenzbereich ..... 4 bis 1200 kHz  
 Meßumfang in drei Bereichen ..... von 30 bis 3000 Ω  
 Meßunsicherheit ..... etwa 10%  
 Pegel am Meßobjekt ..... —0,7 N | —6 db

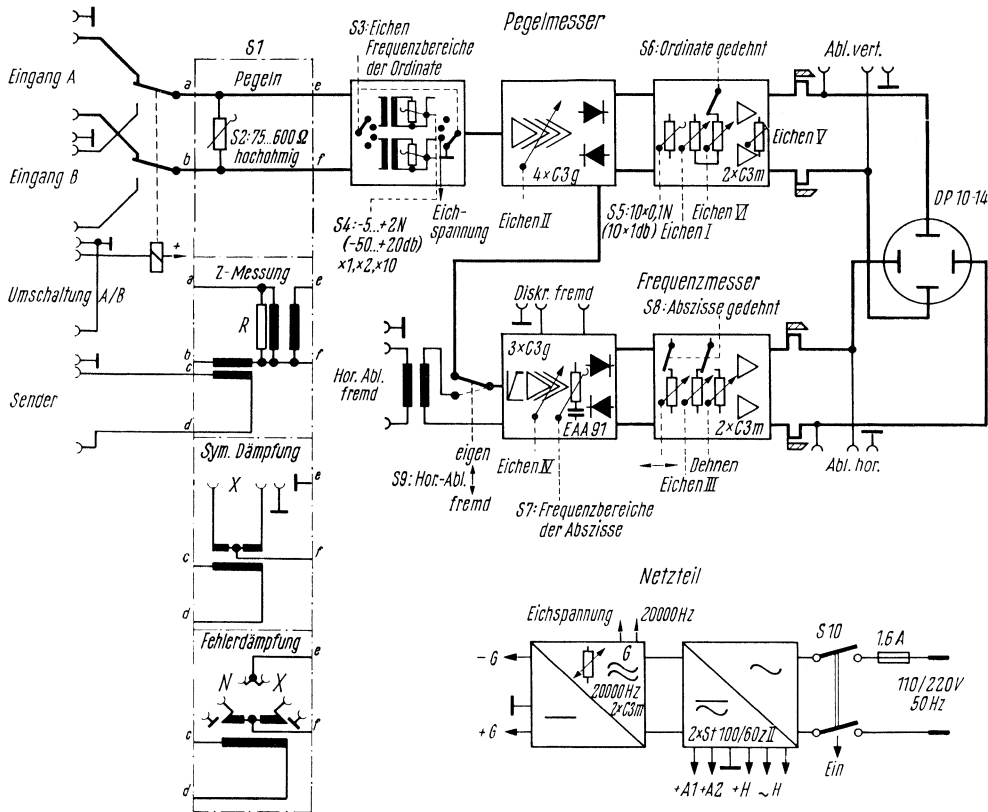
*Fehlerdämpfungs- und Symmetriedämpfungs-Messungen:*

Frequenzbereich ..... 4 bis 1200 kHz  
 Größte meßbare Dämpfung ..... 6 N | 55 db  
 Meßunsicherheit bis 4 N (35 db) ..... etwa 0,1 N | etwa 1 db

Netzanschluß ..... 110/220 V ±10%; 40 bis 60 Hz; etwa 95 VA



**ARBEITSWEISE** Das Gerät besteht aus einem Pegelmesser, einem Frequenzmesser, einer Kathodenstrahlröhre, einem Meßfeld und dem Netzteil. Pegel- und Frequenzmesser geben auf die Platten der Kathodenstrahlröhre Ablenkspannungen, die die beiden Komponenten jedes Meßpunktes bestimmen. Die Meßgröße wird also als Kurve über der Frequenz auf dem Nachleuchtschirm der Kathodenstrahlröhre aufgezeichnet. Das Meßfeld enthält z. B. den Betriebsarten-Schalter S1, den Anpassungs-Schalter S2, den Frequenzbereich-Schalter S3 und den Pegelbereich-Schalter S4.



Im *Pegelmesser* wird die Eingangsspannung in zwei zweistufigen, spannungsgegekoppelten Verstärkern um 9 N (80 db) verstärkt, gleichgerichtet, gesiebt und in einem Gegentaktverstärker auf den erforderlichen Wert gebracht. Die Gleichrichterschaltung liefert durch Bewertung beider Halbwellen eine symmetrische Gleichspannung. Im Gleichstromweg liegt ferner ein Pegelschalter (S5) für zehn Schritte. Von der Mittelstellung dieser zehn Schritte aus läßt sich jede Stufe des Meßbereichschalters um  $\pm 0,5$  N ( $\pm 5$  db) verändern. Zur vertikalen Verschiebung der Nulllinie am Leuchtschirm der Kathodenstrahlröhre werden zur symmetrischen Gleichspannung zwei erdfreie, gemeinsam regelbare Vorspannungen addiert, die der geregelte 20000-Hz-Generator liefert. Zur Erhöhung der Ablesegenauigkeit ist ferner eine Skalendehnung vorgesehen: Mit dem Schalter S6 wird die Verstärkung des Gleichstromverstärkers um den Faktor 2,6 vergrößert. Die Skale reicht in Stellung „Dehnen“ von  $-0,5$  bis  $+0,2$  N ( $-5$  bis  $+1$  db). Die Pegelskala wird mit zwei Pegelwerten geeicht: Einmal durch Änderung der Vorspannung (Eich. I) bei Pegel  $-\infty$  und zweitens mit einer konstanten Eichspannung aus dem 20000-Hz-Generator (Eich. II, Einstellen auf die „0-N (0-db-)Linie“).

Der *Frequenzmesser* liefert aus der Eingangsspannung die frequenzabhängige, aber in weiten Grenzen pegelunabhängige waagerechte Ablenkspannung. Er besteht im wesentlichen aus einem Begrenzer, einem Diskriminator und einem Gleichrichter mit Gleichstromverstärker. Der Begrenzer-Eingang

B 6

liegt wahlweise (Schalter S9) am Pegelmesser-Ausgang („Horizontal-Ablenkung eigen“) oder an einer besonderen Eingangsbuchse („Horizontal-Ablenkung fremd“). Der dreistufige Begrenzer arbeitet mit je einem Verstärker zwischen den einzelnen Begrenzerstufen. Seine Ausgangsspannung ist im Frequenzbereich von 0,3 bis 1200 kHz hinreichend unabhängig vom Eingangspegel.

Der Schalter S 7 im Diskriminator hat neben zwei Eichstellungen fünf Stellungen für verschiedene Frequenzbereiche; er bietet außerdem für Sonderfälle die Möglichkeit, über eine besondere Buchse einen fremden Diskriminator anzuschließen. Die beiden Eichstellungen gestatten die Einstellung der oberen und unteren Frequenzgrenze aller Bereiche mit nur einer Eichfrequenz.

Zu der gleichgerichteten, frequenzabhängigen Spannung werden, wie beim Pegelmesser, zwei Vorspannungen addiert, im anschließenden Gegentaktverstärker verstärkt und zur Horizontalablenkung auf die Kathodenstrahlröhre gegeben.

Zur Spreizung des Frequenzbereiches lassen sich mit dem Schalter S8 zwei Regler einschalten, von denen der eine stetig eine bis zu zehnfache Dehnung des Frequenzbandes erlaubt. Der andere gestattet eine stetige Horizontalverschiebung, so daß jede Stelle des Frequenzbereiches, in deren Umgebung das Band gedehnt werden soll, in die Mitte des Bildschirms gebracht werden kann.

Um von Netzspannungsschwankungen unabhängig zu sein, sind alle maßgebenden Betriebsspannungen stabilisiert; ferner ist für die Erzeugung und Regelung der Hochspannung ein brückenstabilisierter Leistungsgenerator (20 000 Hz) vorgesehen.

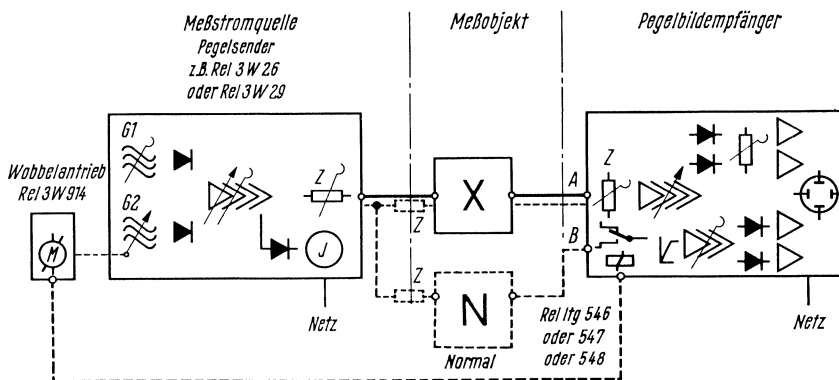
Bei *Vergleichsmessungen* schaltet ein kapazitätsarmes Relais die beiden symmetrischen Eingänge abwechselnd auf das Meßfeld, so daß sich neben der Pegelkurve des Meßobjekts auch die eines Normals aufzeichnen läßt. Die Umschaltung wird von einem Kontakt des Wobbelantriebes am Ende einer jeden Halbperiode gesteuert: Während des Hinlaufes des Senders erscheint die Pegelkurve des Meßobjekts, während des Rücklaufes die des Normals.

Bei *Scheinwiderstands-Messungen* wird — als Spannungsabfall an einem gegen das Meßobjekt kleinen Widerstand  $R$  — der Strom im Meßobjekt gemessen, der ja bei konstanter Senderspannung ein Maß für den Betrag des Widerstandes ist.

Zu *Fehlerdämpfungs- und Symmetriedämpfungs-Messungen* dient ein eingebauter Differentialübertrager.

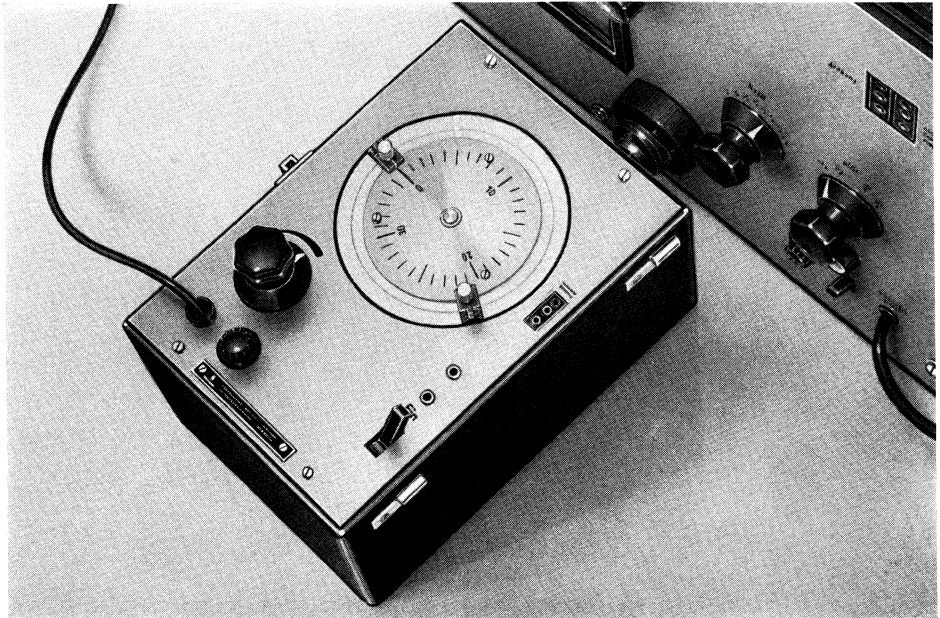
**AUFBAU DES MESSPLATZES** Ein günstiger Meßplatzaufbau ergibt sich mit dem Pegelsender Rel 3 W 29 a oder b (S. 33) mit Wobbelantrieb Rel 3 W 914. Diese Meßstromquellen sind in ihrem Frequenzbereich und in den erforderlichen Meßpegeln auf die Pegelbildempfänger abgestimmt; der Wobbelzusatz liefert auch den für Vergleichsmessungen erforderlichen Umschaltimpuls für das Umschaltrelais.

Zweckmäßige Verbindungsleitungen s. Meßplatzbild.



Aufbau des Meßplatzes

Wobbelantrieb  
Rel 3 W 914



ZUBEHÖR, ABMESSUNGEN UND GEWICHTE

Gegenstand	Bezeichnung	Abmessungen in mm	Gewicht etwa kg	Preis
PEGELBILDEMPFÄNGER — 5,5/+ 2,5 N (0,3 bis 1200 kHz) .....	Rel 3 K 29a	550 × 368 × 340	35	
PEGELBILDEMPFÄNGER — 45/+ 25 db (0,3 bis 1200 kHz) .....	Rel 3 K 29b	550 × 368 × 340	35	
<i>Zubehör</i>				
7 Röhren .....	C 3g	—	—	
6 Röhren .....	C 3m	—	—	
1 Röhre .....	EAA 91	—	—	
2 Stabilisatoren .....	StV 100/60z II	—	—	
1 Kathodenstrahlröhre .....	DP 10—14	—	—	
3 Schmelzeinsätze 1,6 A (2 als Ersatz) .....	1,6/250 DIN 41571	—	—	
<i>Nach Bedarf</i>				
1 Wobbelantrieb als Meßstromquelle, z. B. Pegelsender — 7,5/+ 2 N (0,3 bis 1160 kHz) .....	Rel 3 W 29a	550 × 368 × 280	30	} S. 33
oder Pegelsender — 72/+ 10 db (0,3 bis 1160 kHz) .....	Rel 3 W 29b	550 × 365 × 280	30	
mit Wobbelantrieb .....	Rel 3 W 914	150 × 100 × 150	3	
Verbindungsleitungen, z. B. ....	Rel Itg 546a, ... d	500, ... 2000	} 0,2	} S. 512
oder	Rel Itg 547a, ... e	250, ... 2000		
oder	Rel Itg 548a, ... e	500, ... 3000		

**Pegelmesser — 10/+ 3 N**

2 bis 1220 kHz

Rel 3 D 316 a

**Pegelmesser — 10/+ 3 N**

0,3 bis 1220 kHz

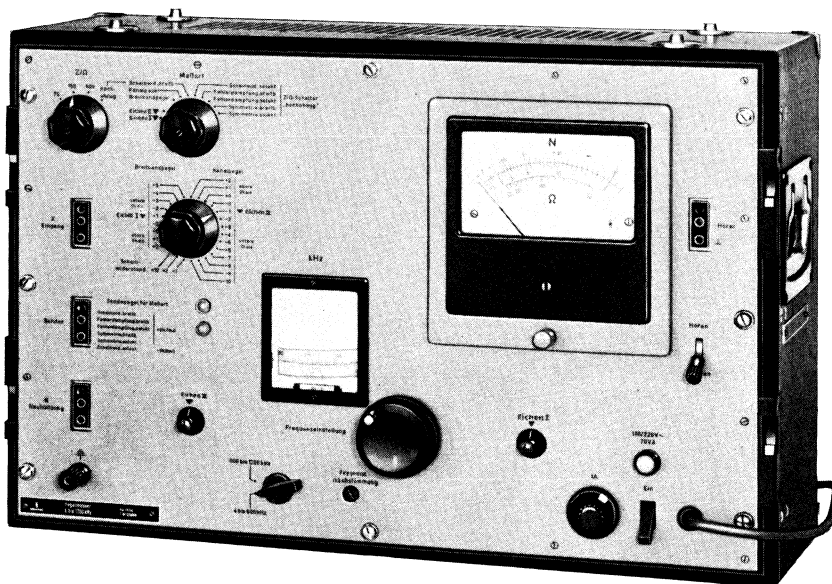
Rel 3 D 332 a

**Pegelmesser — 90/+ 30 db**

0,3 bis 1220 kHz

Rel 3 D 332 b

**ANWENDUNG** Mit diesen Pegelmessern lassen sich im Frequenzbereich 0,3 (2) bis 1220 kHz in Verbindung mit den Pegelsendern Rel 3 W 26 (S. 33) oder Rel 3 W 29 (S. 33) auf einfache Weise alle wichtigen Messungen an trägerfrequent mehrfach ausgenutzten Leitungen und Funkwegen durchführen. Pegelsender und Pegelmesser stellen also einen vollständigen Trägerfrequenz-Meß-



platz dar, der für Messungen in den Ämtern, in Laboratorien und Prüffeldern ebenso gut geeignet ist wie für Messungen auf der Strecke.

Außer Pegelmessungen sind Scheinwiderstands-, Fehlerdämpfungs- und Symmetriedämpfungs-Messungen möglich, und diese sowohl schmalbandig als auch breitbandig. Als schmalbandige (selektive) Pegelmesser mit hoher Empfindlichkeit und großer Eigenklirrdämpfung erlauben sie darüber hinaus Nebensprechdämpfungs-Messungen bis 15 N (130 db) sowie Klirrdämpfungs-Messungen bis etwa 9 N (80 db), entsprechend einem Klirrfaktor bis etwa  $10^{-4}$ .

Der Frequenzbereich umfaßt alle zur Zeit üblichen zwei- und vierdrähtigen TF-Systeme für Freileitungen und symmetrische Leitungen, ferner die CCIF-Grundgruppe (60 bis 108 kHz) und die CCIF-Grundübergruppe (312 bis 552 kHz). Darüber steht für orientierende Untersuchungen und künftige Entwicklungen noch das Frequenzband bis 1220 kHz zur Verfügung.

Die Trennschärfe in der Schaltung als schmalbandiger (Kanal-) Pegelmesser ist so groß, daß jede



Einsatz von TF-Meßplätzen in einem Prüffeld für Trägerfrequenz-Weitverkehrskabel

in einen NF-Kanal gesendete Frequenz zwischen 300 und 3400 Hz in ihren trägerfrequenten Lagen gemessen werden kann, ohne daß im Betrieb befindliche Nachbarkanäle beeinflusst werden oder daß das Meßergebnis beeinträchtigt wird.

Besonderer Wert wurde auch auf hohe Eigenklirrdämpfung der Eingangsschaltung gelegt, so daß beim Messen des Sendepiegels in Zweidrahtsystemen der bis zu 8 N (70 db) niedrigere Empfangspegel der Gegenrichtung nicht beeinflusst wird.

Bei der Fehlersuche in Betriebspausen ist die breitbandige Messung einfacher und rascher. Deshalb kann der Überlagerungsvorsatz in Stellung „Breitbandpegel“ für alle Messungen ausgeschaltet werden. Ganz allgemein sind die Geräte als schmal- und breitbandige Empfänger für viele andere Meßaufgaben der Nachrichtentechnik geeignet, z.B. bei Brückenmessungen, Frequenzanalysen, Klirrfaktormessungen und ähnlichen Meßfällen.

Die Betriebsspannungen liefert über den eingebauten Netzteil das Wechselstromnetz 110/220 V.

## KENNWERTE

### Frequenzbereich

bei Breitbandmessung und Ausführung Rel 3 D 316 .....	2 bis 1220 kHz
bei Breitbandmessung und Ausführungen Rel 3 D 332 .....	0,3 bis 1220 kHz
bei Schmalbandmessung .....	2 bis 620 und 600 bis 1220 kHz

### Eingang:

#### Eingangswiderstand

bei $f_m = 4$ bis 600 kHz .....	etwa $\geq 5$ k $\Omega$
bei $f_m = 2$ bis 1220 kHz .....	etwa $\geq 3$ k $\Omega$
umschaltbar auf .....	75, 150, 600 $\Omega$

Symmetriedämpfung .....

	$\geq 5,5$ N
--	--------------

	Ausführungen a	Ausführung b
Klirrdämpfung ( $a_{k2}; a_{k3}$ ) der Eingangsschaltung, gemessen an einem Widerstand		
zwischen 75 und 600 $\Omega$ .....	$\geq 11$ N	$\geq 95$ db
für $f_m > 12$ kHz an 75 $\Omega$ .....	$\geq 14$ N	$\geq 120$ db

### Breitband-Pegelmessungen:

#### Meßbereich

umschaltbar in 8 (7) Schritten von 1 N (10 db) ..	- 5; ... + 3 N	- 40; ... + 30 db
Kleinster ablesbarer Pegel .....	- 8 N	- 65 db
Meßunsicherheit in der Mitte des Frequenz- bereiches, bezogen auf Vollausschlag .....	$\leq \pm 0,02$ N	$\leq \pm 0,2$ db
Frequenzabhängigkeit der Pegelmessung .....	$\leq \pm 0,02$ N	$\leq \pm 0,2$ db
Anzeigeänderung bei $\pm 10\%$ Netzspannungs- schwankungen .....	$\leq \pm 0,01$ N	$\leq \pm 0,1$ db

### Schmalband-Pegelmessungen:

#### Meßbereich

umschaltbar in 13 (12) Schritten von 1 N (10 db) ..	- 10; ... + 3 N	- 90; ... + 30 db
Kleinster ablesbarer Pegel .....	- 13 N	- 115 db
Meßunsicherheit in der Mitte des Frequenz- bereiches, bezogen auf Vollausschlag .....	$\leq \pm 0,02$ N	$\leq \pm 0,2$ db
Frequenzabhängigkeit der Pegelmessung .....	$\leq \pm 0,02$ N	$\leq \pm 0,2$ db
Anzeigeänderung bei $\pm 10\%$ Netzspannungs- schwankungen .....	$\leq \pm 0,02$ N	$\leq \pm 0,2$ db

Zwischenfrequenz  $f_{z1}$  .....

	1304 kHz
--	----------

Zwischenfrequenz  $f_{z2}$  (an den Hörerbuchsen) .....

	2 kHz
--	-------

Oszillatorfrequenz  $f_1$  .....

	1306 bis 2524 kHz
--	-------------------

Unsicherheit der Frequenzanzeige, bezogen auf die Meßfrequenz  $f_m$   
nach Vergleich mit der Eichfrequenz von 8 kHz .....

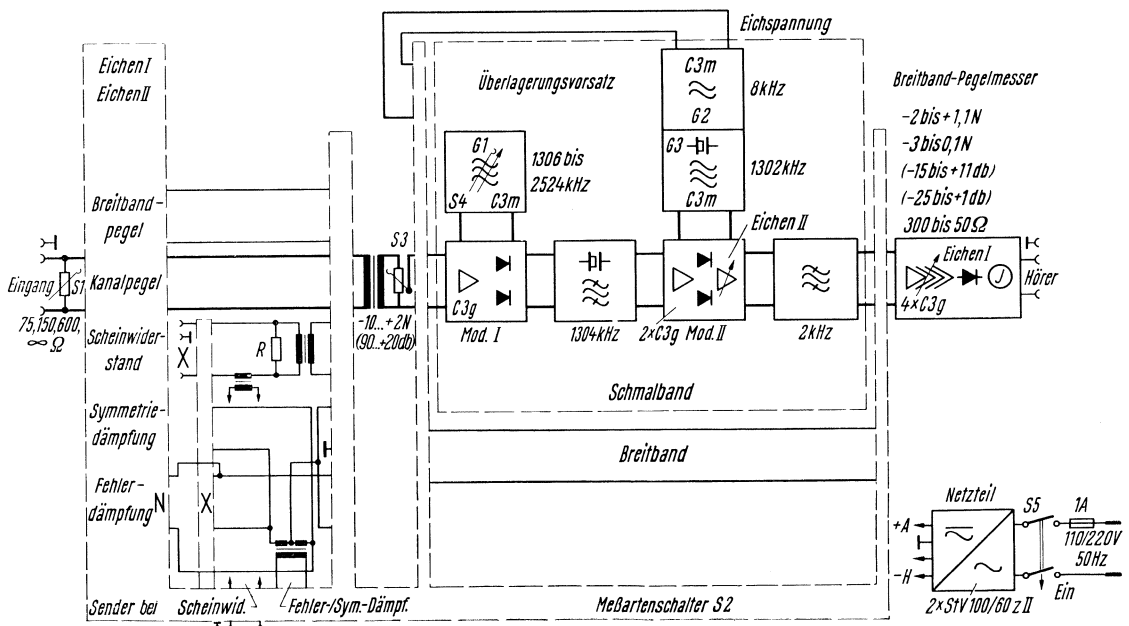
	$\leq \pm 0,2\% \pm 200$ Hz
--	-----------------------------

#### Dämpfungsverzerrung im Durchlaßbereich

$f_m \pm 40$ Hz .....	$\leq \pm 0,02$ N	$\leq \pm 0,2$ db
Sperrdämpfung im Abstand $\pm 300$ Hz von $f_m$ .....	$\geq 7$ N	$\geq 60$ db
Spiegelwellendämpfung (bei $f_m \pm 4$ kHz) .....	$\geq 7$ N	$\geq 60$ db

	Ausführungen a	Ausführung b
<i>Klirrdämpfungs-Messungen:</i>		
Größte meßbare Klirrdämpfung .....	etwa 9 N	etwa 80 db
Eigenklirrdämpfung .....	etwa 9 N	etwa 80 db
<i>Scheinwiderstands-Messungen:</i>		
Meßbereich .....		50 bis 3000 $\Omega$
Meßunsicherheit (gilt bei Widerständen mit $C \geq 200$ pF) .....		etwa $\pm 10\%$
<i>Fehlerdämpfungs- und Symmetriedämpfungs-Messungen:</i>		
Meßbereich .....	bis 4,6 N	bis 40 db
Meßunsicherheit		
für Z und N zwischen etwa 60 und 1200 $\Omega$ .....	etwa $\pm 0,1$ N	etwa 1 db
Netzanschluß .....	110/220 V $\pm 10\%$ ; 40 bis 60 Hz;	etwa 80 VA

**ARBEITSWEISE** Die Pegelmesser bestehen jeweils aus einem Breitband-Pegelmesser, einem Überlagerungsvorsatz, der zusammen mit dem Breitband-Pegelmesser den schmalbandigen (Kanal-) Pegelmesser bildet, ferner einem Meßfeld zum Umschalten auf die verschiedenen Meßarten und dem



Netzteil. Das Meßfeld enthält den Meßartenschalter S2 und parallel zu den Eingangsbuchsen den Schalter S1, mit dem man den Eingangswiderstand einstellt.

In der Schaltung als *Breitband-Pegelmesser* wird die Eingangsspannung über den hochsymmetrischen Eingangsübertrager und den Spannungsteiler S3 dem Pegelmesser zugeführt. Mit Schalter

S3 stellt man die Meßbereiche ein. Der Pegelmesser enthält einen vierstufigen Verstärker und einen Gleichrichterkreis mit Drehpulinstrument.

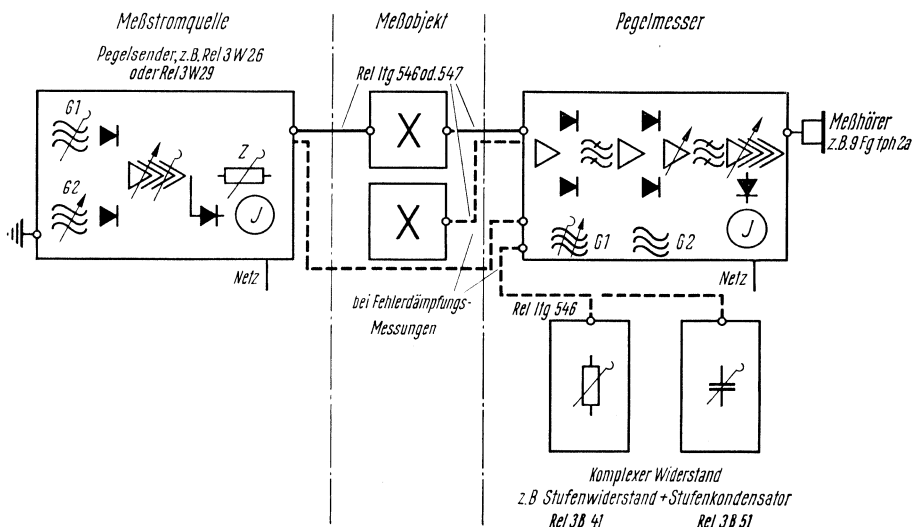
Für *Schmalband-Pegelmessungen* liegt zwischen dem Meßbereichschalter S2 und dem Verstärkereingang ein Überlagerungsvorsatz. Die Eingangsspannung wird hinter einer Trennstufe mit der Spannung des in der Frequenz veränderbaren Oszillators G1 so moduliert, daß eine Differenzschwingung mit 1304 kHz entsteht, die über ein Quarzfilter ausgesiebt wird. Nach Verstärkung erfolgt die zweite Modulation mit einer Spannung fester Frequenz (1302 kHz), die der Oszillator G2 erzeugt. Die Differenzschwingung mit 2 kHz wird verstärkt, ausgesiebt und dem Breitband-Pegelmesser zugeführt; sie kann am Hörer-Ausgang abgehört werden.

Zur *Eichung des Gerätes* erzeugt der Oszillator G2 eine 8-kHz-Eichspannung. In Stellung „Eichen I“ von S2 wird der Breitband-Pegelmesser, in „Eichen II“ der Überlagerungsvorsatz geeicht.

*Scheinwiderstandsbeträge* ermittelt man durch eine Strommessung bei konstanter Sendespannung ( $R_i \approx 0 \Omega$ ). Die am Meßwiderstand R durch den Strom erzeugte Spannung wird über einen Wandler vom Breitband- oder Schmalband-Pegelmesser gemessen. Das Instrument hat hierzu auch eine Ohmskala.

Für *Fehlerdämpfungs- und Symmetriedämpfungs-Messungen* ist ein Differentialübertrager eingebaut. Die Spannung in der Brückendiagonale wird als Maß für die Fehler- oder Symmetriedämpfung wiederum breit- oder schmalbandig gemessen.

**AUFBAU DES MESSPLATZES** Die Pegelsender Rel 3 W 26/29 sind in jeder Hinsicht den hier beschriebenen Pegelmessern angepaßt. Die mit diesen Geräten zusammengestellten Meßplätze stellen somit eine Weiterführung der Reihe der Meßkoffer für Fernmeldeanlagen (S. 260 und 264) für den TF-Bereich bis 1220 kHz dar.



Sie enthalten fast alle Teile der verschiedenen Meßschaltungen. Lediglich zum Finden von Nachbildwerten bei festen Nachbildungen wird zusätzlich eine Große veränderbare Nachbildung Rel 3 L 311 (S. 498) oder zum Aussuchen von Nachbildelementen ein Nachbildungssucher Rel 3 L 21 (S. 500) benötigt. Veränderbare Nachbildungen lassen sich ohne dieses Zubehör auf



größte Fehlerdämpfung einstellen. Geeignete komplexe Widerstände für Fehlerdämpfungs-Messungen oberhalb des NF-Bereiches sind der Stufenwiderstand Rel 3 B 41 (S. 492) zusammen mit dem Stufenkondensator Rel 3 B 51 (S. 496).

Zweckmäßige Verbindungsleitungen s. Meßplatzbild.

### ZUBEHÖR, ABMESSUNGEN UND GEWICHTE

Gegenstand	Bezeichnung	Abmessungen in mm	Gewicht etwa kg	Preis
PEGELMESSER —10/+ 3 N (2 bis 1220 kHz) .....	Rel 3 D 316a	} 550 × 368 × 280 je	je 35	
PEGELMESSER —10/+ 3 N (0,3 bis 1220 kHz) .....	Rel 3 D 332a			
PEGELMESSER —90/+ 30 db (0,3 bis 1220 kHz) .....	Rel 3 D 332b			
<i>Zubehör</i>				
7 Röhren .....	C 3g	—	—	
3 Röhren .....	C 3m	—	—	
2 Doppeldioden .....	EAA 91	—	—	
2 Stabilisatoren .....	StV 100/60z II	—	—	
1 Signallampe 6 V .....	T 1p 2b	—	—	
2 Signallampen 24 V .....	Fg 1p 62a	—	—	
3 Schmelzeinsätze 1 A (2 als Ersatz) .....	1/250 DIN 41571	—	—	
<i>Nach Bedarf</i>				
1 Meßstromquelle, z. B. Pegelsender (4 bis 1220 kHz) .....	Rel 3 W 26	550 × 368 × 280	30	} S. 33
oder Pegelsender (0,3 bis 1160 kHz) .....	Rel 3 W 29	550 × 368 × 280	30	
2 symm. Verbindungsleitungen, z. B. .... oder	Rel Itg 546a, ... d Rel Itg 547a, ... e	500, ... 2000 250, ... 2000	0,2 0,2	} S. 512
1 Große Veränderbare Nachbildung .....	Rel 3 L 311c	550 × 368 × 280	28	
oder 1 Nachbildungssucher .....	Rel 3 L 21a	565 × 420 × 150	13	S. 500
oder 1 Stufenwiderstand (bis 500 kHz) .....	Rel 3 B 41	137 × 266 × 180	1,5	S. 492
und 1 Stufenkondensator (bis 500 kHz) .....	Rel 3 B 51	137 × 206 × 180	1,5	S. 496
1 Meßhörer, z. B. ....	9 Fg tph 2a	—	—	

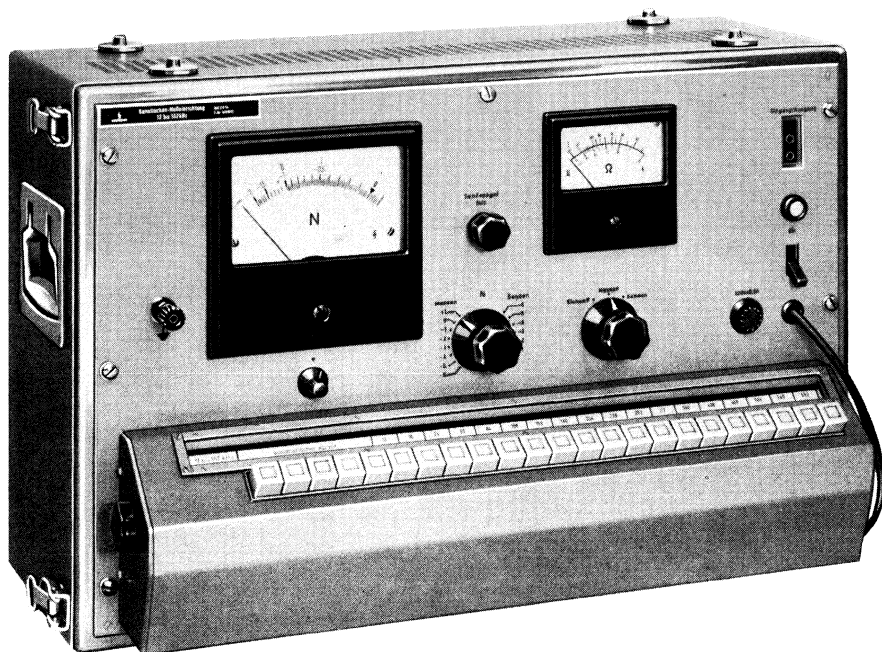
**B 6**

## Kanallücken-Pegelmeßeinrichtung

Rel 3 K 54

12, ... 552 kHz

ANWENDUNG Diese Meßeinrichtung ermöglicht Pegel- und Dämpfungsmessungen an Trägerfrequenz-Fernsprechsystemen, ohne daß auch nur ein einziger Sprechkanal ausfallen muß: Alle Meßfrequenzen liegen in den Lücken zwischen den Sprechkanälen; der Senderausgang ist hochohmig und der ebenfalls hochohmige Pegelmesser sehr selektiv. Pegelsender und Pegelmesser, am



Meßort wechselzeitig in Betrieb, sind in einem Gerät vereinigt. Die Meßeinrichtung ist damit ein wichtiges Betriebsmeßgerät zum Überwachen und Entzerren der TF-Übertragungsstrecken.

Als Frequenz der Meßspannung kann — durch Tastendruck — eine von 44 Festfrequenzen innerhalb des Bereiches 12 bis 552 kHz gewählt werden. Dieser Bereich umschließt die CCIF-Grundgruppe 60 bis 108 kHz, die CCIF-Grundübergruppe 312 bis 552 kHz und die Übertragungsbänder der 60fach- und 120fach-Systeme V 60 und V 120. Jede Meßfrequenz weicht um 80 Hz von der Kanalträgerfrequenz ab, und zwar liegt sie jeweils in der Lücke zwischen Träger und der tiefsten zu übertragenden Niederfrequenz des zugeordneten Kanals. Zur einfachen und übersichtlichen Bedienung werden die 44 Meßfrequenzen in zwei Bereichen (I und II) eingestellt. Ein dritter Bereich faßt 23 Meßfrequenzen aus den Bereichen I und II zusammen. Betriebstechnisch ist es auch von großem Vorteil, daß das Gerät sendeseitig mit einer selbsttätigen Weiterschaltung für 18 ausgewählte Meßfrequenzen — Bereich IV — ausgerüstet ist und empfangsseitig eine ebenfalls selbsttätige Sucheinrichtung für diese Frequenzen hat.

Der frequenzabhängige Scheinwiderstand an der Einspeisestelle kann an einem in Ohmwerten geeichten Meßinstrument gemessen werden. Damit eine ständige Nachstellung des Sendepiegels von Hand wegen der frequenzabhängigen Belastung nicht erforderlich ist, hält eine selbsttätige Regelung den Spannungspegel an der Einspeisestelle konstant.

Der Anschluß eines Schreibers an den Pegelmesser zur Dauerüberwachung oder zur frequenzabhängigen Pegelaufzeichnung ist vorgesehen.

Die Betriebsspannungen liefert über den eingebauten Netzteil das Wechselstromnetz 110/220 V.

## KENNWERTE

### *Sendeteil:*

Meßfrequenzen, mit Tasten in vier Bereichen einstellbar:

#### Bereich I:

22 Frequenzen mit einer Abweichung von  $-80$  Hz

von den Trägern . . . . . 12, 16, 24, 36, 48, 60, 72, 84, 96, 108, 120, 132, 144, 156,  
168, 180, 192, 204, 216, 228, 240, 252 kHz

#### Bereich II:

22 Frequenzen mit einer Abweichung von  $+80$  Hz

von den Trägern . . . . . 312, 324, 336, 348, 360, 372, 384, 396, 408, 420, 432, 444,  
456, 468, 480, 492, 504, 516, 528, 540, 548, 552 kHz

#### Bereich III:

23 Frequenzen,

ausgewählt aus Bereich I und II . . . . . 12, 16, 24, 36, 60, 72, 84, 108, 120, 132,  
156, 180, 204, 228, 252, 312, 336, 360, 408, 456, 504, 528, 552 kHz

#### Bereich IV:

Tasten abgeschaltet, selbsttätiger Ablauf

der 18 aus Bereich I und II ausgewählten Frequenzen . . . . . 12, 16, 24, 60, 84,  
108, 156, 180, 204, 228, 252, 312, 360, 408, 456, 504, 540, 552 kHz

Frequenzunsicherheit . . . . .  $\leq \pm 10$  Hz

Sendepegel, erdsymmetrisch und unsymmetrisch

an  $75 \Omega$  . . . . .  $-7$  bis  $-1$  N

an  $37,5 \Omega$  . . . . .  $-7$  bis  $-2$  N

Pegelunsicherheit, bezogen auf den Nennwert

des Belastungswiderstands ( $75$  und  $37,5 \Omega$ ) . . . . .  $\leq \pm 0,02$  N

Änderung des Sendepiegels

bei Abweichung des Abschlußwiderstandes um  $\pm 15\%$  . . . . .  $\leq \pm 0,01$  N

bei  $\pm 10\%$  Netzspannungsschwankungen . . . . .  $\leq \pm 0,02$  N

Zusatzdämpfung für das Übertragungssystem

bei Anschaltung des Sendeteils an eine Leitung

mit  $Z = 150 \Omega$  . . . . .  $\leq 0,02$  N

Scheinwiderstands-Prüfbereich (für den Einspeisepunkt) . . . . . 20 bis 600  $\Omega$

### *Empfangsteil:*

Frequenzen . . . . . wie beim Sendeteil (zwangsläufige Einstellung)

Empfangsspannungspegel, einstellbar in 1-N-Schritten . . . . .  $-6, \dots +1$  N

kleinster ablesbarer Pegel . . . . .  $-8$  N

Meßunsicherheit bei Vollausschlag . . . . .  $\leq \pm 0,02$  N

zusätzlich bei  $\pm 10\%$  Netzspannungsschwankungen . . . . .  $\leq \pm 0,02$  N

Eingangswiderstand . . . . .  $\geq 10$  k $\Omega$

Trennschärfe:

Durchlaßverzerrung für  $f \pm 25$  Hz . . . . .  $\leq 0,02$  N

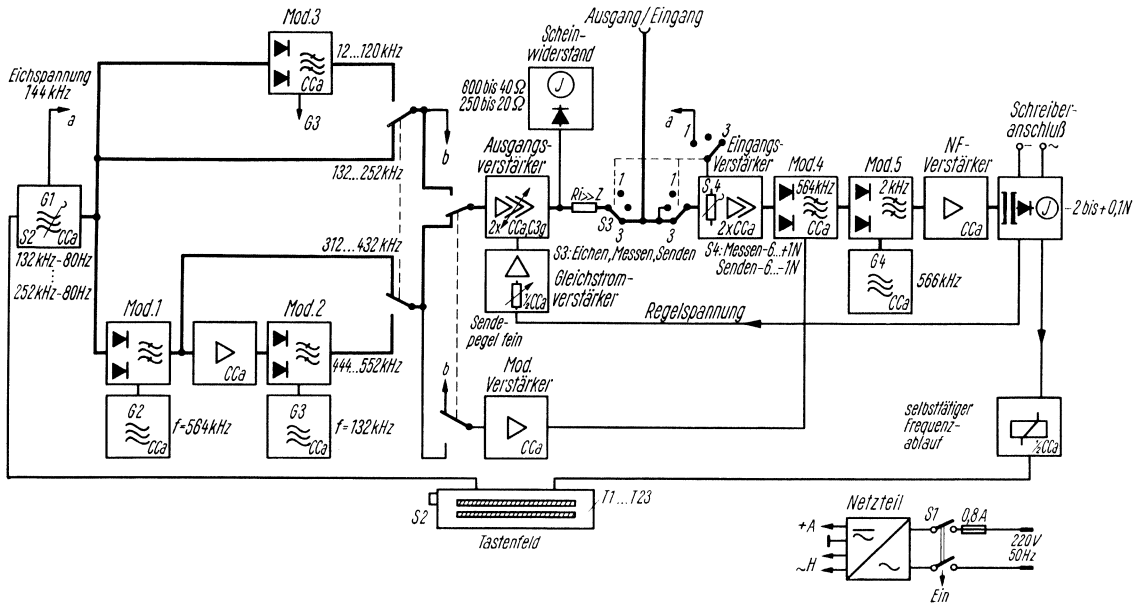
Sperrdämpfung für  $f \pm 80$  Hz . . . . .  $\geq 3$  N

Sperrdämpfung für  $f \pm 150$  Hz . . . . .  $\geq 5$  N

Netzanschluß . . . . . 110/220 V  $\pm 10\%$ ; 48 bis 60 Hz; etwa 75 VA

**ARBEITSWEISE** Das Gerät enthält außer einem Sendeteil und einem Empfangsteil mit gemeinsamem Ausgang/Eingang ein Tastenfeld und einen Netzteil. Es wird ausschließlich mit einem zweiten Gerät für Messungen an Übertragungsstrecken eingesetzt. Die beiden Geräte arbeiten dabei wechselzeitig als Pegelsender oder Pegelempfänger ohne jede Betriebsbeeinträchtigung.

Der Generator G1 des *Sendeteils* erzeugt eine Ausgangsspannung mit einer quarzgesteuerten Frequenz, die innerhalb des Bereiches 132 bis 252 kHz auf 12 Werte eingestellt werden kann. Der Frequenzabstand beträgt 4, 8 oder 12 kHz, der Abstand von der Nullfrequenz — 80 Hz.



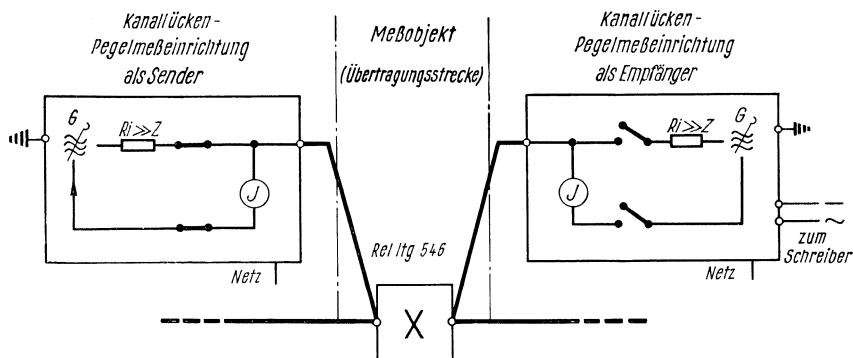
Die jeweils gewünschte Frequenz wird über eine Relaissteuerung vom Tastenfeld aus eingestellt. Durch Umsetzung mit 132 kHz (G3, M3) entstehen die Meßfrequenzen im darunter liegenden Bereich 12 bis 120 kHz, durch Umsetzung mit 564 kHz (G2, M1) die Frequenzen des Bereiches 312 bis 432 kHz. Durch weitere Umsetzung der Frequenzen dieser letztgenannten Gruppe mit 132 kHz (G3, M2) entstehen schließlich die Meßfrequenzen für den Bereich 444 bis 552 kHz. Die nicht erwünschten Seitenbandfrequenzen werden jeweils durch Filter unterdrückt. Die Frequenzen 16 und 548 kHz sind zur genaueren Erfassung der Dämpfungsverzerrungen am unteren und oberen Ende des Übertragungsbereiches für V 120-Systeme erwünscht.

Die Frequenzabhängigkeit des Scheinwiderstandes am Speisepunkt erfordert bei jedem Frequenzwechsel ein Nachstellen des Pegels. Zur wesentlichen Vereinfachung der Bedienung enthält deshalb der Ausgangsverstärker des Sendeteils eine Regeleinrichtung, die den Spannungspegel am Speisepunkt selbsttätig konstant hält. Die Regelspannung liefert der Pegelempfänger, der auch beim Einsatz der Meßeinrichtung als Sender am Meßobjekt angeschaltet bleibt.

Der Eingangsverstärker des *Empfängers* ist ein Breitbandverstärker für den Bereich 12 bis 552 kHz. Mit dem Schalter S4 dieses Verstärkers wird der jeweils benötigte Meßbereich eingestellt. Durch den Überlagerungsteil mit den Modulatoren M4 und M5 ergibt sich ein sehr selektiver Pegelmessers. Seine Abstimmung geschieht zwangsläufig mit dem Einstellen der Sendefrequenz, und zwar wird dem Modulator M4 immer eine Spannung zugeführt, deren Frequenz mit der jeweiligen Sendefrequenz die feste Zwischenfrequenz 564 kHz ergibt. Im Umsetzer M5 entsteht dann eine Spannung mit der Frequenz 2 kHz, die im anschließenden Verstärker selektiv verstärkt, dann gleichgerichtet und vom Instrument J in Neperwerten angezeigt wird. An den Ausgang des selektiven Verstärkers (2 kHz) sind ferner die Einrichtungen für den selbsttätigen Frequenzablauf und gegebenenfalls ein Schreiber angeschlossen. Zum Eichen des Pegelmessers liefert der Generator G1 eine amplitudenstabilisierte Eichspannung (144 kHz).

Beim *selbsttätigen Frequenzablauf* übernimmt ein Wählerrelais mit 18 Schritten die Aufgabe der Tasten. Ist der Betriebsartenschalter S3 in Stellung „Senden“, so ergibt sich ein Frequenzwechsel im Rhythmus von etwa 5 s; in Stellung „Empfangen“ wird das Wählerrelais rasch weitergeschaltet, der Empfänger sucht sich die gesendete Frequenz. Sobald diese gefunden ist, bleibt das Wählerrelais stehen. Der Empfänger ist nunmehr in seiner Frequenz mit der des Senders synchronisiert.

**AUFBAU DES MESSPLATZES** Da es sich hier immer um Messungen an Übertragungsstrecken handelt, liegen Sende- und Empfangsstelle stets weit auseinander. Ferner muß es möglich sein, kurz nacheinander die Strecke in beiden Übertragungsrichtungen durchzumessen. Es erschien deshalb



zweckmäßig, Sendeteil und Empfangsteil zu einem Gerät zu vereinigen, das wechselzeitig als Sender oder Empfänger arbeitet. Das Gerät stellt damit einen in sich abgeschlossenen Meßplatz dar, der sich, wenn die Meßwerte laufend aufgezeichnet werden sollen, durch einen Schreiber ergänzen läßt. Geeignete Schreiber sind z. B. der Schreibzusatz Rel 3 K 213 mit vorgeschaltetem Empfänger Rel 3 D 330 oder der Schreibzusatz Rel 3 D 92 mit Vorverstärker Rel 3 D 318 oder ein Tintenschreiber.



**ZUBEHÖR, ABMESSUNGEN UND GEWICHTE**

Gegenstand	Bezeichnung	Abmessungen in mm	Gewicht etwa kg	Preis
<b>KANALLÜCKEN-PEGELMESSEINRICHTUNG</b> (12, ... 552 kHz) .....	Rel 3 K 54	550 × 368 × 280	38	
<i>Zubehör</i>				
14 Röhren .....	CCa	—	—	
1 Röhre .....	C 3g	—	—	
1 Stabilisator .....	85 A 2	—	—	
1 Stabilisator .....	150 C 2	—	—	
23 Signallampen .....	Fg lp 62 e	—	—	
1 Signallampe 24 V .....	T lp 2d	—	—	
3 Schmelzeinsätze 0,8 A (2 als Ersatz) .....	0,8/250 DIN 41571	—	—	
<i>Nach Bedarf</i>				
1 Verbindungsleitung .....	Rel Itg 546c	1500	0,2	S. 512
1 Schreibzusatz .....	Rel 3 K 213	520 × 168 × 200	12	
mit Empfänger .....	Rel 3 D 330	550 × 300 × 280	25	
1 Schreibzusatz .....	Rel 3 D 92	520 × 304 × 190	35	
mit Vorverstärker .....	Rel 3 D 318	245 × 236 × 200	10	
1 Tintenschreiber .....	auf Anfrage	—	—	

**Lückenpilot-Pegelmeßplatz**

Rel 33 K 528

mit

**Lückenpilotsender — 4 N**

Rel 3 W 61 a

60, ... 4092 kHz

**Lückenpilotverstärker 0,5/3 N**

Rel 3 D 93 a

60, ... 4092 kHz

**Pegelmesser — 6/+ 2 N**

Rel 3 D 333 a

(20 Hz bis 15 MHz)

oder mit

**Lückenpilotsender — 35 db**

Rel 3 W 61 c

60, ... 4092 kHz

**Lückenpilotverstärker — 5/+ 20 db**

Rel 3 D 93 b

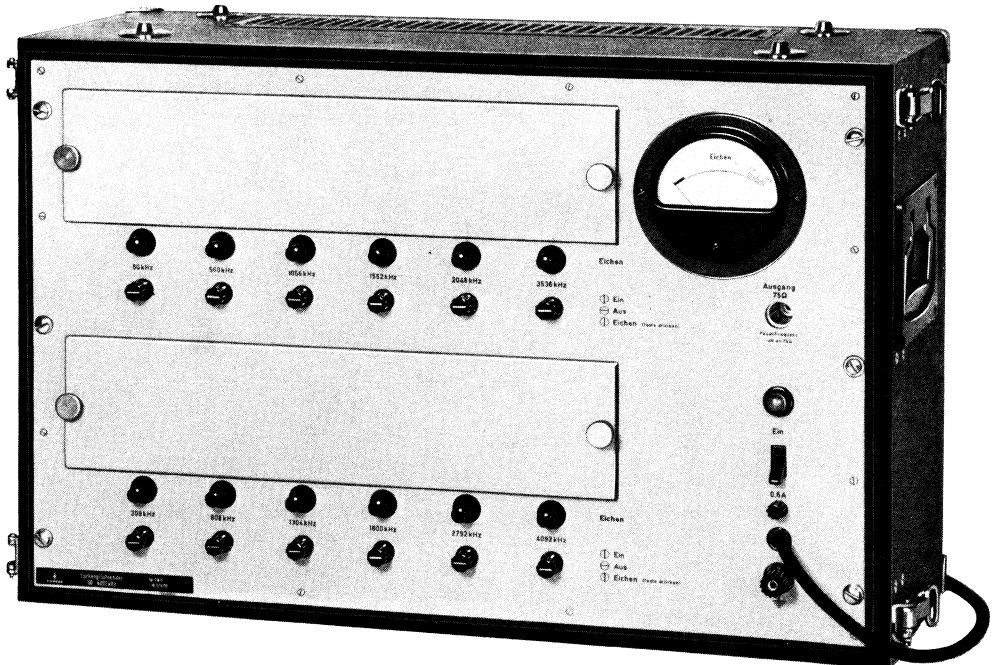
60, ... 4092 kHz

**Pegelmesser — 50/+ 20 db**

Rel 3 D 333 d

(20 Hz bis 15 MHz)

**ANWENDUNG** Zur meßtechnischen Überwachung der TF-Vielfach-Fernsprecheinrichtungen für koaxiale Leitungen und für Richtfunkstrecken *während des Betriebes* liefern die Lückenpilotsender dieser Meßplätze zwölf verschiedene, über den Übertragungsbereich verteilte Meßpilote. Zehn davon liegen als „Lückenpilote“ in den 8 oder 12 kHz breiten Lücken zwischen den Übergruppen (Band-



Lückenpilotsender Rel 3 W 61

breite 240 kHz) eines auf der CCIF-Grundübergruppe aufgebauten TF-Fernsprechsystems (z. B. V 600 Fu, V 960), zwei an den Grenzen des Übertragungsbandes (60 und 4092 kHz). Die Lückenpilotsender können die Meßpilote einzeln oder gleichzeitig mit einem Ausgangsspannungspegel von  $-4$  N ( $-35$  db) je Pilot abgeben. Ihr innerer Widerstand beträgt  $75 \Omega$ , ist also an die Pilot-Einspeisungspunkte des Endamtes und die Lückenpilot-Einspeisungspunkte des Zwischenamtes angepaßt.

Auf der Empfangsseite bilden Lückenpilotverstärker zusammen mit einem Pegelmessgerät Rel 3 D 333 (S. 347) sehr selektive Lückenpilotempfänger. Die hohe Trennschärfe — für die einwandfreie Trennung der Meßfrequenzen von den übertragenen Übergruppenfrequenzen erforderlich — wird



Lückenpilotverstärker Rel 3 D 93

durch zwölf, den Meßfrequenzen der Lückenpilotsender Rel 3 W 61 entsprechende Quarzfilter erreicht. Damit ist die Bedienung bei hoher Betriebssicherheit so einfach, daß sie auch von angelerntem Personal durchgeführt werden kann. Der Eingangswiderstand ist mit  $75 \Omega$  an den Pilotausgang der geradlinigen Leitungsverstärker angepaßt.

Lückenpilotsender und -empfänger bilden also jeweils einen Meßplatz, mit dem man die Übertragungssysteme als Ganzes wie in ihren Teilstücken ohne Störung des Betriebes nachpegeln und nachentzerren kann. Die Ausführungen Rel 3 W 61 a, Rel 3 D 93 a und Rel 3 D 333 a sind in Neper, die Ausführungen Rel 3 W 61 c, Rel 3 D 93 b und Rel 3 D 333 c sind in Dezibel geeicht. Die Betriebsspannungen liefert über den eingebauten Netzteil das Wechselstromnetz 110/220 V.

#### KENNWERTE

##### Lückenpilotsender:

Sendefrequenzen  $f_{Lü}$  ..... 60, 308, 560, 808, 1056, 1304, 1552, 1800,  
2048, 2792, 3536, 4092 kHz

Frequenzunsicherheit bei  $20^\circ \text{C}$  .....  $\pm 1 \cdot 10^{-5}$

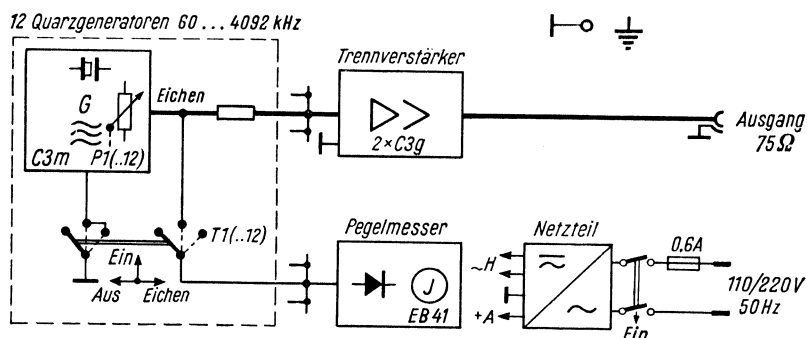
Temperaturabhängigkeit der Frequenz .....  $< 3 \cdot 10^{-6}/^\circ \text{C}$

	Ausführung a	Ausführung c
Ausgangspegel je Pilot bei Abschluß mit $75 \Omega$ .....	-4 N	- 35 db
Amplitudenunsicherheit .....	$\pm 0,02$ N	$\pm 0,2$ db
zusätzlich bei $\pm 10\%$ Netzspannungsschwankungen $< \pm 0,02$ N		$< \pm 0,2$ db
Innenwiderstand .....		$75 \Omega$
Reflexionsfaktor des Innenwiderstands .....		$\leq 0,05$
Klirrdämpfung für die 2. Harmonische .....	$a_{k2} \geq 6$ N	$\geq 52$ db
für die 3. Harmonische .....	$a_{k3} \geq 8$ N	$\geq 70$ db
Netzanschluß .....	$110/220$ V $\pm 10\%$ ; 38 bis 60 Hz; 90 VA	

*Lückenpilotverstärker:*

Meßfrequenzen .....	entsprechend den Lückenpilotfrequenzen $f_{Lü}$	
Verstärkung, umschaltbar		
in 5 Schritten von je 0,5 N (5 db) .....	0,5, ... 3 N	- 5, ... 20 db
Meßbereich für - 5 N (- 50 db) Vollausschlag des		
angeschlossenen Pegelmessers Rel 3 D 333 ...	- 5,5 bis - 8 N	- 45 bis - 70 db
Kleinster ablesbarer Pegel .....	- 10,5 N	- 90 db
Meßunsicherheit, bezogen auf Vollausschlag .....	$\leq \pm 0,03$ N	$\leq 0,3$ db
Trennschärfe:		
Durchlaßbereich .....	etwa $\pm 5 \cdot 10^{-5} \cdot f_{Lü}$	
Dämpfungsverzerrung im Durchlaßbereich .....	$\leq 0,02$ N	$\leq 0,2$ db
Sperrdämpfung bei $f_{Lü} \pm 4$ kHz .....	$\geq 4,0$ N	$\geq 35$ db
Eingangswiderstand .....		$75 \Omega$
Reflexionsfaktor des Eingangswiderstands .....		$\leq 0,1$
Netzanschluß .....	$110/220$ V $\pm 10\%$ ; 38 bis 60 Hz; etwa 30 VA	

ARBEITSWEISE Jeder der zwölf Meßpiloten wird in einem besonderen quarzgesteuerten Generator erzeugt, dessen Spannung durch eine Glühlampen-Regelbrücke im Rückkopplungskreis konstant gehalten wird. Jedem Generator ist eine Druckdrehtaste T 1...12 zugeordnet.



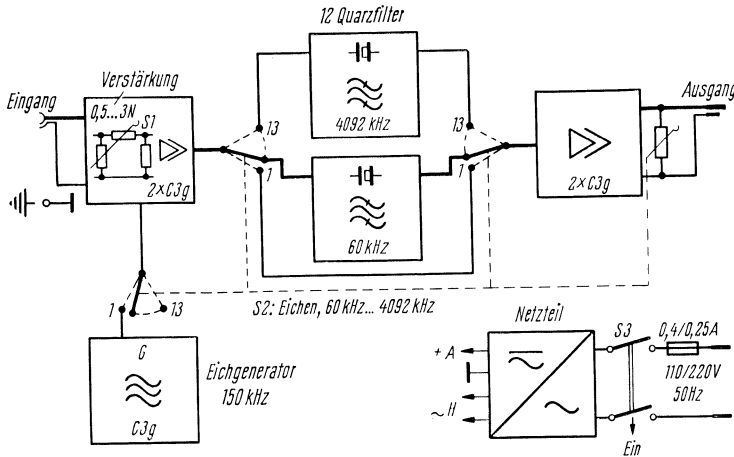
Schaltbild der Lückenpilotsender Rel 3 W 61a, c

Durch Drücken der Tasten schaltet man auch den eingebauten Pegelmessgerät an den betreffenden Generator-Ausgang; mit den Reglern P 1 (...12) läßt sich dann die Ausgangsspannung des zugeordneten Generators auf den Spannungs-Sollpegel einregeln. Über den Trennverstärker gelangen die Piloten einzeln oder in beliebiger Zusammenstellung an die Ausgangsbuchse.



Auf der Empfangsseite gelangt das am Eingang des Lückenpilot-Verstärkers liegende Frequenzspektrum über eine zum Einstellen des Verstärkungsgrades (Schalter S1) dienende Eichleitung an einen zweistufigen gegengekoppelten Verstärker. Aus dem verstärkten Spektrum wird der jeweils gewünschte Pilot durch eines der zwölf mit dem Schalter S2 wählbaren Quarzfilter ausgesiebt und in den zwei nachfolgenden, ebenfalls gegengekoppelten Röhren nochmals verstärkt. Dämpfungsglieder am Ausgang des Verstärkers — sie werden ebenfalls mit Schalter S2 umgeschaltet — sorgen für gleiche Verstärkung aller Pilote.

Der Lückenpilotpegel wird in Stellung  $-5\text{ N}$  ( $-50\text{ dB}$ ) des Empfindlichkeitsschalters vom In-

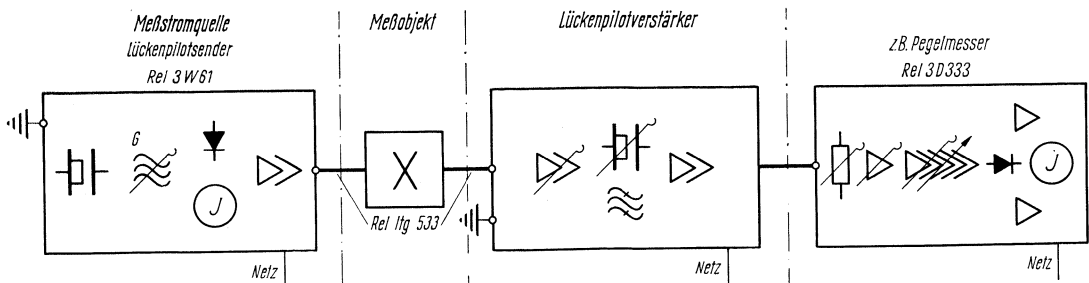


Schaltbild  
der Lückenpilotverstärker  
Rel 3 D 93 a, b

strument des angeschalteten Pegelmessers Rel 3 D 333 (s. S. 347) angezeigt. Zur Vermeidung von Reflexionen sind beide Geräte mit einer kurzen Leitung zu verbinden; die Verbindungsleitung ist deshalb fest am Verstärkerausgang angeschlossen.

Zur Eichung des gesamten Empfängers dient der im Lückenpilotverstärker eingebaute Eichgenerator (150 kHz). Dieser hat im Rückkopplungsweg eine Brückenschaltung mit zwei Regellampen, so daß die Eichspannung von Netzspannungsschwankungen und Änderungen der Röhreneigenheiten weitgehend unabhängig ist.

**AUFBAU DES MESSPLATZES** Als Meßstromquelle dient der Lückenpilotsender Rel 3 W 61, als eigentlicher Meßempfänger der Pegelmess Rel 3 D 333 mit Neper- oder Dezibeleichung, dem der Lücken-



pilotverstärker vorgeschaltet wird. Mit Rücksicht auf einen störungsfreien Betrieb der Fernsprechanäle beträgt der Sendepiegel nur  $-4$  N ( $-35$  db); dennoch kann die Dämpfung der zu messenden Teilstrecke des Systems (Meßobjekt) bis zu  $6,5$  N ( $55$  db) betragen.

Zweckmäßige Verbindungsleitungen s. Meßplatzbild.

#### ZUBEHÖR, ABMESSUNGEN UND GEWICHTE

Gegenstand	Bezeichnung	Abmessungen in mm	Gewicht etwa kg	Preis
LÜCKENPILOT-PEGELMESSPLATZ	Rel 33 K 528	—	—	
mit				
LÜCKENPILOTSENDER $-4$ N (60, ... 4092 kHz) .....	Rel 3 W 61 a	550 × 368 × 280	25	
oder				
LÜCKENPILOTSENDER $-35$ db (60, ... 4092 kHz) .....	Rel 3 W 61 c	550 × 368 × 280	25	
<i>Zubehör</i>				
12 Röhren .....	C 3 m	—	—	
1 Röhre .....	EB 41	—	—	
2 Röhren .....	C 3 g	—	—	
3 Schmelzeinsätze (2 als Ersatz)				
0,6 A für 220 V .....	0,6/250 DIN 41 571	—	—	
1,0 A für 110 V .....	1,0/250 DIN 41 571	—	—	
1 Signallampe 24 V .....	T 1 p 2 d	—	—	
LÜCKENPILOTVERSTÄRKER $0,5/3$ N (60, ... 4092 kHz) .....	Rel 3 D 93 a	550 × 266 × 280	15	
oder				
LÜCKENPILOTVERSTÄRKER $-5/+20$ db (60, ... 4092 kHz) .....	Rel 3 D 93 b	550 × 266 × 280	15	
<i>Zubehör</i>				
5 Röhren .....	C 3 g	—	—	
3 Schmelzeinsätze (2 als Ersatz)				
0,25 A bei 220 V .....	0,25/250 DIN 41 571	—	—	
0,4 A bei 110 V .....	0,4/250 DIN 41 571	—	—	
1 Signallampe 12 V .....	T 1 p 2 c	—	—	
und mit				
PEGELMESSER $-6/+2$ N (20 Hz bis 15 MHz) .....	Rel 3 D 333 a	550 × 266 × 280	24	} S. 347
oder				
PEGELMESSER $-50/+20$ db (20 Hz bis 15 MHz) .....	Rel 3 D 333 c	550 × 266 × 280	19	
<i>Nach Bedarf</i>				
2 koaxiale Verbindungsleitungen, z. B. ....	Rel Itg 533 a, ... f	300, ... 2000	0,3	S. 512

**Pilotpegelmesser**

84,080 und 411,92 kHz

Rel 3 D 329

**ANWENDUNG** In modernen Trägerfrequenz-Fernsprechnetzen werden zur ständigen Pegelüberwachung der oftmals über mehrere und verschiedene Systeme geführten Sprechkreisbündel jeder Zwölfer-Grundgruppe (60 bis 108 kHz) z.B. ein 84,080-kHz-Pilot und jeder 60er-Grundübergruppe



(312 bis 552 kHz) z.B. ein 411,92 kHz-Pilot beigegeben. Der Pilotpegelmesser Rel 3 D 329 ist die tragbare Ausführung des Empfangsteils dieser Pegelüberwachungs-Einrichtung, also für beweglichen Einsatz in solchen Netzen durch den Meßdienst vorgesehen. Das Gerät ist so selektiv, daß die Messung der in Frequenzlücken zwischen Sprechkanälen liegenden Pilote nicht durch die benachbarten Sprechkanäle beeinträchtigt wird, obgleich die Pilotpegel am Ausgang des Empfangs-Gruppenumsetzers und des Empfangs-Übergruppenumsetzers weit unter den Nutzpegeln liegen. Die Betriebsspannungen liefert über den eingebauten Netzteil das Wechselstromnetz 110/220 V.

**VORLÄUFIGE KENNWERTE**

*Gruppenpilot-Pegelmesser:*

Meßfrequenz .....	84,080 kHz
Eingangswiderstand, symmetrisch .....	150 Ω
Reflexionsfaktor im Bereich 84080 Hz ± 3 Hz .....	≤ 10%
Mittlerer Eingangsspannungspegel .....	- 9,5 N
Regelbereich der Verstärkung .....	± 0,2 N
Skalenumfang .....	2,2 N
Unsicherheit der Pegelanzeige, bezogen auf den Pilotnennpegel	
von - 9,5 N, bei normaler Netzspannung und einer	
Temperatur von 20°C .....	≤ 0,02 N
Abhängigkeit der Pegelanzeige	
bei ± 10% Netzspannungsschwankungen .....	≤ ± 0,01 N
von der Temperatur (ohne Nacheichung des Gerätes)	
zwischen 20 und 40°C .....	≤ ± 0,02 N

Trennschärfe für Bandpaß 84080 Hz und Verstärker,  
 bezogen auf den Verstärkungsgrad bei 84080 Hz,  
 im Raumtemperaturbereich von 10 bis 35°C

bei 84080 Hz $\pm 2,5$ Hz .....	$\leq 0,05$ N
bei 84080 Hz $\pm 10$ Hz .....	$\geq 0,25$ N
bei 84080 Hz $\pm 70$ Hz .....	$\geq 4,0$ N
bei 83700 Hz und 84600 Hz .....	$\geq 5,0$ N

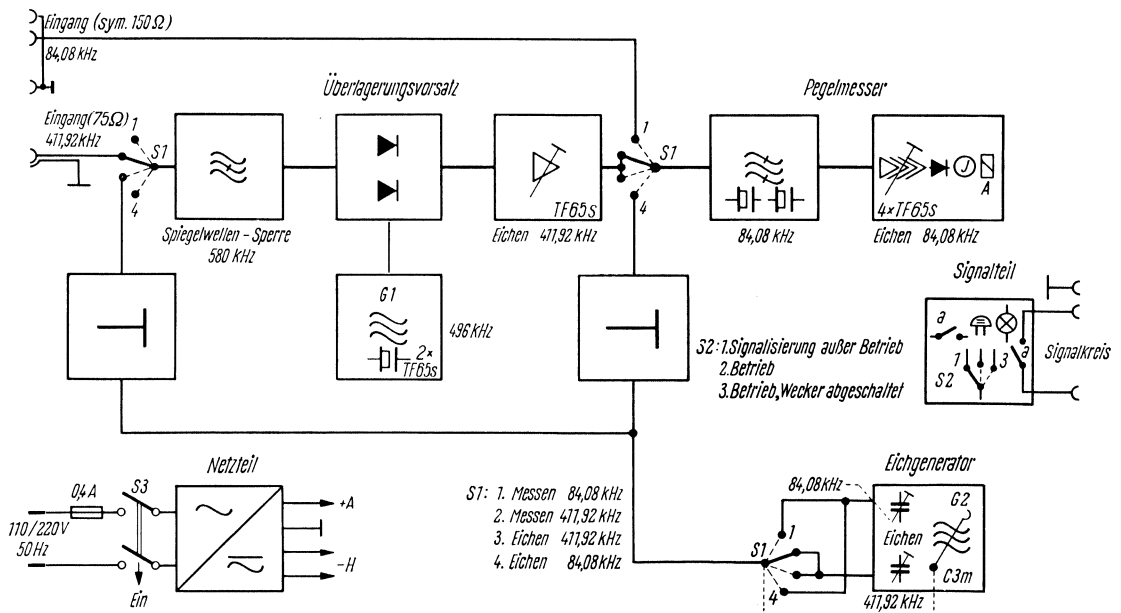
Signalgabe, wenn Abweichung vom Pilotnennpegel .....

.....	$\geq \pm 0,3$ N
-------	------------------

*Übergruppenpilot-Pegelmesser:*

Meßfrequenz .....	411,92 kHz
Eingangswiderstand, unsymmetrisch .....	75 $\Omega$
Reflexionsfaktor gegen 75 $\Omega$ reell .....	$\leq 10\%$
Mittlerer Eingangsspannungspegel .....	-9,7 N
Regelbereich der Verstärkung .....	$\pm 0,2$ N
Skalenumfang .....	2,2 N
Spiegelwellenselektion ( $f_s = 580080$ Hz) .....	$\geq 6$ N
Frequenz des Trägergenerators G1 .....	496,00 kHz
Frequenzunsicherheit des Trägergenerators G1 .....	$\leq \pm 2 \cdot 10^{-6}$
Weitere Kennwerte .....	s. Gruppenpilot-Pegelmesser
Netzanschluß .....	110/220 V $\pm 10\%$ ; 48 bis 52 Hz; etwa 55 VA

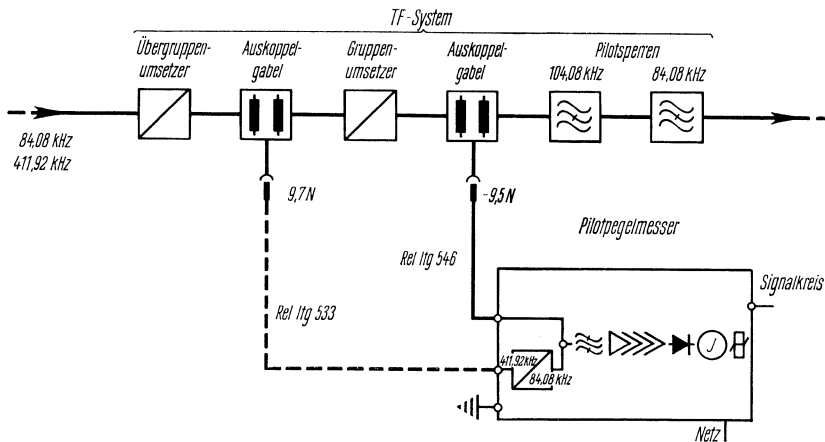
ARBEITSWEISE Bei Messung des Gruppenpilot's gelangt die Eingangsspannung unmittelbar zu einem hochselektiven Quarzbandpaß, der den Pilot (84,080 kHz) herauszieht. Nach Verstärkung in einem vierstufigen, selektiven Transistorverstärker wird der Pilotpegel gleichgerichtet und von einem Instrument angezeigt. Im Instrumentenkreis liegt ein Drehspulrelais, das Pegelabweichungen  $\geq \pm 0,3$  N über eine Schnarre und eine Lampe signalisiert.



Bei Messung des Übergruppenpilots wird zu seiner Frequenzumsetzung von 411,92 kHz auf 84,080 kHz vor den Eingang des Quarzfilters ein Überlagerungsvorsatz geschaltet. Zur Unterdrückung der Spiegelwelle liegt vor dem Modulator eine Bandsperre ( $f_0 = 580$  kHz). Den erforderlichen Pegel bringt ein einstufiger Transistorverstärker. Der zweistufige quarzstabilisierte Trägergenerator G1 arbeitet ebenfalls mit Transistoren. Der Quarz sitzt in einem selbstregelnden Thermostaten. Der an den Eingangsbuchsen verbleibende Trägerrest ist so klein, daß er keine Störung im System verursacht.

Zur Eichung wird eine vom Röhrengenerator G2 erzeugte Eichspannung an den Eingang 84,08 kHz oder 411,92 kHz gelegt; der Meßartenschalter S1 schaltet dabei auch die Frequenz des Generators G2 mit um. Beim Eicheln selbst werden dann sowohl der vierstufige als auch der einstufige Verstärker hinter dem Modulator in ihrer Verstärkung so eingestellt, daß der Zeiger des Instruments auf eine rote Marke spielt.

AUFBAU DES MESSPLATZES Meßstromquellen sind die Pilotstromquellen der bei den Systemen fest eingebauten Pilotüberwachung. Auch sonst werden zum Aufbau des Meßplatzes keine zusätzlichen Geräte benötigt.



#### ZUBEHÖR, ABMESSUNGEN UND GEWICHTE

Gegenstand	Bezeichnung	Abmessungen in mm	Gewicht etwa kg	Preis
PILOTPEGELMESSER (84,080 und 411,92 kHz) .....	Rel 3 D 329	405 × 266 × 280	10	} S. 512
<i>Zubehör</i>				
1 Röhre .....	C 3 m	—	—	
3 Signallampen 24 V .....	T lp 2 d	—	—	
1 Signallampe 12 V .....	T lp 2 c	—	—	
1 Thermostat .....	Rel Bv 673 W 151			
1 Telegrafrelais .....	T rls 65 a T Bv 3504/4	—	—	
3 Schmelzeinsätze 0,4 A (2 als Ersatz) .....	0,4/250 DIN 41571	—	—	
<i>Nach Bedarf</i>				
1 Verbindungsleitung, z. B. ....	Rel Itg 546 a, ... d	500, ... 2000	0,2	
1 Verbindungsleitung, z. B. ....	Rel Itg 533 a, ... h	300, ... 3000	0,2	

**Pegelmesser — 6/+ 2 N**

Rel 3 D 333 a, c

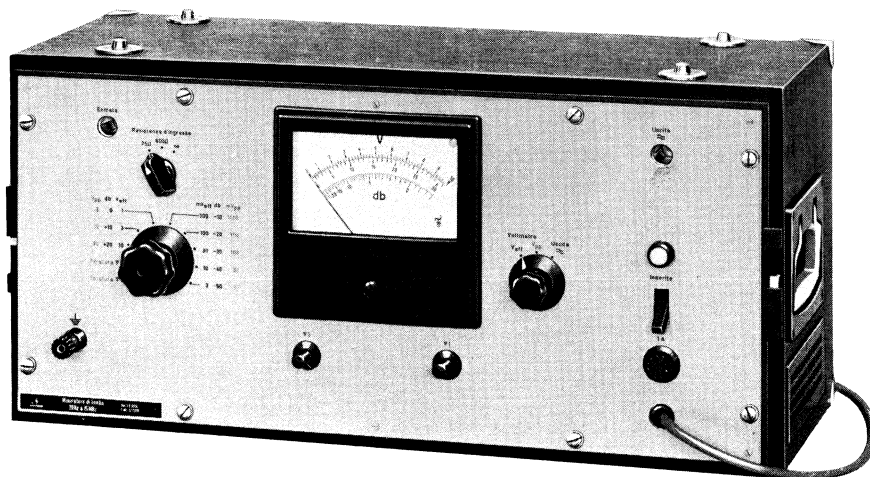
20 Hz bis 15 MHz

**Pegelmesser — 50/+ 20 db**

Rel 3 D 333 b, d

20 Hz bis 15 MHz

**ANWENDUNG** Diese Pegelmesser sind in Neper oder Dezibel geeichte aperiodische Spannungsmesser, deren Anzeige für Effektiv- oder Spitzenwerte umschaltbar ist. Ihr großer Frequenzbereich umschließt z.B. das Tonfrequenzband, die Übertragungsbänder aller TF-Fernsprechsysteme für symmetrische und koaxiale Leitungen und für Richtfunkssysteme, die CCIF-Grundgruppe und



-Grundübergruppe. Vor allem aber sind Frequenzbereich, Empfindlichkeit und Eingangswiderstand so bemessen, daß in der Fernsehtechnik alle praktisch vorkommenden Spannungs- und Pegelmessungen durchgeführt werden können, einschließlich der Messung von Fremdspannungen und Störabständen. Die Geräte werden auch als Spannungsverstärker, z.B. als Vorverstärker für Oszillographen, und als Pegelmesser am Ausgang des Lückenpilotverstärkers Rel 3 D 93 (S. 342) eingesetzt.

Zum Messen von Brumm- und Rauschspannungen können einfache Filter wahlweise in die Eingangsbuchsen der Pegelmesser gesteckt werden: Der Tiefpaß Rel 3 D 97 mit dem Frequenzbereich 0 bis 1 kHz wird bei Brummspannungs-Messungen verwendet, der Bandpaß Rel 3 D 98 mit dem Frequenzbereich 5 kHz bis 5 MHz bei Rauschspannungs-Messungen.

Die Ausführungen a und c sind in Neper, die Ausführungen b und d in Dezibel und Volt geeicht. Die Ausführungen a und b sind tragbare Geräte, c und d Gestell-Einschübe.

Die Betriebsspannungen liefert über einen eingebauten Netzteil das Wechselstromnetz 110/220 V.

**KENNWERTE**

*Pegelmesser:*

Frequenzbereich .....	20 Hz bis 15 MHz
	Ausführung a und c   Ausführung b und d
Meßbereiche (Vollauschlag), umschaltbar	
in 8 (7) Schritten zu 1 N (10 db) .....	— 6 bis + 2 N   — 50 bis + 20 db
Anzeige wahlweise in .....	Spitzen- oder Effektivwerten

	Ausführung a und c	Ausführung b und d
Voltskala entsprechend	—	10, 30, ... 1000 mV <sub>ss</sub> , 3, 10, 30 V <sub>ss</sub>
oder	—	3, 10, ... 1000 mV <sub>eff</sub> , 3, 10 V <sub>eff</sub>
Kleinster ablesbarer Pegel	— 9 N	— 75 db
Kleinste ablesbare Spannung	—	0,2 mV <sub>ss</sub> oder 0,1 mV <sub>eff</sub>
0 N (0 db) entsprechen	0,775 V <sub>eff</sub>	oder 0,775 · 2 · √2 = 2,2V <sub>ss</sub>
Meßunsicherheit,		
bezogen auf Vollausschlag	≤ ± 0,02 N	≤ ± 0,2 db
Frequenzgang der Anzeige, bezogen auf Bandmitte,		
zwischen 30 Hz und 10 MHz	≤ 0,02 N	≤ 0,2 db
< 30 Hz und > 10 MHz	≤ 0,04 N	≤ 0,4 db
Änderung der Anzeige		
bei + 5/— 15% Netzspannungsschwankungen	≤ 0,02 N	≤ 0,2 db
Eingangswiderstand, umschaltbar		> 500 kΩ, 600 Ω, 75 Ω
Parallelkapazität bei den tragbaren Ausführungen		≤ 25 pF
bei den Gestellausführungen		je nach Eingangs-Verdrahtung

*Verstärker:*

Höchste einstellbare Verstärkungsziffer ..... etwa 300

Höchste zulässige Ausgangsspannung

bei Abschluß mit 75 Ω ..... etwa 2,2 V<sub>ss</sub> oder 0,775 V<sub>eff</sub>

	Ausführung a und c	Ausführung b und d
Frequenzgang der Ausgangsspannung		
bei Abschluß mit 75 Ω,		
zwischen 20 Hz und 5 MHz	≤ 0,03 N	≤ 0,3 db
über 5 MHz Abfall etwa nach cos <sup>2</sup> -Funktion,		
bis 15 MHz innerhalb	etwa 0,15 N	etwa 1,5 db

Klirrfaktor bei Ausgangspegel 0 N (0 db) und

Abschluß mit 75 Ω,  $f \leq 8$  MHz ..... ≤ 2%

Netzanschluß ..... 110/220 V + 5/— 15%; 40 bis 60 Hz; etwa 90 VA

*Tiefpaß Rel 3 D 97:*

Grenzfrequenz ..... etwa 1 kHz

Sperrdämpfung bei 1 kHz ..... etwa 3 db

Sperrdämpfung bei ≥ 16 kHz ..... ≥ 50 db

Grunddämpfung im Durchlaßbereich ..... 1 db

Eingangswiderstand ..... 75 Ω

*Bandpaß Rel 3 D 98:*

Untere Grenzfrequenz (3 db Sperrdämpfung) ..... 5 kHz

Obere Grenzfrequenz (3 db Sperrdämpfung) ..... 5 MHz

Sperrdämpfung für  $f \leq 100$  Hz ..... ≥ 50 db

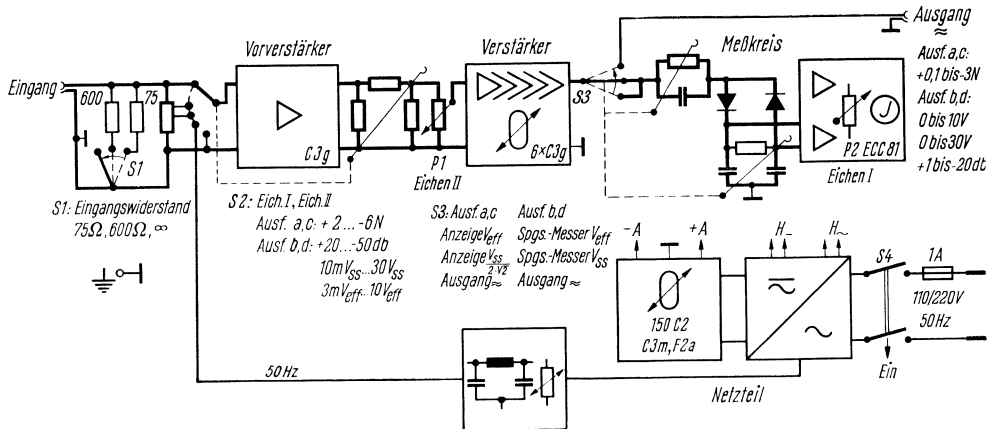
Sperrdämpfung für  $f \geq 5,5$  MHz ..... ≥ 30 db

Grunddämpfung im Durchlaßbereich ..... etwa 0,7 db

Eingangswiderstand ..... 75 Ω

**ARBEITSWEISE** Die zu messende Spannung gelangt über einen mit Schalter S2 umschaltbaren zweistufigen Spannungsteiler an den Eingang des Vorverstärkers. Der Eingangswiderstand ( $> 500 \text{ k}\Omega$ ) läßt sich mit dem Schalter S4 durch Parallelwiderstände auf  $600 \Omega$  oder  $75 \Omega$  herabsetzen (Parallelkapazität s. Kennwerte). Hinter dem als Kathodenstufe geschalteten Vorverstärker liegt ein ebenfalls mit dem Schalter S2 umschaltbarer Teiler in  $\pi$ -Schaltung; zusammen mit dem Teiler am Eingang lassen sich neun (oder acht) Meßbereiche in Schritten von 1 N (oder 10 db) einstellen.

Die Verstärkungsziffer des folgenden fünfstufigen Verstärkers kann mit P1 geregelt werden. Seine Verstärkung fällt bei Belastung mit  $75 \Omega$  bei steigender Frequenz ungefähr nach einer  $\cos^2$ -Funktionsform ab.



tion ab, damit Rechteckspannungen mit möglichst geringer Verzerrung übertragen werden. Der Verstärkerausgang läßt sich mit Schalter S3 für den Einsatz des Gerätes als Verstärker an die koaxiale Buchse „Ausgang“ (mit  $75 \Omega$  belastbar) oder zum Messen der Eingangsspannung an den Meßkreis (hochohmig) schalten. Dieser enthält eine Spannungsverdoppler-Schaltung mit zwei Richtleitern; die für quadratische oder lineare Gleichrichtung mit Schalter S3 umschaltbar ist. Die gleichgerichtete Spannung steuert einen Gegentakt-Gleichstromverstärker, so daß der Gleichrichterkerkreis praktisch unbelastet arbeitet. Das Anzeigeelement liegt im Kathodenkreis der Gegentaktstufe, die mit P2 (Eichen I) für die Eingangsspannung Null abgeglichen wird.

Zur genauen Einstellung der Verstärkung liefert der Netzteil eine stabilisierte Eichspannung (50Hz), die in Stellung „Eichen II“ von S2 am Eingang des Vorverstärkers liegt. Sie wird mit S3 so umgeschaltet, daß sich für die Spitzengleichrichtung etwa der gleiche Eichausschlag wie für die quadratische Gleichrichtung ergibt. Durch elektronische Regelung der Anodenspannung und eine besondere Regelstufe im Verstärker ist die Anzeige weitgehend unabhängig von Netzspannungsschwankungen.

**AUFBAU DES MESSPLATZES** Die Pegelmessr messen den an der Meßstelle herrschenden Spannungspegel in Neper (Ausführungen a und c) oder in Volt und Dezibel (Ausführungen b und d). Der Leistungspegel ergibt sich nach den Gleichungen und dem Bild auf S. 535.

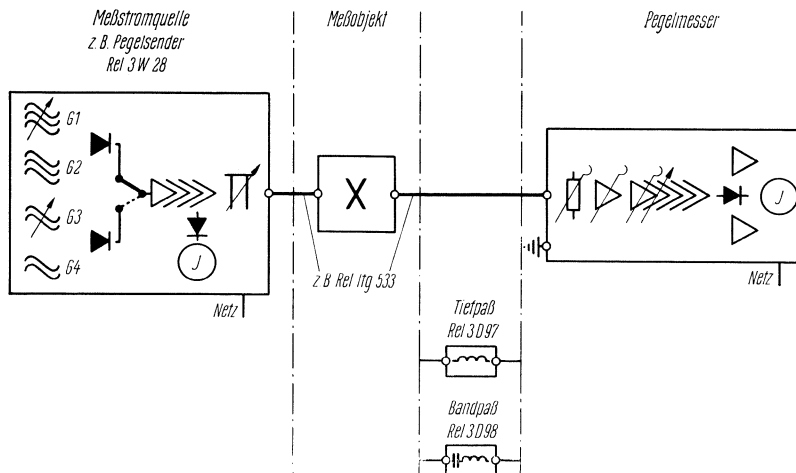
Als Meßstromquelle eignet sich vor allem der Pegelsender Rel 3 W 28 (S. 382). Zusammen mit diesem Pegelsender sind z. B. Dämpfungsmessungen bis 8,5 N ( $75 \text{ db}$ ) und Verstärkungsmessungen bis 9,2 N ( $80 \text{ db}$ ) möglich.

Bei Brummspannungs-Messungen kommt ein aufsteckbarer Tiefpaß Rel 3 D 97 mit dem Fre-



quenzbereich 0 bis 1 kHz hinzu, bei Rauschspannungs-Messungen ein ebenfalls aufsteckbarer Bandpaß Rel 3 D 98 mit dem Frequenzbereich 5 kHz bis 5 MHz.

Über die Verwendung der Pegelmesser am Ausgang des Lückenpilotverstärkers Rel 3 D 93 s. S. 342. Zweckmäßige Verbindungsleitungen s. Meßplatzbild.



## ZUBEHÖR, ABMESSUNGEN UND GEWICHTE

Gegenstand	Bezeichnung	Abmessungen in mm	Gewicht etwa kg	Preis
<b>PEGELMESSER —6/+ 2 N</b> (20 Hz bis 15 MHz)				
Kastengerät .....	Rel 3 D 333 a	550 × 266 × 280	24	
Einbaugerät .....	Rel 3 D 333 c	520 × 236 × 180	19	
<b>PEGELMESSER —50/+ 20 db</b> (20 Hz bis 15 MHz)				
Kastengerät .....	Rel 3 D 333 b	550 × 266 × 280	24	
Einbaugerät .....	Rel 3 D 333 d	520 × 236 × 180	19	
<i>Zubehör</i>				
7 Röhren .....	C 3 g	—	—	
je 1 Röhre .....	C 3 m, ECC 81, F 2 a	—	—	
1 Stabilisator .....	150 C 2	—	—	
1 Signallampe 6 V .....	T 1 p 2 b	—	—	
3 Schmelzeinsätze 1 A (2 als Ersatz) .....	1/250 DIN 41571	—	—	
<i>Nach Bedarf</i>				
2 koaxiale Verbindungsleitungen 75 Ω, z.B. ....	Rel ltg 533 a... f	300, ... 3000	0,3	S. 512
1 Meßstromquelle, z. B. Pegelsender (20 Hz bis 10 MHz) .....	Rel 3 W 28	—	—	S. 382
1 Tiefpaß (0 bis 1 kHz) .....	Rel 3 D 97	142 × 66 × 36	0,4	
1 Bandpaß (5 kHz bis 5 MHz) .....	Rel 3 D 98	162 × 66 × 36	0,7	

**Selektiver Pegelmesser — 9/0 N**

30 kHz bis 30 MHz

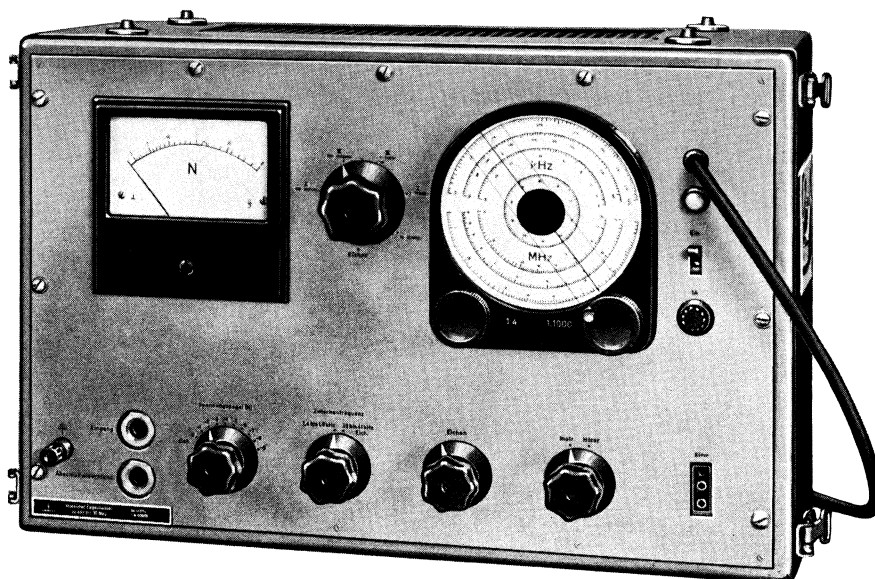
Rel 3 D 317 b

**Selektiver Pegelmesser — 80/0 db**

30 kHz bis 30 MHz

Rel 3 D 317 d

ANWENDUNG Diese Pegelmesser sind in Neper (Ausführung b) oder in Dezibel (Ausführung d) geeichte Überlagerungsempfänger zum selektiven Messen von Spannungspegeln zwischen —12 und 0 N oder —110 und 0 db im Frequenzbereich 30 kHz bis 30 MHz. Der große Frequenzbereich



wird mit nur einer Überlagerung erreicht; die Durchlaßbreite des ZF-Verstärkers kann von 2 kHz auf 200 Hz umgeschaltet werden.

Die Geräte dienen in erster Linie zu selektiven Pegelmessungen an Trägerfrequenz-Fernsprechsystemen für Koaxialkabel, z.B. am V960-System, oder für Breitband-Richtfunkssysteme, z.B. V600 Fu. Die hohe Empfindlichkeit ermöglicht es, auch Trägerreste zu messen oder die Pegelmesser mit Vorteil bei Brücken- und Vergleichsmessungen im HF-Bereich als Anzeigergerät zu verwenden. Frequenz- und Meßbereich lassen ferner die selektive Messung von kleinen Pegeln an Geräten des Mittelwellen-, Grenzwellen- und Kurzwellenfunks zu.

Ein Aufsteckübertrager Rel 3 B 26 ermöglicht die Messung erdsymmetrischer Spannungen bis 1 MHz, beispielsweise an Trägerfrequenz-Systemen für symmetrische Leitungen (z.B. Z 12 F, V 60, V 120).

An der Frequenzskala des eingebauten Oszillators kann man unter Berücksichtigung der Zwischenfrequenz gleichzeitig die *Frequenz* der Eingangsspannung mit einer Unsicherheit von  $10^{-2}$  bestimmen.

Die Eigenklirrdämpfung der Geräte von etwa 7 N (60 db) erlaubt *Klirrfaktormessungen* getrennt nach den einzelnen Harmonischen mit einer Unsicherheit von  $10^{-3}$ , bezogen auf die Grundwelle.

Zusammen mit einem *Pegelsender* Rel 3 W 53 (S. 37) ergeben sich vollständige, in sich abgeschlossene Meßplätze für alle wichtigen Betriebsmessungen.

Die Betriebsspannungen liefert über den eingebauten Netzteil das Wechselstromnetz 110/220 V.

## KENNWERTE

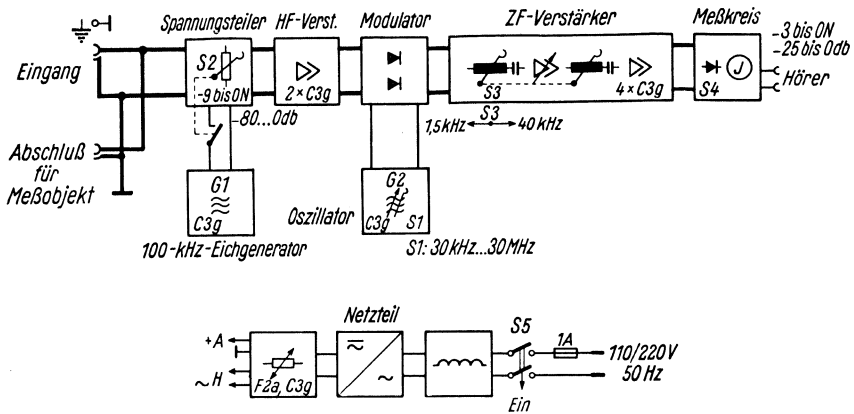
Frequenzbereich $f_m$ .....	30 kHz bis 30 MHz	
in den sechs Teilbereichen .....	bis 100, 300 kHz; 1, 3, 10 und 30 MHz	
Unsicherheit der Frequenzzeichnung des Oszillators .....	$\pm 1\%$	
	Ausführung b	Ausführung d
Meßbereiche für Vollausschlag		
in neun (acht) Schritten von je 1 N (10 db) .....	-9, ... 0 N	-80, ... 0db
Skalenumfang .....	3 N	30 db
Kleinster ablesbarer Pegel .....	-12 N	-110 db
Meßunsicherheit der Pegelmessung:		
Unsicherheit des Eingangsteilers		
im Bereich bis 10 MHz .....	$\leq \pm 0,03$ N	$\leq \pm 0,3$ db
im Bereich über 10 MHz .....	$\leq \pm 0,05$ N	$\leq \pm 0,5$ db
Frequenzabhängigkeit der Anzeige		
im Bereich bis 10 MHz .....	$\leq \pm 0,03$ N	$\leq \pm 0,3$ db
im Bereich über 10 MHz .....	$\leq \pm 0,05$ N	$\leq \pm 0,5$ db
zusätzliche Unsicherheit		
bei $\pm 10\%$ Netzspannungsschwankungen .....	$< 0,015$ N	$< 0,15$ db
Durchlaßbereich der ZF-Filter		
bei einer Zwischenfrequenz von 1,5 kHz .....		etwa 200 Hz
bei einer Zwischenfrequenz von 40 kHz .....		etwa 2 kHz
Dämpfungsverzerrung im Durchlaßbereich .....	$< 0,02$ N	$< 0,2$ db
Sperrdämpfung für $f_m \geq \pm 5$ fache Durchlaßbreite .....	$> 7$ N	$> 60$ db
Eigenklirrdämpfung .....	etwa 7 N	etwa 60 db
Eingangswiderstand, unsymmetrisch .....	etwa 10 k $\Omega$ parallel 50 pF	
Zusammen mit Aufsteckübertrager:		
Frequenzbereich .....	30 kHz bis 1 MHz	
Eingangswiderstand, symmetrisch .....	$> 6$ k $\Omega$ parallel etwa 100 pF	
Netzanschluß .....	110/220 V $\pm 10\%$ ; 42 bis 60 Hz; etwa 120 VA	

**ARBEITSWEISE** Die zu messende Spannung wird zunächst mit dem Spannungsteiler S2 auf einen für alle Meßbereiche gleichen, zur Erzielung einer hohen Eigenklirrdämpfung niedrigen Wert gebracht und in einem Trennverstärker verstärkt. In einem Ringmodulator überlagert sich diese Spannung der des Oszillators G2 mit stetig veränderbarer Frequenz. Der Zwischenverstärker verstärkt die Zwischenfrequenzspannung; der Meßkreis richtet sie gleich und zeigt sie an.

Jeder der beiden Filtersätze des ZF-Verstärkers besteht aus zwei mit Schalter S3 umschaltbaren Filtern mit den Durchlaßbereichen 1,4 bis 1,6 kHz und 39 bis 41 kHz. Die Bandbreite beträgt also 200 Hz oder 2 kHz. Mit der großen Bandbreite ist die Frequenzabstimmung leichter, die Zeigerbewegungen sind ruhiger, während die schmale Bandbreite bei tieferen Frequenzen ( $< 300$  kHz) und beim Messen von Einzelkanälen innerhalb des ganzen gesendeten Bandes von Vorteil ist.

Zur Spannungseichung wird an den Eingang des Vorverstärkers eine in der Amplitude und Frequenz konstant gehaltene 100-kHz-Eichspannung gelegt, der Oszillator G2 auf 140 kHz eingestellt

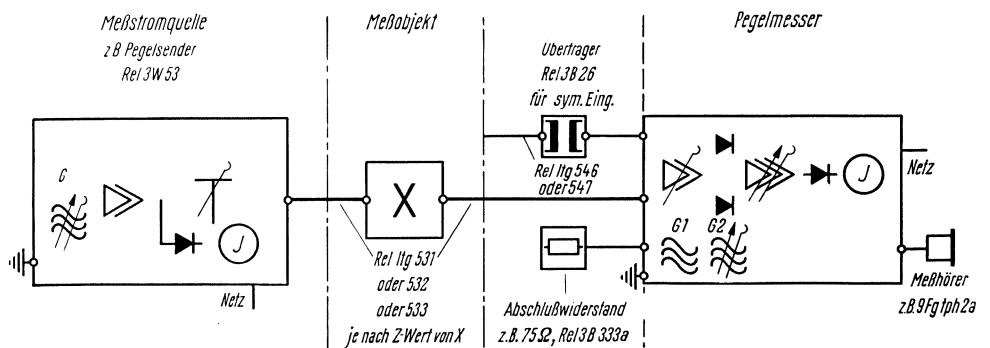
und der Instrumentausschlag durch Verändern der NF-Verstärkung auf Vollausschlag eingeregelt. Die Eichspannung liefert der eingebaute Eichsender G1. Das Meßobjekt kann an den Buchsen „Abschluß“ mit seinem Wellenwiderstand abgeschlossen



werden. Zum Messen symmetrischer Spannungen muß man vor den Eingang des Pegelmessers einen Übertrager schalten; für den Frequenzbereich 30 kHz bis 1 MHz ist hierzu der Aufsteckübertrager Rel 3 B 26 entwickelt worden.

Die Betriebsspannungen werden in einer Regelschaltung stabilisiert. Die Zuleitung für die Netzspannung ist gegen Störspannungen verdrosselt.

**AUFBAU DES MESSPLATZES** Zusammen mit dem Pegelsender Rel 3 W 53 (S. 37) ergibt der Pegelmesser einen Standardmeßplatz mit vielseitiger Anwendungsmöglichkeit bei Trägerfrequenz-Viel-fachersprechsystemen für Koaxialleitungen (z.B. V 960), für Breitband-Richtfunksysteme (z.B.



V 600 Fu) und bei Fernseh-Übertragungseinrichtungen. Mit dem Meßplatz können Dämpfungen bis zu 13 N (120 db), Verstärkungen bis zu 6 N (60 db) unmittelbar gemessen werden.

Da bei hohen Frequenzen ein hoher Eingangswiderstand zusammen mit der unvermeidbaren Kapazität der Zuleitungskabel das Meßergebnis fälschen kann, wird in diesem Frequenzgebiet im

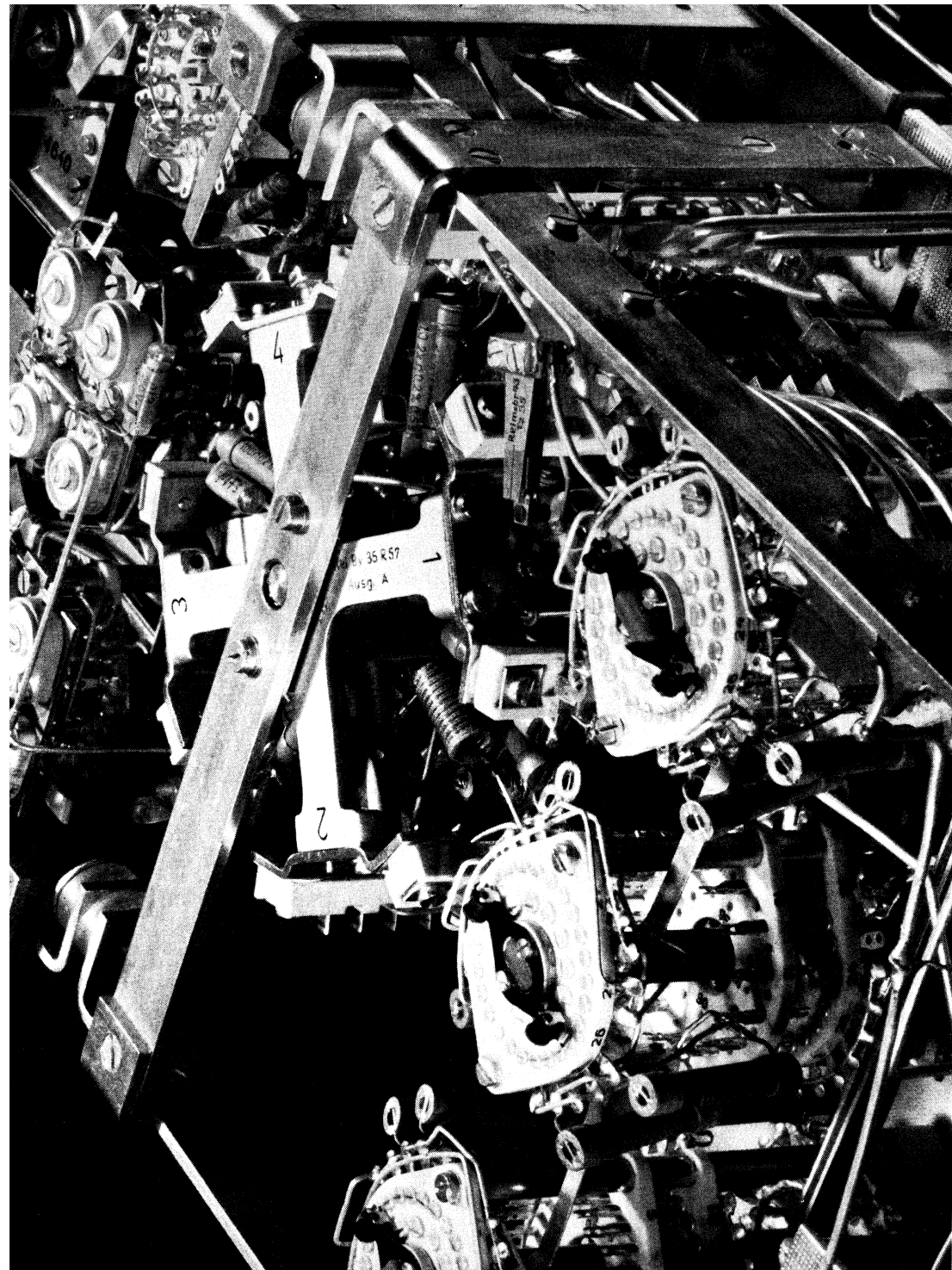
Regelfall mit definiertem, an den Wellenwiderstand des Zuleitungskabels angepaßten Eigenwiderstand (60, 75 oder 150 Ω) gemessen. Zum Anschließen dieses Abschlußwiderstandes ist deshalb eine zweite, der ersten parallelgeschaltete Eingangsbuchse vorgesehen.

Zweckmäßige Verbindungsleitungen s. Meßplatzbild.

ZUBEHÖR, ABMESSUNGEN UND GEWICHTE

Gegenstand	Bezeichnung	Abmessungen in mm	Gewicht etwa kg	Preis
SELEKTIVER PEGELMESSER —9/0 N (30 kHz bis 30 MHz) .....	Rel 3 D 317 b	550 × 368 × 280	36	
SELEKTIVER PEGELMESSER —80/0 db (30 kHz bis 30 MHz) .....	Rel 3 D 317 d	550 × 368 × 280	36	
<i>Zubehör</i>				
9 Röhren .....	C 3 g	—	—	
1 Röhre .....	F 2 a	—	—	
3 Schmelzeinsätze (2 als Ersatz)				
1 A für 220 V .....	1/250 DIN 41571	—	—	
1,6 A für 110 V .....	1,6/250 DIN 41571	—	—	
1 Signallampe 12 V .....	T lp 2 c	—	—	
<i>Nach Bedarf</i>				
2 koaxiale Verbindungsleitungen, z.B. für				
Z=150 Ω .....	Rel ltg 531 a,... f	300,...2000	0,3	} S. 512
oder Z=75 Ω .....	Rel ltg 533 a,... f	300,...2000	0,3	
oder Z=60 Ω .....	Rel ltg 532 a,... f	300,...2000	0,3	
1 Meßhörer (2 × 1000 Ω), z.B. ....	9 Fg tph 2 a	—	—	
Abschlußwiderstand 60 Ω .....	Rel 3 B 37	80 × 32 ∅	0,22	S. 505
mit Übergangsstück 6/16 auf 4/13.....	Rel stv 17 b	—	—	S. 516
Abschlußwiderstand 4/13,				
Z=75 Ω .....	Rel 3 B 333 a	} je 102 × 18 ∅	je 0,1	S. 504
Z=70 Ω .....	Rel 3 B 333 b			
Z=80 Ω .....	Rel 3 B 333 c			
Z=50 Ω .....	Rel 3 B 333 d			
1 Meßstromquelle, z.B.				
Pegelsender (30 kHz bis 30 MHz) .....	Rel 3 W 53	550 × 368 × 280	30	S. 37
1 Aufsteckübertrager .....	Rel 3 B 26	62 × 65 × 110	1	
dazu 1 symmetrische Verbindungsleitung, z.B.	Rel ltg 546 a,... d	500,...2000	0,2	} S. 512
oder	Rel ltg 547 a,... e	250,...2000	0,2	





Gedrängte Bauweise und kurze, durchdachte Leitungsführung sind wichtige Voraussetzungen für Genauigkeit und Zuverlässigkeit der TF-Meßgeräte

# B 7

## Meßgeräte für nichtlineare Verzerrungen

### ÜBERSICHT

Geräte	Bezeichnung Rel 3	Frequenzbereich	Meßbereich	Meßunsicherheit oder Eigen- klirrdämpfung	Seite
Klirrfaktor-Meßeinrichtung	F 41 c, d/W 32 c, d	60, 1000, 5000, 15 000 Hz	0,3 bis 50 %	$\pm 10\%$ von $k$	360
Klirrfaktor-Meßeinrichtung	F 41 a, b/W 32 a, b	60, 800, 2400, 5000 Hz			
Klirrfaktor-Meßbrücke . . . .	F 42	25 bis 10000 Hz	0,05 bis 100 %	$\pm 7(10)\%$ von $k$	364
Klirrfaktor- Meßeinrichtung . . . . .	F 44	10, 80, 800 kHz	1 bis 100 ‰	$\pm 10\%$ von $k$	367
Klirrdämpfungs- Meßeinrichtung . . . . .	in K 13/D 321	0,8 bis 620 kHz	bis 7 N/60 db	$>7N/>60$ db	} 459
	in D 319	4 bis 620 kHz	bis 8 N/70 db	$>8N/>70$ db	
	in D 316/332	2 bis 1220 kHz	bis 9 N/80 db	9 N/80 db	
	mit U 412	30 Hz bis 1 MHz	bis 7 N/60 db	etwa 7 N/	
	mit U 420	30 Hz bis 1 MHz	bis 7 N/60 db	etwa 60 db	
	mit D 317 mit U 415	30 kHz bis 30 MHz 5 bis 250 MHz	bis 7 N/60 db bis 8 N	7 N/60 db $>8N$	
Linearitäts-Meßgerät . . . . .	F 46	500 Hz + 60 kHz	bis 5, bis 10 %	vom Meßwert $\pm 5\%$	370

**B**

### Klirrfaktor-Meßeinrichtung

60, 1000, 5000, 15000 Hz

Rel 3 F 41 c, d  
Rel 3 W 32 c, d

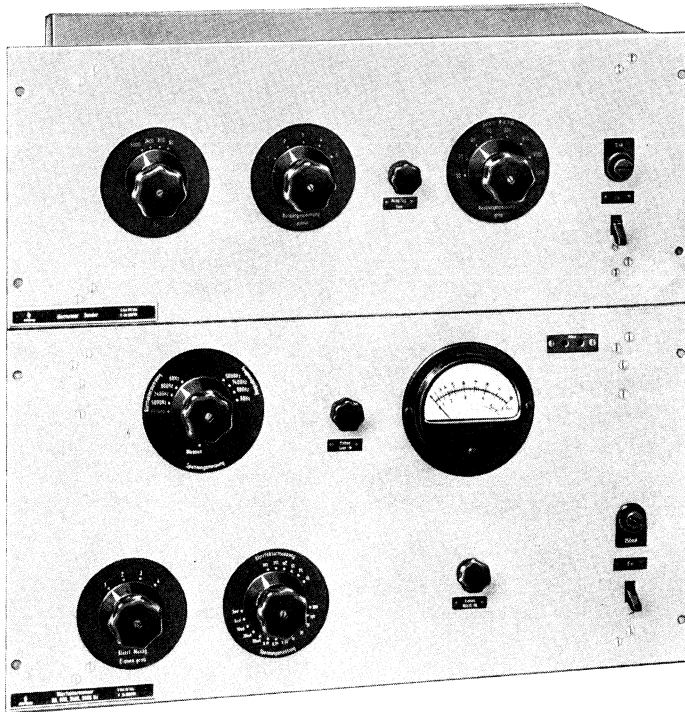
### Klirrfaktor-Meßeinrichtung

60, 800, 2400, 5000 Hz

Rel 3 F 41 a, b  
Rel 3 W 32 a, b

**ANWENDUNG** Mit diesen Meßplätzen können Klirrfaktoren von 0,3 bis 50% gemessen werden. Der Frequenzbereich der Oberschwingungen darf sich bis 45 000 (20 000) Hz erstrecken.

Jeder Meßplatz besteht aus dem Klirrrarmen Sender Rel 3 W 32 und dem Klirrfaktormesser Rel 3 F 41.



Der Klirrrarme Sender liefert die Meßspannung zur Untersuchung von Vierpolen und passiven Zweipolen. Zum Messen des Klirrfaktors von Wechselstromquellen muß die Frequenz ihrer Ausgangsspannung jeweils auf eine der vier Frequenzen genau eingestellt werden; dazu ist eine besondere „Frequenzprüfung“ im Klirrfaktormesser vorgesehen.

Das Instrument des Klirrfaktormessers ist unmittelbar in „% Klirrfaktor“ geeicht. Der Klirrfaktormesser läßt sich aber auch als hochohmiger Spannungsmesser mit Effektivwertanzeige verwenden. Da das Gerät mit quadratischer Gleichrichtung arbeitet, kann mit ihm der Effektivwert irgendeines Frequenzgemisches, z. B. die „Fremdspannung“ eines Störgeräusches, bestimmt werden. An einem Hörerausgang lassen sich die zu messende Spannung und — bei der Klirrfaktormessung — auch ihre Oberschwingungen allein abhören.

Der Klirrrarme Sender und der Klirrfaktormesser werden in zwei Ausführungen geliefert: als Tischgeräte (Ausführungen a und c) und als Einbaugeräte (Ausführungen b und d). Mit Einbaugeräten ist z. B. das Pegel-Meßgestell für Rundfunkleitungs-Verstärkerämter Rel 33 K 11 b (S. 278) bestückt.

Die Betriebsspannungen liefert über den eingebauten Netzteil das Wechselstromnetz 110/220 V oder für beide Geräte zusammen ein Wechselrichter Rel 54 A 2 (S. 520) aus einer 12-V-Batterie.



KENNWERTE

*Klirrarmer Sender Rel 3 W 32:*

	Ausführung a, b	Ausführung c, d
Meßfrequenzen	60, 800, 2400, 5000 Hz	60, 1000, 5000, 15 000 Hz
Frequenzunsicherheit	± 2%	
Ausgangsspannung, stetig einstellbar von	etwa 10 mV bis 8 V	
Größte Ausgangsleistung	etwa 10 mW	
Ausgang umschaltbar für Abschlußwiderstände von	≥ 20 bis ≥ 6000 Ω	
Eigenklirrfaktor	etwa 1‰, bei 60 Hz ≤ 3‰	
Änderung der Ausgangsspannung bei ± 10% Netzspannungsschwankungen	≤ 1%	
Netzanschluß	110/220 V ± 10%; 40 bis 60 (100) Hz; etwa 25 VA	

*Klirrfaktormesser Rel 3 F 41:*

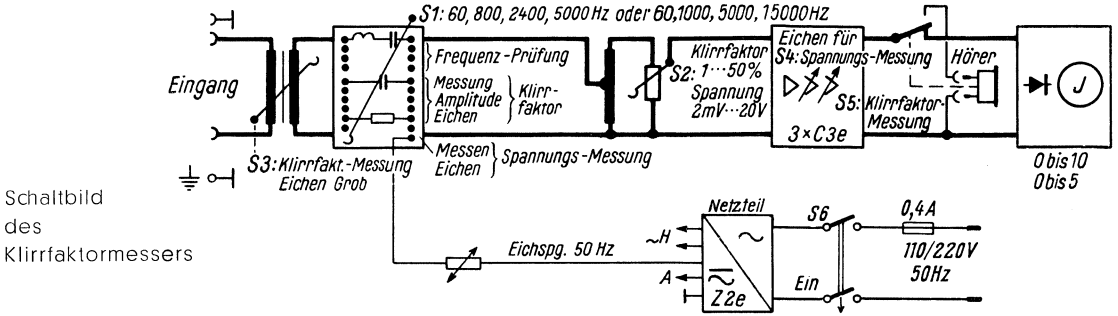
Frequenzen	60, 800, 2400, 5000 Hz	60, 1000, 5000, 15 000 Hz
Frequenzbereich für Oberwellen	bis 20000	45 000 Hz
Meßbereich des Klirrfaktors <i>k</i>	1 bis 50%	
kleinster ablesbarer Wert	3‰	
Meßunsicherheit in % vom Meßwert <i>k</i>	≤ 10%	
Eingangswiderstand	≥ 10 kΩ	
Erforderliche Eingangsspannung	etwa 0,5 bis 8 V	
Frequenzprüfung: Eingangswiderstand	≥ 8 kΩ, bei 60 Hz ≥ 4 kΩ	
Spannungsmessung:		
Frequenzbereich	30 bis 20000 Hz	20 bis 30000 Hz
Meßbereich	2 mV bis 20 V	
kleinster ablesbarer Wert	0,5 mV	
Meßunsicherheit bei 800 Hz	≤ ± 2%	
Frequenzgang der Anzeige, bezogen auf 800 Hz	≤ ± 3%	
zusätzlich bei ± 10% Netzspannungsschwankungen	≤ 1%	
Eingangsscheinwiderstand zwischen 60 und 20000 Hz	≥ 10 kΩ	
Hörverstärker:		
Größte Verstärkung	etwa 3000 bei etwa 6 V Ausgangsspannung	
Innenwiderstand des Ausgangs	etwa 2500 Ω	
Netzanschluß	110/220 V ± 10%; 40 bis 60 (100) Hz; etwa 25 VA	

ARBEITSWEISE Bei der Klirrfaktormessung wird im *Klirrfaktormesser* in Stellung „Amplitude eichen“ des Schalters S1 die Gesamtspannung an einen Verstärker gelegt und das Instrument mit dem Stufenschalter S3 „Eichen grob“ und dem Regler S5 „Klirrfaktor Mess., Eichen“ auf Vollausschlag gebracht. Zum Bestimmen des Klirrfaktors ist in jeder der vier Stellungen „Klirrfaktormessung“ von Schalter S1 ein Hochpaß zwischen Eingangsübertrager und Verstärker geschaltet, der die jeweils zugeordnete Grundwelle sperrt. Das Instrument J zeigt nun in Verbindung mit dem Spannungsteiler S2 den Klirrfaktor unmittelbar in Prozent der Gesamtspannung an.

Zum Prüfen der Meßfrequenz liegt in den vier Stellungen „Frequenzprüfung“ des Schalters S1 die Eingangsspannung an einem Schwingkreis, dessen Resonanzfrequenz der gewünschten Meßfrequenz entspricht. Dem Verstärker wird eine dem Schwingkreisstrom proportionale Spannung zugeführt, so daß das Instrument bei dieser Frequenz größten Ausschlag zeigt.



Zur Verwendung des Gerätes als *Spannungsmesser* kann in Stellung „Spannungsmessung, Eichen“ des Schalters S1 eine stabilisierte 50-Hz-Spannung aus dem Netzteil an den Verstärkereingang gelegt und die Verstärkung mit dem Regler S4 „Spannungsmessung, Eichen“, der unabhängig

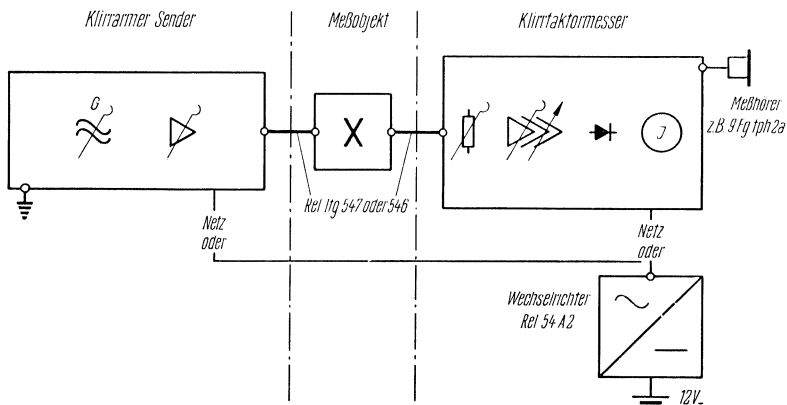


Schaltbild des Klirrfaktormessers

von der Klirrfaktor-Eichung arbeitet, auf den roten Eichstrich eingeregelt werden. Zur Spannungsmessung steht der Schalter S1 auf „Spannungsmessung, Messen“. Dadurch wird die zu messende Spannung über den in diesem Falle dreizehnstufigen Spannungsteiler S2 an den Verstärkereingang geführt. Das Instrument zeigt den Effektivwert an.

Der *Klirrarmer Sender* zum Erzeugen der Meßspannung für Messungen an Vierpolen und passiven Zweipolen besteht aus dem stabilisierten Generator G und einer Verstärkerstufe. Die Wechselspannung, deren Frequenz sich mit dem Schalter S1 einstellen läßt, wird vom Schwingkreis mit Schalter S2 in fünf Schritten abgegriffen („Ausgangsspannung Mittel“). Sie gelangt über den Feinregler mit Drehelement S4 („Ausgangsspannung Fein“) sowie über Parallelresonanzkreise zur Verstärkerstufe. Mit Hilfe des Schalters S3 („Ausgangsspannung Grob“) kann die Ausgangsspannung weiterhin geregelt werden, wobei die jeweilige Stellung des Schalters gleichzeitig den Innenwiderstand bestimmt; die Schalterstellungen sind deshalb mit dem Wert des jeweils zulässigen kleinsten Belastungswiderstandes beschriftet.

**AUFBAU DES MESSPLATZES** Klirrarmer Sender und Klirrfaktormesser bilden einen vollständigen in sich abgeschlossenen Meßplatz, der keiner weiteren Geräte bedarf. Nur wenn an Stelle des Klirrarmer Senders eine fremde Wechselstromquelle verwendet wird, dann muß, falls ihr Eigen-



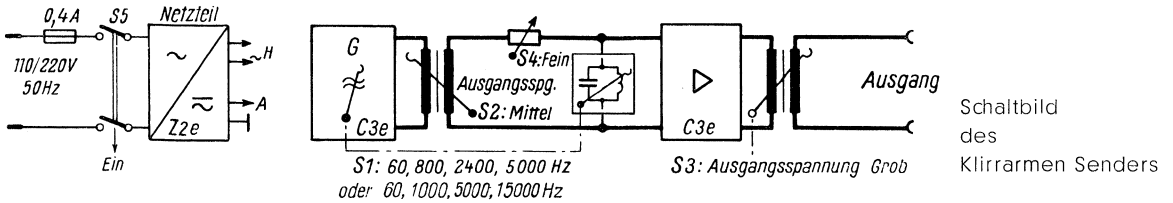
klirrfaktor nicht genügend klein ist, ihre Spannung gut gesiebt werden, z.B. mit den Tiefpässen Rel 3 F 61 (S. 120). Eine von der Wechselstromquelle oder dem Meßobjekt erzeugte Brummspannung hat zumeist keinen wesentlichen Einfluß auf das Meßergebnis. Zum Untersuchen von Wechselstromquellen genügt der Klirrfaktormesser allein. Liegt am Meßobjektausgang eine Gleichspannung mit

überlagerter Wechselspannung, so ist dem Klirrfaktormesser ein Kondensator von etwa  $1 \mu\text{F}$  vorzuschalten. Zum Abschluß des Meßobjekts mit  $600 \Omega$  dient der Aufsteckwiderstand Rel 3 B 33 p.

Die zu untersuchende Spannung und — bei der Klirrfaktormessung — auch ihre Oberschwingungen allein können am Ausgang des Klirrfaktormessers mit einem Kopfhörer abgehört werden.

Wo kein Wechselstromnetz zur Verfügung steht, ist der Betrieb des Meßplatzes über einen Wechselrichter Rel 54 A 2 (S. 520) aus einer 12-V-Batterie möglich.

Zweckmäßige Verbindungsleitungen s. Meßplatzbild.



### ZUBEHÖR, ABMESSUNGEN UND GEWICHTE

Gegenstand	Bezeichnung	Abmessungen in mm	Gewicht etwa kg	Preis
<b>KLIRRFAKTOR-MESSEINRICHTUNG</b>				
bestehend aus:				
<b>KLIRRRARMEN SENDEr</b>				
Kastengerät (60, 800, 2400, 5000 Hz) .....	Rel 3 W 32a	550 × 232 × 280	14	
Einbaugerät (60, 800, 2400, 5000 Hz) .....	Rel 3 W 32b	520 × 202 × 190	10	
Kastengerät (60, 1000, 5000, 15000 Hz) .....	Rel 3 W 32c	550 × 232 × 280	14	
Einbaugerät (60, 1000, 5000, 15000 Hz) .....	Rel 3 W 32d	520 × 202 × 190	10	
<i>Zubehör</i>				
2 Röhren .....	C 3e	—	—	
1 Gleichrichterröhre .....	Z 2e	—	—	
3 Schmelzeinsätze 0,4 A (2 als Ersatz) .....	0,4/250 DIN 41571	5 ∅ × 20	—	
<b>KLIRRFAKTORMESSER</b>				
Kastengerät (60, 800, 2400, 5000 Hz) .....	Rel 3 F 41a	550 × 300 × 280	20	
Einbaugerät (60, 800, 2400, 5000 Hz) .....	Rel 3 F 41b	520 × 270 × 190	16	
Kastengerät (60, 1000, 5000, 15000 Hz) .....	Rel 3 F 41c	550 × 300 × 280	20	
Einbaugerät (60, 1000, 5000, 15000 Hz) .....	Rel 3 F 41d	520 × 270 × 190	16	
<i>Zubehör</i>				
3 Röhren .....	C 3e	—	—	
1 Gleichrichterröhre .....	Z 2e	—	—	
3 Schmelzeinsätze 0,4 A (2 als Ersatz) .....	0,4/250 DIN 41571	5 ∅ × 20	—	
<i>Nach Bedarf</i>				
2 geschirmte Verbindungsleitungen *) .....	Rel Itg 547a, ...e	250, ...2000	0,2	} S. 512
oder	Rel Itg 546a, ...d	500, ...2000	0,2	
1 Meßhörer *) (2 × 1000 Ω), z. B. ....	9 Fg tph 2a	—	—	
1 (Abschluß-) Aufsteckwiderstand (600 Ω) .....	Rel 3 B 33p	50 × 22 × 67	0,1	
1 Kondensator etwa $1 \mu\text{F}$ .....	—	—	—	} S. 520
1 Wechselrichter 12 V <sub>~</sub> /220 V <sub>~</sub> .....	Rel 54 A 2	270 × 266 × 180	7	
*) für Kastengeräte				

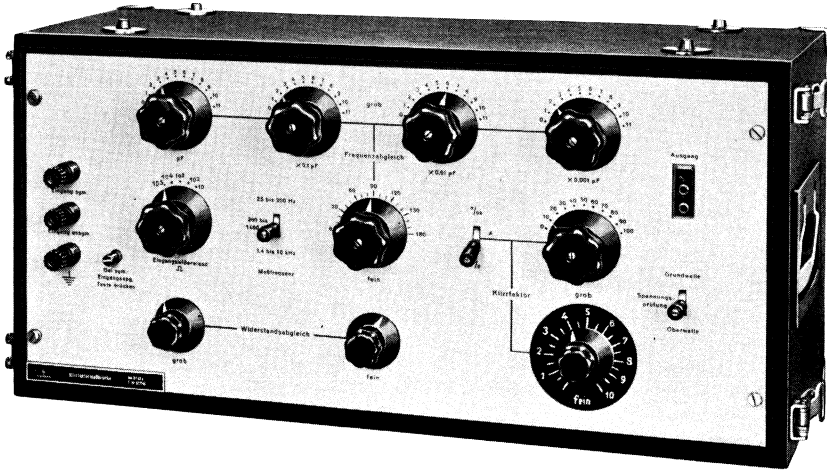
**B**

## Klirrfaktor-Meßbrücke

Rel 3 F 42

25 bis 10000 Hz

ANWENDUNG Mit der Klirrfaktor-Meßbrücke können mit hoher Genauigkeit Klirrfaktoren bis herab zu  $k=0,05\%$  gemessen werden. Die Grundfrequenz der zu untersuchenden Wechselspannung darf dabei einen beliebigen Wert zwischen 25 und 10000 Hz haben. Die erforderliche Eingangs-



leistung liegt mit 0,04 bis 4 mW (je nach Eingangswiderstand) sehr niedrig, so daß auch Stromquellen kleiner Leistung untersucht werden können. Die Meßbrücke ist daher das geeignete Gerät zur Messung des Oberwellengehaltes von Wechselspannungen und des Klirrfaktors von Übertragungseinrichtungen und einzelnen Bauelementen, wie Röhren, Übertragern oder nur Leitungen, sowie auch von Rundfunkgeräten.

Der gemessene Klirrfaktor entspricht dem prozentualen Verhältnis der effektiven Summe der Oberwellenspannungen zur effektiven Summe der Gesamtspannung. Ebenso kann das Verhältnis der effektiven Summe der Ströme als Stromklirrfaktor gemessen werden.

### KENNWERTE

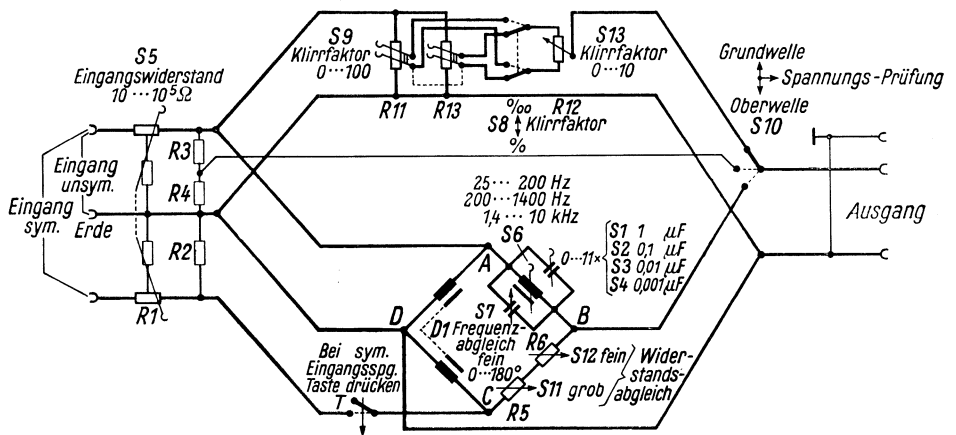
Frequenzbereich der Grundwelle	25 bis 10000 Hz
einstellbar in den drei Bereichen	25 bis 200 Hz, 200 bis 1400 Hz 1400 bis 10000 Hz
Frequenzbereich der Oberwellen	bis 20000 Hz
Meßbereich des Klirrfaktors $k$ , stetig meßbar	
z. B. mit Spannungsmesser Rel 3 U 419 (S. 414)	von 0,05 bis 100 %
Meßunsicherheit	
in Verbindung mit dem Spannungsmesser Rel 3 U 419	
bei Grundwellen 25 bis 7000 Hz	$\pm 7\%$
bei Grundwellen 7000 bis 10000 Hz	$\pm 10\%$
Eingangswiderstand, einstellbar in fünf Schritten	
für symmetrische Spannungen	10, $10^2$ , $10^3$ , $10^4$ , $10^5 \Omega$
für einpolig geerdete Spannungen	5, 50, 500, 5000, 50000 $\Omega$

Eingangsspannung bei Verwendung des Spannungsmessers Rel 3 U 119 (S. 414):

für Eingangswiderstand (für symmetrische Schaltung*)	$10^5 \Omega$	$10^4 \Omega$	$10^3 \Omega$	$10^2 \Omega$	$10 \Omega$
Mindestspannung zum Messen von $k=10/100 \dots$	20 V	2 V	0,2 V	0,2 V	0,2 V
Höchstzulässige Eingangsspannung (bei einem Eigenklirrfaktor $\leq 0,50/100$ )					
für 25 bis 100 Hz	20 V	2 V	0,2 V	0,2 V	0,2 V
für 100 bis 10000 Hz	100 V	10 V	1 V	1 V	1 V

\*) für unsymmetrische Schaltung gelten die halben Werte

**ARBEITSWEISE** Der Klirrfaktor wird nach einem Vergleichsverfahren gemessen. Durch Abstimmen einer Wienschen Brücke auf die Grundfrequenz (mit den Schaltern S1...4, S6 und S7) erhält man im Nullzweig die Summe der Oberschwingungen allein, deren Effektivwert mit einem anzuschließenden Empfangsverstärker gemessen wird. Durch Vergleich mit dem Effektivwert eines abgegriffenen Teiles der untersuchten Gesamtspannung (mit den Schaltern S9, S13) ergibt sich der Klirrfaktor an diesen Schaltern unmittelbar in Prozent oder Promille (S8).



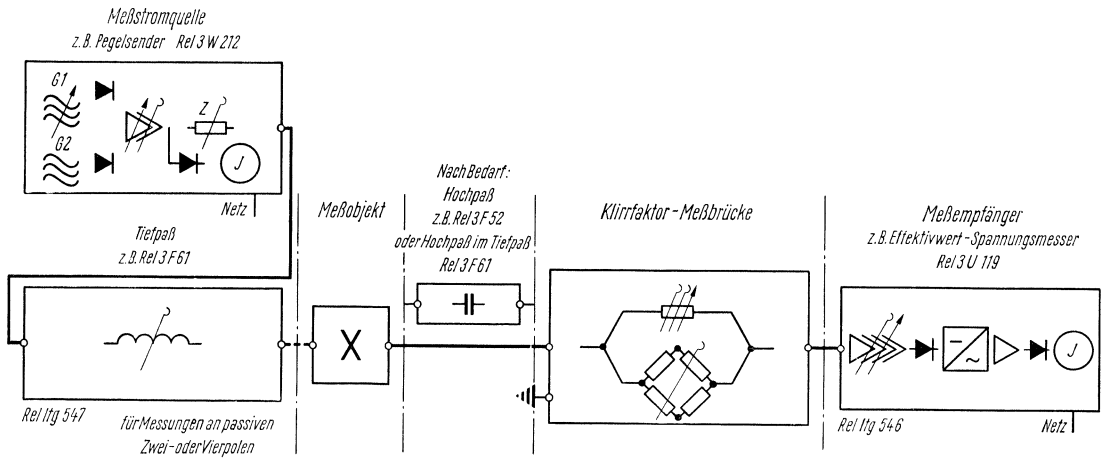
Von den vier Brückenseiten bestehen zwei aus je einer Hälfte einer Drossel mit geerdetem Mittelabgriff, die dritte Seite bildet der Resonanzkreis, bei dem Induktivität und Kapazität parallelgeschaltet sind. Dies hat gegenüber der Reihenschaltung den Vorzug, daß der Eingangswiderstand der Meßbrücke — auf gleiche Meßempfindlichkeit bezogen — hochohmiger ist. Die vierte Brückenseite wird durch Widerstände (Widerstandsabgleich grob und fein, S11, S12) hergestellt. Der Eingangswiderstand der Meßbrücke läßt sich mit dem Schalter S5 zwischen  $10$  und  $10^5 \Omega$  einstellen. Der Eigenklirrfaktor der Meßbrücke ist kleiner als  $0,05\%$ , wenn die angegebenen höchstzulässigen Eingangsspannungen nicht überschritten werden. Damit sich in einfacher Weise prüfen läßt, ob diese Forderung erfüllt ist, hat der Kippschalter S10 eine Stellung „Spannungs-Prüfung“, in der über einen Spannungsteiler ein Fünftausendstel der Eingangsspannung an das Anzeigegerät gelangt.

**AUFBAU DES MESSPLATZES** Grundsätzlich darf bei allen Messungen nur eine Spannung an die Meßbrücke gelangen, die außer der Grundwelle und ihren Oberwellen keine anderen Frequenzen aufweist, z. B. keine Brummspannungen.

Der Aufbau des Meßplatzes richtet sich außerdem nach der Art des Meßobjektes. Wenn der Klirr-



faktor einer Wechselstromquelle gemessen werden soll, so ist ihre etwaige Brummspannung durch einen Hochpaß, z. B. Rel 3 F 52 für  $f \geq 500$  Hz (S. 112), oder durch die Brummsperre im Tiefpaß Rel 3 F 61 b für  $f \geq 300$  Hz (S. 120) auszusperrten. Bei Messungen ohne ausreichende Brummsperre würden die Brummspannungsanteile in das Meßergebnis eingehen. Bei passiven Zwei- oder



Vierpolen muß die dem Meßobjekt zugeführte Meßspannung brummspannungs- und oberwellenfrei sein. Oberwellen werden durch die Tiefpässe Rel 3 F 61 a, b und c (S. 120) vom Meßobjekt ferngehalten; zum Aussperren der Brummspannung dient z. B. der Hochpaß im Tiefpaß Rel 3 F 61 b oder der Hochpaß Rel 3 F 52. Bei der Messung kleiner Klirrfaktoren muß die Meßspannung auch gute Frequenzkonstanz aufweisen. Für Messungen an passiven Zwei- und Vierpolen ist z. B. der Pegelsender Rel 3 W 212 (S. 27) oder der Meßsender Rel 3 W 36 (S. 40) geeignet.

Damit die Meßgenauigkeit und der untere Meßbereich der Klirrfaktor-Meßbrücke voll ausgenutzt werden, ist als Anzeigeverstärker ein Spannungsmesser mit Effektivwertanzeige und mit hoher Empfindlichkeit zu verwenden, z. B. der Spannungsmesser Rel 3 U 119 (S. 414).

Zweckmäßige Verbindungsleitungen s. Meßplatzbild.

#### ZUBEHÖR, ABMESSUNGEN UND GEWICHTE

Gegenstand	Bezeichnung	Abmessungen in mm	Gewicht etwa kg	Preis
KLIRRFAKTOR-MESSBRÜCKE (25 bis 10000 Hz) .....	Rel 3 F 42	550 × 280 × 270	25	
<i>Nach Bedarf</i>				
1 Meßstromquelle, z. B. Meßsender (30 bis 30000 Hz) .....	Rel 3 W 36	405 × 266 × 280	19	S. 40
Pegelsender (30 bis 20000 Hz) .....	Rel 3 W 212	550 × 266 × 280	30	S. 27
1 Oberwellensperre, z. B. Siebenstufiger Tiefpaß für 30 bis 300 Hz .....	Rel 3 F 61 a	550 × 220 × 280	25	S. 120
für 300 bis 3000 Hz .....	Rel 3 F 61 b	550 × 220 × 280	21	
für 3000 bis 30000 Hz .....	Rel 3 F 61 c	550 × 220 × 280	18	
1 Brummsperre, z. B. Hochpaß (500 Hz) .....	Rel 3 F 52	215 × 80 × 100	2	S. 112
1 Meßempfänger, z. B. Effektivwert-Spannungsmesser 50 µV/20 V (30 bis 30000 Hz) .....	Rel 3 U 119	550 × 240 × 280	20	S. 414
Verbindungsleitungen, z. B. ....	Rel Itg 546a, ... d	500, ... 2000	0,2	S. 512
und	Rel Itg 547a, ... e	250, ... 2000	0,2	
1 Meßhörer, z. B. ....	9 Fg tph 2a	—	—	

## Klirrfaktor-Meßeinrichtung

Rel 3 F 44

10, 80, 800 kHz

**ANWENDUNG** Mit dieser Klirrfaktor-Meßeinrichtung lassen sich insbesondere die Teilklirrfaktoren  $k_2$  und  $k_3$  von Richtfunksystemen mit Frequenzmodulation, z. B. der Einrichtungen FM 60/300, FM 60/2000 und FM 600/4000, bestimmen. Sender und Empfänger sind in einem Gerät vereinigt.



Die Meßfrequenzen betragen 10 und 80 kHz ( $Z = 150 \Omega$ ) für die Systeme im 300- und 2000-MHz-Bereich, z. B. FM 60/300 und FM 60/2000, und 80 und 800 kHz ( $Z = 75 \Omega$ ) für die Systeme im 4000-MHz-Bereich, z. B. FM 600/4000. Bei einer Grundwellen-Eingangsspannung von 0,5 bis 3 V können Klirrfaktoren, getrennt nach  $k_2$  und  $k_3$ , von 1 bis 100% gemessen werden. Neben der Klirrfaktor-Messung ermöglicht das Gerät, eine Beobachtung der Gesamt-Klirrspannung mit einem Oszillographen. Diese breitbandige Betriebsart gestattet auch die Beurteilung des Rauschens.

Die Betriebsspannungen liefert über den eingebauten Netzteil das Wechselstromnetz 110/220 V.

### KENNWERTE

	Verwendung im	
	300- und 2000-MHz-Bereich	4000-MHz-Bereich
<i>Sender</i>		
Frequenz $f_0$ .....	10 und 80 kHz	80 und 800 kHz
Innenwiderstand $R_i$ .....	150 $\Omega$ sym.	75 $\Omega$ unsym.
Ausgangsspannung bei Abschluß mit $Z = R_i$ , stetig regelbar von .....	0,5 bis 3 V	
Eigenklirrfaktor $k_{E2}$ oder $k_{E3}$ bei Abschluß mit $Z = R_i$ und einer Ausgangsspannung von 0,5 bis 2 V .....	$\leq 0,1\%$	
von 2 bis 3 V .....	$\leq 0,2\%$	

## Empfänger

Frequenzbereich

selektiv für  $2f_0$  und  $3f_0$  ..... 20; 30; 160; 240 kHz | 160; 240 kHz  
 1,6; 2,4 MHz

breitbandig ..... 10 kHz bis 2,4 MHz

Eingangswiderstand .....  $150 \Omega$  sym. |  $75 \Omega$  unsym.

Erforderliche Eingangsspannung ..... 0,5 bis 3 V

Meßbereich, umschaltbar in vier Schritten,

für Vollausschlag ..... 3, 10, 30 und  $100\%$

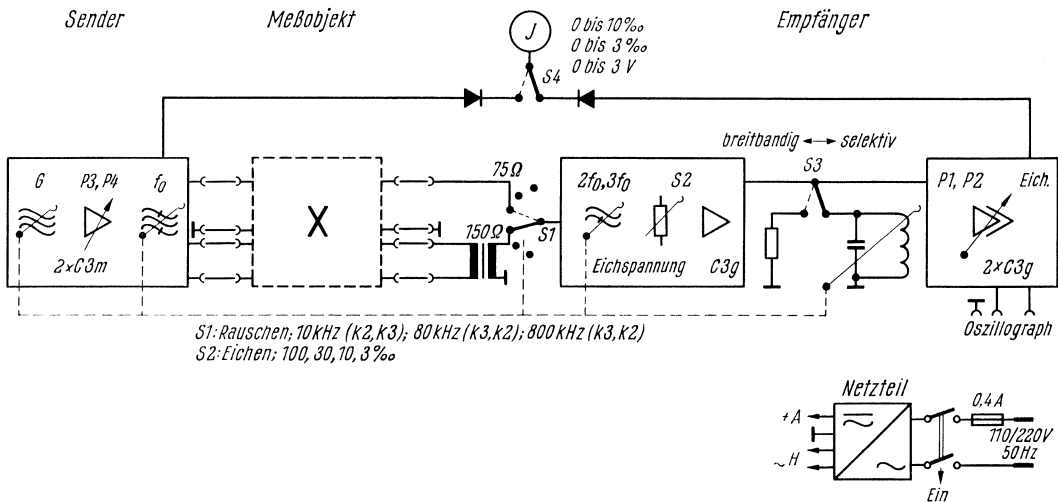
Meßunsicherheit

bei  $k_2, k_3 \geq 1\%$  und  $k_2/k_3$  oder  $k_3/k_2 < 3$  .....  $\leq 10\%$  vom Meßwert

Bei  $k_2/k_3$  oder  $k_3/k_2 > 3$  wird nur der kleinere Teilklirrfaktor, der dann von untergeordneter Bedeutung ist, gefälscht.

Netzanschluß .....  $110/220 \text{ V} \pm 10\%$ ; 40 bis 60 Hz; etwa 40 VA

ARBEITSWEISE Die Meßspannung mit der Frequenz  $f_0$  (10, 80 oder 800 kHz) erzeugt ein umschaltbarer, zweistufiger Sender. Nach Durchlaufen des Meßobjektes gelangt die verzerrte Meßspannung über den Eingang dieses für die 2. und 3. Harmonische der Meßfrequenzen selektiven Empfängers an umschaltbare Hochpässe zur Unterdrückung der Grundwelle ( $f_0$ ) sowie einen



Spannungsteiler zur Einstellung des Klirrfaktor-Meßbereiches. Jede der beiden Harmonischen ( $2f_0$  und  $3f_0$ ) wird dann hinter einem dreistufigen stabilisierten Verstärker gleichgerichtet und am eingebauten Instrument angezeigt. Das gleiche Instrument zeigt über einen anderen Gleichrichter nach Umschaltung die Größe der Sendespannung an.

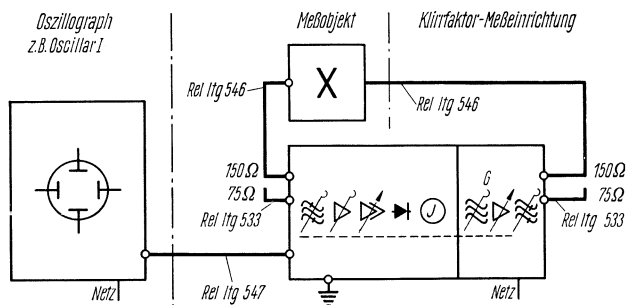
Der Sender ist sehr klirrfarm mit einer Klirrdämpfung je Oberwelle von  $>9 \text{ N}$  bei 2 V Ausgangsspannung und  $>8,5 \text{ N}$  bei 3 V Ausgangsspannung. Die Frequenzunsicherheit beträgt  $1\%$ , so daß die Oberwellen mit Sicherheit im Durchlaßbereich der jeweiligen Bandfilter des Empfängers liegen. Die Grundwellenspannung  $f_0$  wird in diesen Bandfiltern um mehr als 7 N gedämpft. Die Filter haben bei den Frequenzen  $f_0$ ,  $2f_0$  und  $3f_0$  für das System FM 600/4000 den Widerstand von  $75 \Omega$  mit ausreichend kleinem Reflexionsfaktor. Für die Systeme FM 60/300 und FM 60/2000 wird der Eingangswiderstand durch einen Übertrager auf  $150 \Omega$  erhöht.

Für die Eichung ist zum Vergleich der Klirrspannung mit der Gesamtspannung parallel zum Eingang ein Teiler angeordnet, an dem  $3\%$  der Spannung abgegriffen und in der Stellung „Eichen“



des Bereichschalters S2 auf das Gitter der Röhre 1 gegeben werden. In dieser Eichstellung sind zugleich im Anodenkreis der Röhre 1 die Selektionskreise ausgeschaltet (Verstärkung breitbandig). Der nachfolgende zweistufige Verstärker ist gegengekoppelt und damit genügend unempfindlich gegen Netzspannungsschwankungen. Am Außenwiderstand der letzten Röhre wird ein Teil der Ausgangsschwingung abgegriffen und an die Buchse für den Anschluß eines Oszillographen geführt. Die Schwingkreise im Sender, die Hochpässe und die Selektionskreise im Empfänger schaltet der Vielfachschalter S1 gleichzeitig um. Dies erleichtert die Bedienung bei häufigem Umschalten zwischen  $k_2$ - und  $k_3$ -Messungen.

**AUFBAU DES MESSPLATZES** Das in sich abgeschlossene Gerät bildet einen vollständigen Meßplatz. Es ist lediglich erforderlich, die Modulationsteile der Richtfunkgeräte mit den Buchsen „Sender-Ausgang“ und „Empfänger-Eingang“ zu verbinden. Bei Schleifenmessungen genügt also ein Gerät;



bei Streckenmessungen ist je eins an beiden Enden der Strecke erforderlich. Bei Bedarf können an einen Oszillographen, z.B. Oszillar I/14, S. 477, die Gesamtklirrspannung und das Rauschen beobachtet werden.

Geeignete Verbindungsleitungen sind z.B. Rel Itg 546a,...d für Messungen an Richtfunksystemen FM 60/300 und FM 60/2000, mit 150 Ω symmetrisch, und Rel Itg 533 a,...f für Messungen an Richtfunksystemen FM 600/4000, mit 75 Ω unsymmetrisch.

**B**

**ZUBEHÖR, ABMESSUNGEN UND GEWICHTE**

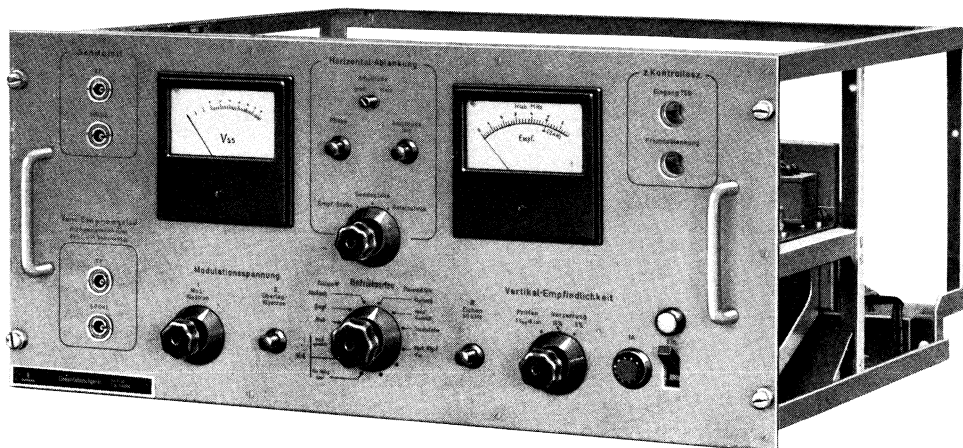
Gegenstand	Bezeichnung	Abmessungen in mm	Gewicht etwa kg	Preis
<b>KLIRRFAKTOR-MESSEINRICHTUNG</b> (10, 80, 800 kHz) .....	Rel 3 F 44	550 × 266 × 280	23	
<i>Zubehör</i>				
3 Röhren .....	C 3g	—	—	
2 Röhren .....	C 3m	—	—	
1 Signallampe 12 V .....	T 1p 2c	—	—	
3 Schmelzeinsätze 0,4 A (2 als Ersatz) .....	0,4/250 DIN 41571	—	—	
<i>Nach Bedarf</i>				
2 Verbindungsleitungen, bei FM 60/300 und FM 60/2000, z. B. ....	Rel Itg 546a,...d	500,...2000	0,2	} S. 512
bei FM 600/4000, z. B. ....	Rel Itg 533a,...f	300,...2000	0,2	
1 Oszillograph, z.B. ....	OSCILLAR I/14	260 × 350 × 450	28	S. 477
1 Verbindungsleitung, z. B. ....	Rel Itg 547 a,... e	250, ... 2000	0,2	S. 512

## Linearitäts-Meßgerät

Rel 3 F 46

500 Hz + 60 kHz

**ANWENDUNG** Dieses Meßgerät dient in Verbindung mit einem Kathodenstrahl-Oszillographen z. B. dem Fernseh-Oszillographen Rel 3 U 127 (S. 397), zum Messen des Steilheitsverlaufs der Kennlinien der Modulatoren und Demodulatoren von Breitband-Richtfunkeinrichtungen für Vielfach-Fernsprechen oder Fernsehen. Der Vorzug dieser Meßschaltung liegt in der dynamischen



Abtastung der Kennlinien. Die relative Steilheitsänderung wird in Prozent-Werten auf dem Bildschirm abgelesen, wobei Änderungen von  $5\text{‰}$  noch gut ablesbar sind. Die Werte lassen sich für Modulator und Demodulator getrennt, aber auch als Summenkurve ermitteln.

Es gibt das Linearitäts-Meßgerät in der Ausführung Rel 3 F 46 als Einbaugerät für Meßgestelle (ortsfester Einsatz) und in der Ausführung Rel 3 F 46c als Kastengerät für ortsbeweglichen Einsatz. Beide Ausführungen vereinigen in sich Sendeteil und Empfangsteil.

Die Betriebsspannungen liefert über den eingebauten Netzteil das Wechselstromnetz 110/220 V.

### KENNWERTE

#### Sendeteil

Ausgang „z. Sendeteil Eingangsteil TF“:

500-Hz-Sinusspannung, regelbar ..... von 0,3 bis 0,9  $V_{ss}$

60-kHz-Sinusspannung ..... jeweils etwa  $1/15$  der 500-Hz-Amplitude

Innenwiderstand ..... etwa 12 bis 84  $\Omega$

Ausgang „z. Sendeteil 500 Hz“:

500-Hz-Sinusspannung, regelbar ..... von 0,3 bis 0,9  $V_{ss}$   
im Gerät umschaltbar auf den doppelten Spannungswert

Innenwiderstand ..... etwa 40 bis 85  $\Omega$

Unsicherheit der Spannungsanzeige .....  $\leq \pm 3\%$

Änderung der Ausgangsspannung

bei  $+5\%$ ,  $-15\%$  Netzspannungsschwankungen

bei der 500-Hz-Spannung .....  $\leq +1\% - 3\%$

bei der 60-kHz-Spannung .....  $\leq +1,5\% - 4,5\%$

Änderungen der 60-kHz-Spannung können im Empfangsteil nachgeregelt werden.

### Empfangsteil

Eingang „v. Empfangsteil Ausgangsverstärker TF“:

Erforderliche Eingangsspannung bei 60 kHz ..... etwa 60 bis 90 mV<sub>ss</sub>

Eingangswiderstand ..... 75 Ω

Eingang „v. Empfangsteil Ausgangsverstärker 500 Hz“:

Erforderliche Eingangsspannung 500 Hz (Hubanzeige) ..... 70 mV<sub>eff</sub>/5 MHz

Hubanzeigebereich ..... 0 bis 6 MHz

bei zweifacher Amplitude der 500-Hz-Sendespannung ..... 0 bis 12 MHz

Eingangswiderstand ..... > 100 kΩ

Ausgang „z. Kontrolloszillographen“:

Beim Prüfen ..... 1 V<sub>ss</sub> an 75 Ω

Meßbereich I ..... 2% Verzerrung

Meßbereich II ..... 1% Verzerrung

Meßunsicherheit in % vom Meßwert ..... ≤ ± 5%

Ableseunsicherheit ..... etwa ± 5%<sub>00</sub> relative Steilheitsabweichung

### Ablenkverstärker

Eingang umschaltbar auf ..... Empfangsstelle, Sendestelle

Frequenz ..... 500 Hz

Erforderliche Eingangsspannung ..... 60 bis 85 mV<sub>eff</sub>

Ausgangsspannung ..... regelbar auf 10 V<sub>eff</sub>

durch Taste umschaltbar auf ..... 1/10 der eingestellten Amplitude

Phase, stetig regelbar ..... von etwa +30° über 0° bis -100°

Innenwiderstand ..... 10 kΩ in Reihe mit 10000 pF

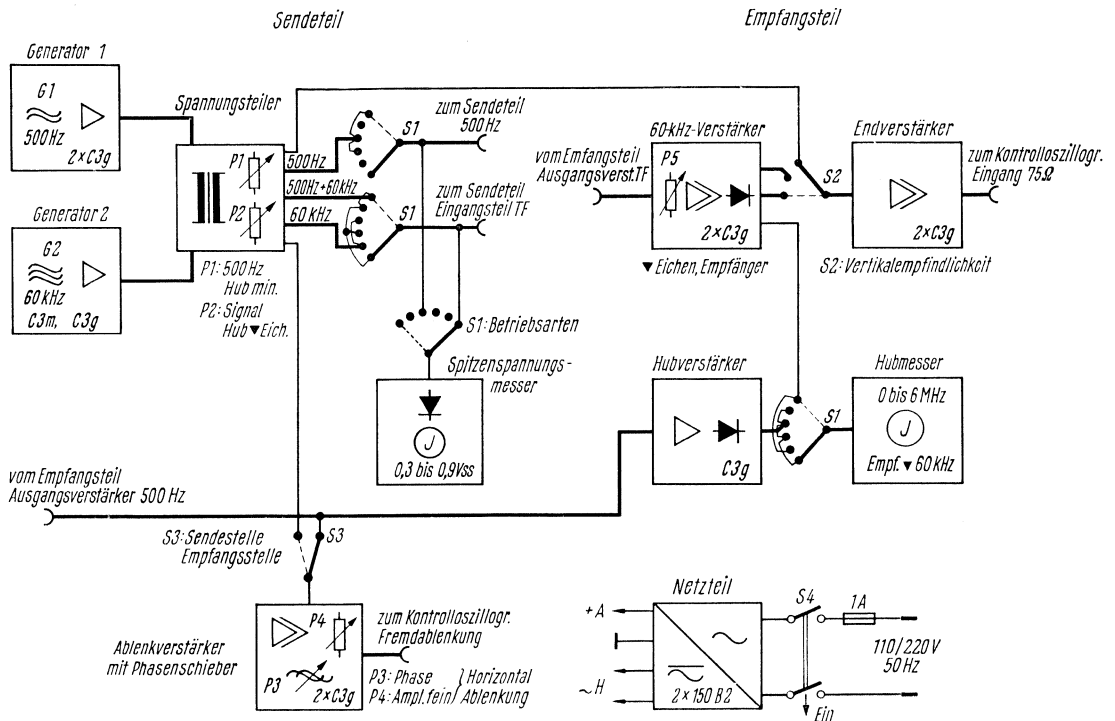
Netzanschluß ..... 110/220 V + 5%, - 15%; 48 bis 60 Hz; etwa 150 VA

**ARBEITSWEISE** Der *Sendeteil* besteht aus zwei induktiv rückgekoppelten Generatoren für 500 Hz und 60 kHz, deren Ausgangsspannungen über einen Übertrager und die Spannungsteiler P4, P2 je nach Stellung des Betriebsartenschalters S1 an zwei Ausgangsbuchsen liegen. Die 500-Hz-Spannung läßt sich mit einem Spitzenspannungsmesser messen.

Im *Empfangsteil* gelangt die Eingangsspannung zu einem gegengekoppelten selektiven Verstärker mit Demodulator und Tiefpaßfilter. Der Spannungs- und Hubmesser ermöglicht es, die Eingangsspannung am Spannungsteiler P5 einzuregeln. Das demodulierte Signal wird über einen zweiten Verstärker auf den Oszillographen gegeben. Dem *Hubmesser* ist ein einstufiger Hubverstärker mit Brückengleichrichter vorgeschaltet. Einer 500-Hz-Eingangsspannung von 70 mV<sub>eff</sub> entspricht ein Frequenzhub von ± 5 MHz des Sendeklystrons im Funksystem. Der zweistufige *Ablenkverstärker* liefert die für den Kontrolloszillographen benötigte Ablenkspannung für die Zeitablenkung. Mit seinem Phasenschieber lassen sich am Oszillographen die vor- und rücklaufende Meßkurve zur Deckung bringen.

Die 500-Hz-Spannung bewirkt am Modulations- und am Überlagerungsklystron des Funksystems einen Frequenzhub von ± 5 MHz. Die 60-kHz-Spannung, deren Amplitude 1/15 der 500-Hz-Spannung beträgt, moduliert das Modulationsklystron zusätzlich mit einem Hub von etwa 330 kHz, wobei der Arbeitspunkt durch die 500-Hz-Spannung über die ganze Kennlinie verschoben wird (dynamische Abtastung). Die 60-kHz-Spannung ist die eigentliche Meßspannung, deren Amplitude auf Grund der Nichtlinearität des zu prüfenden Modulators oder Demodulators amplitudenmoduliert wird.

Beim Messen der *Modulator-Kennlinie* liegt am Modulationsklystron des Systems die Meßspannung mit 500 Hz + 60 kHz, am Überlagerungsklystron nur die 500-Hz-Spannung, d.h. es entsteht am Modulationsklystron ein Hub von 5 MHz + 330 kHz und am Überlagerungsklystron ein 5-MHz-Hub. Im nachfolgenden Umsetzer heben sich der 5-MHz-Hub des Modulations- und des Überlage-



runsklystrons auf. Am Demodulator des FM-Meßempfängers Rel 3 U 59 treten wegen der geringen Aussteuerung der Kennlinie (330 kHz) keine zusätzlichen Verzerrungen auf, so daß die Anzeige am Oszillographen ein Maß für die relativen Steilheitsänderungen der Kennlinie des Modulationsklystrons ist.

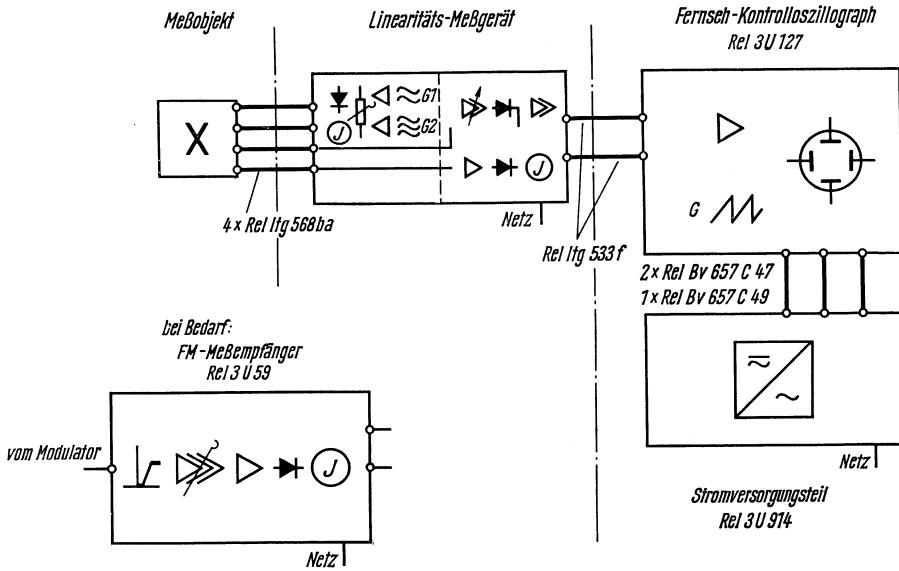
Beim Messen der *Demodulator-Kennlinie* liegt am Modulationsklystron nur die 60-kHz-Meßspannung; wegen der geringen Aussteuerung ist diese Modulation praktisch frei von Verzerrungen. Am Überlagerungsklystron liegt die 500-Hz-Spannung. Die im Umsetzer entstehende 70-MHz-Spannung ist in diesem Falle im Rhythmus von 500 Hz mit  $\pm 5$  MHz Hub und zusätzlich im Rhythmus von 60 kHz mit einem Hub von 330 kHz frequenzmoduliert, wobei der 5-MHz-Hub dazu dient, den Arbeitspunkt auf der Kennlinie des Demodulators im Takte von 500 Hz zu verschieben. Der Oszillograph zeigt eine Kurve, die ein Maß für die relativen Steilheitsabweichungen der Demodulator-Kennlinie ist.

Beim Messen der *Summe der Steilheitsänderungen von Modulator- und Demodulator-Kennlinie* liegen die 500-Hz- und die 60-kHz-Meßspannungen am Modulationsklystron. So werden Modulator- und Demodulator-Kennlinie mit dem vollen Hub von  $\pm 5$  MHz und zusätzlich mit +330 kHz Hub durchgesteuert.

**AUFBAU DES MESSPLATZES** Das Gerät, das Sendeteil und Empfangsteil in sich vereinigt, bildet zusammen mit einem geeigneten Oszillographen, z.B. dem Kontrolloszillographen Rel 3 U 127 (S. 397) mit zugehörigem Stromversorgungsteil Rel 3 U 912, einen vollständigen Meßplatz.

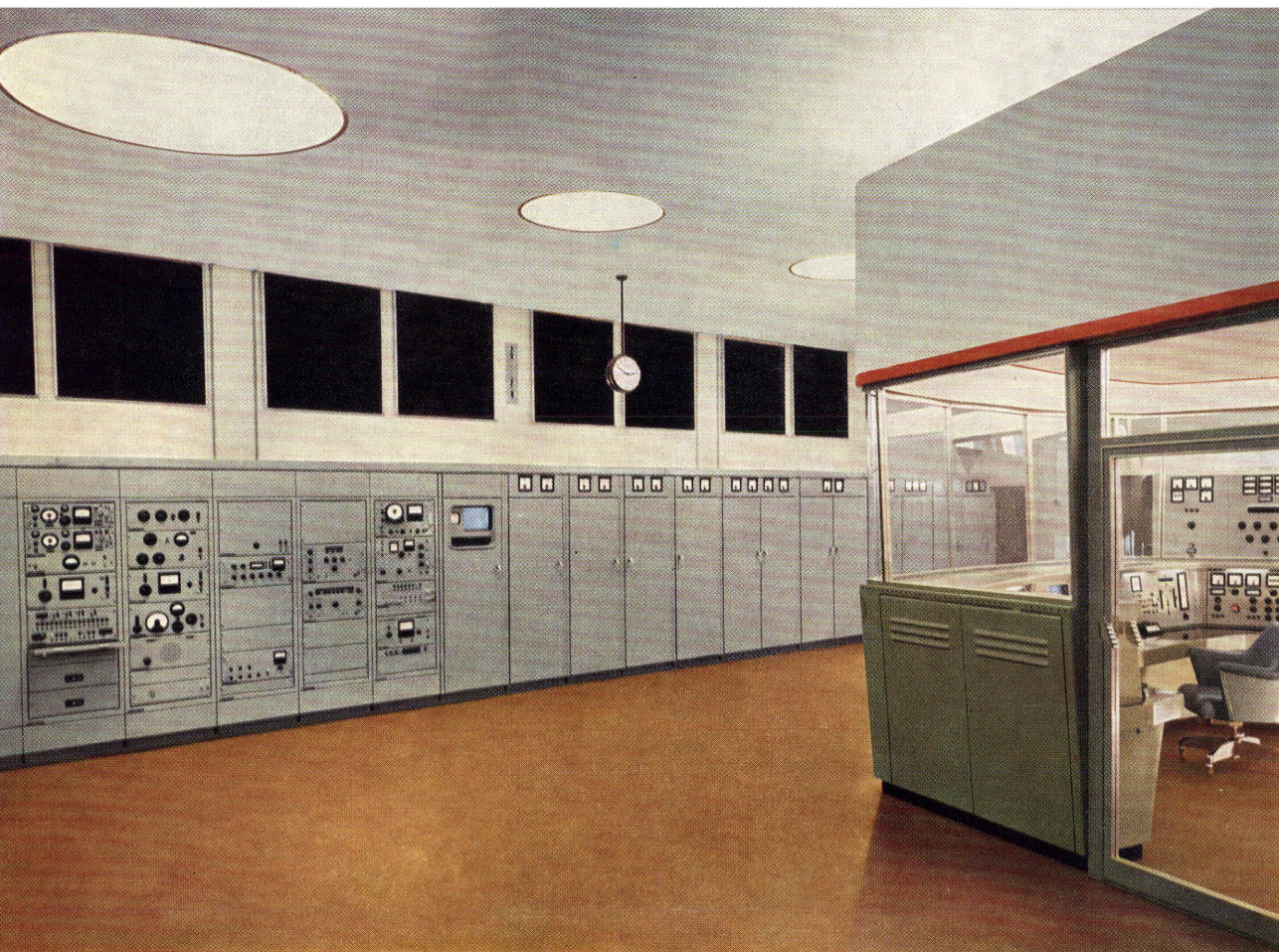
Bei Modulator-Messungen an Funksystemen mit nur einem ZF-Meßausgang, wie es z. B. beim Funksystem FM 600/4000 der Fall ist, kommt ein FM-Meßempfänger Rel 3 U 59 (S. 394) hinzu. Beim Messen des Demodulators am fernen Ende der Strecke wird ein zweites Linearitäts-Meßgerät benötigt.

Zweckmäßige Verbindungsleitungen s. Meßplatzbild.



ZUBEHÖR, ABMESSUNGEN UND GEWICHTE

Gegenstand	Bezeichnung	Abmessungen in mm	Gewicht etwa kg	Preis
<b>LINEARITÄTS-MESSGERÄT</b> (500 Hz + 60 kHz)				
Einbaugerät .....	Rel 3 F 46	520 × 236 × 414	20	
Kastengerät .....	Rel 3 F 46 c	550 × 260 × 500	35	
<i>Zubehör</i>				
10 Röhren .....	C 3 g	—	—	
je 1 Röhre .....	C 3 m, EAA 91	—	—	
2 Stabilisatoren .....	150 B 2	—	—	
1 Signallampe 12 V .....	T 1 p 2 c	—	—	
3 Schmelzeinsätze 1 A (2 als Ersatz) .....	1,0 C DIN 41 571	—	—	
<i>Nach Bedarf</i>				
1 Fernseh-Kontrolloszillograph .....	Rel 3 U 127	—	—	} S. 397
mit Stromversorgungsteil .....	Rel 3 U 912	—	—	
1 FM-Meßempfänger (70 MHz) .....	Rel 3 U 59	—	—	} S. 394
je 2 Verbindungsleitungen .....	Rel Itg 568 ba	1500	0,2	
	Rel Itg 568 ba	2000	0,2	} S. 512
2 Verbindungsleitungen .....	Rel Itg 533 f	2000	0,2	



Fünf Meßgestelle (links) eingefügt in die Front eines großen Fernsehenders

### ÜBERSICHT

Gerät	Bezeichnung Rel 3 (oder 33)	Frequenzbereich	Ausgangs- oder Eingangsspannung	Modulation Unsicherheit	Seite
Fernseh-Prüfsignalleger . . .	W 419	B-Signale	1 V <sub>ss</sub>	—	} 376
Fernseh-Prüfsignalmischer .	W 420	BAS-Signale	1 V <sub>ss</sub>	—	
Video-Pegelsender . . . . .	W 28	} 20 Hz bis 10 MHz 20 bis 20 000 Hz	1 V <sub>eff</sub> an 75 Ω	} AM; Wobbelung	} 382
			2 V <sub>eff</sub> an 600 Ω		
Meßsender . . . . .	W 63	20 Hz, . . . 5 MHz	1 V <sub>ss</sub> , 150 und 75 mV <sub>eff</sub>	} 1(2) %	} 46
AM-/FM-/VM-Meßsender . .	W 44	3 bis 300 MHz	0,1 μV bis 50 mV		
Wobbelmeßplatz für Gruppenlaufzeit- und Dämpfungsverzerrungen	33 L 61	0,1 bis 10 MHz	2 bis 1000 ns ± 1 bis 80 %	± 5 ns ± 3 %	} 386
Pegelmesser — 6/+ 2 N . . .	D 333 a, c	} 20 Hz bis 15 MHz	— 9 bis + 2 N	± 0,02 N	} 350
Pegelmesser — 50/+ 20 db .	D 333 b, d		— 75 bis + 20 db	± 0,2 db	
Seitenband-Meßeinrichtung	D 334 a	40 bis 68 MHz	} — 40 bis + 20 db	} ± 0,5 db	} 390
Seitenband-Meßeinrichtung	D 334 d	170 bis 230 MHz			
FM-Meßempfänger . . . . .	U 59	70 MHz	0,4 V <sub>eff</sub>	FM	394
Fernseh-Kontrolloszillograph	U 127/914	20 Hz bis 10 MHz	0,25 mm/mV <sub>ss</sub>	—	397
Meßgestelle für Koaxialstrecken . . . . .	33 K 512	} —	} —	} —	} 402
Richtfunkstrecken . . . . .	33 K 510/59				
Bildsender . . . . .	33 K 517				
Tonsender . . . . .	33 K 518				

**Fernseh-Prüfsignalgeber**

B-Signale

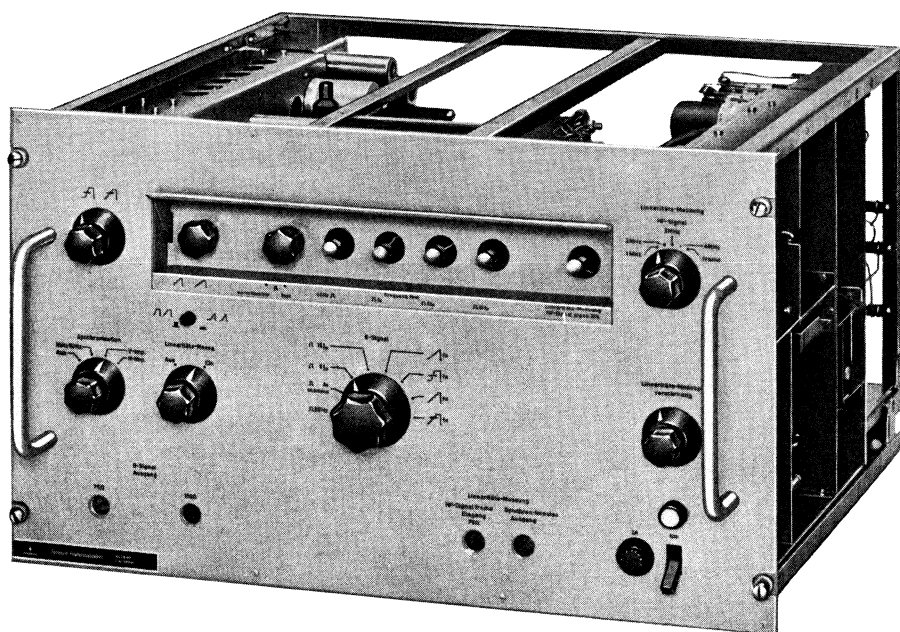
Rel 3 W 419

**Fernseh-Prüfsignalmischer**

BAS-Signale

Rel 3 W 420

**ANWENDUNG** Der Prüfsignalgeber mit eingebautem Linearitäts-Meßzusatz dient zusammen mit dem Prüfsignalmischer und dem Kontrolloszillographen Rel 3 U 127 (S. 397) zum Messen der Übertragungseigenschaften von Fernseh-Übertragungssystemen, z. B. von Kabel- und Richtfunkstrecken



Fernseh-Prüfsignalgeber  
(Einbaugerät Rel 3 W 419)

und ihren Einzelgeräten, ferner von Fernsehsendern. Das von diesem Meßgerätesatz abgegebene Meßsignal (BAS) besteht aus Zeilenaustast- (A) und Zeilensynchron-Impulsen (S) — diese liefert der Mischer — und aus einem Bildsignal (B) in Form von Rechteck-, Sägezahn- und Treppenspannungen. An Stelle der eigenen Zeilenimpulse kann der Mischer fremde Synchron- und Austast-Impulse, z. B. die Normimpulse eines Impulsebers, einmischen. Ferner ist es möglich, dem Mischer fremde Bildsignale eines stehenden oder bewegten Bildes einzukoppeln. Der Mischer zeigt, da er mit gestasteter Schwarzsteuerung arbeitet, seine Vorzüge vor allem dort, wo eine sehr genaue Pegelhaltung verlangt wird oder wo er allein mit von außen zugeführten Bildsignalen, z. B. denen einer Fernseh-kamera, betrieben werden soll.

Beide Geräte werden als Gestell-Einschübe (Ausführungen Rel 3 W 419 und 420) für Einbau in Fernseh-Meßgestelle (S. 402) und als Kastengeräte (Ausführungen Rel 3 W 419c und 420c) für beweglichen Einsatz ausgeführt.

Die Betriebsspannungen liefert über die eingebauten Netzteile das Wechselstromnetz 110/220 V.



## KENNWERTE

### Fernseh-Prüfsignalgeber:

Ausgangsspannung (Bildsignal) .....	$1 V_{SS}$ an $75 \Omega$
Ausgänge (Bildsignal) angepaßt an .....	$75 \Omega$
Eingang HF-Signal, fremd, (für Linearitätsmessungen) .....	$75 \Omega$

Kurvenformen an den Ausgängen Bildsignal:

1. 50-Hz-Rechteckschwingung,  
Tastverhältnis 1:1, freischwingend oder mit Netzfrequenz (50 Hz) synchronisiert, oder mit V-Signal aus einem Norm-Impulsgeber synchronisierbar;
2. 15 625-Hz-Rechteckschwingung (Fernseh-Horizontalfrequenz  $f_H$ ),  
von dem im Mischer eingebauten Hilfsimpulsgeber synchronisiert ( $\pm 1\%$  größte absolute Frequenzabweichung) oder von einem fremden Impulsgeber synchronisierbar;
3.  $6 \times 15\,625$ -Hz- = 93,750-kHz-Rechteckschwingung,  
Tastverhältnis 1:1 ( $\pm 10\%$ ), verschiebbar von etwa 80 bis etwa 110 kHz;
4.  $16 \times 15\,625$ -Hz- = 250-kHz-Rechteckschwingung,  
Tastverhältnis 1:1 ( $\pm 10\%$ ), verschiebbar von etwa 190 bis etwa 270 kHz;
5. Sägezahnschwingung mit Horizontalfrequenz (15 625 Hz),  
Länge 1 Zeile;
6. Sägezahnschwingung mit Horizontalfrequenz (15 625 Hz),  
Länge  $\frac{1}{4}$  Zeile;
7. Treppenschwingung mit Horizontalfrequenz (15 625 Hz),  
Länge 1 Zeile, Stufenzahl 8 (einstellbar von 6 bis 10);
8. Treppenschwingung mit Horizontalfrequenz (15 625 Hz),  
Länge  $\frac{1}{4}$  Zeile, Stufenzahl 8 bis 11 einstellbar.

Die Prüfsignale 6 und 8 sind in ihrer Phase verschiebbar und außerdem fest auf das erste und letzte Viertel der Zeilenlänge einstellbar; damit kann der Gleichstrom-Mittelwert des Bildes verändert werden.

Die Signale 5 bis 8 und die entsprechenden BAS-Signale können im Linearitäts-Meßzusatz mit einer Hochfrequenzschwingung von 1, 2, 3 oder 4 MHz (oder fremd eingespeisten Schwingungen von 1 bis 5 MHz) überlagert werden.

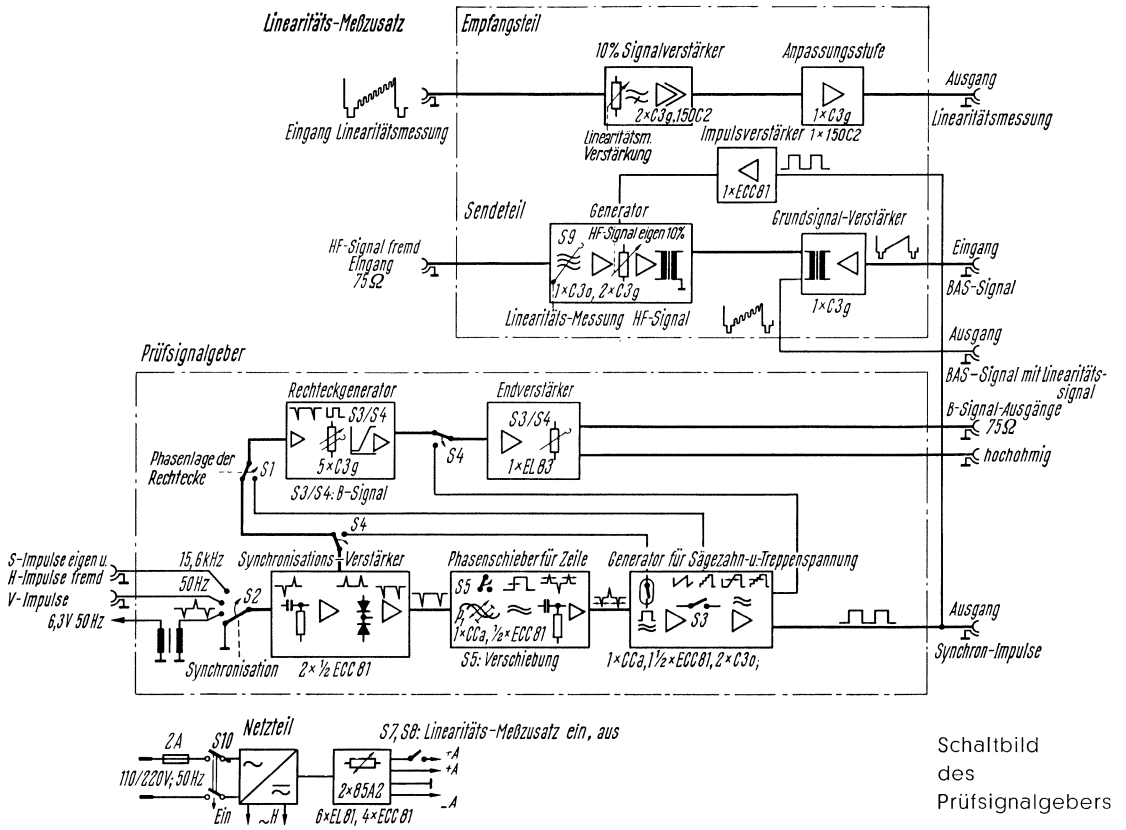
Ausgangssignal des Linearitäts-Meßzusatzes (Empfangsteil) .....	$0,2 V_{SS}$
Netzanschluß .....	$110/220 V \pm 5, -15\%$ ; 49 bis 51 Hz; 400 VA

### Fernseh-Prüfsignalmischer:

Ausgangsspannung, regelbar (BAS-Signal) .....	bis $1,3 V$
Ausgänge angepaßt an .....	$75$ und $150 \Omega$
Eingangsspannung;	
Bildsignal an $75 \Omega$ .....	$1 V_{SS}$
Austastsignal, negative Impulse .....	$4 V_{SS}$
Synchronisiersignal, negative Impulse .....	$4 V_{SS}$
Netzanschluß .....	$110/220 V \pm 5, -15\%$ ; 49 bis 51 Hz; 440 VA

ARBEITSWEISE Es arbeiten zusammen: der Prüfsignalgeber, der Prüfsignalmischer, der im Signalgeber eingebaute Linearitäts-Meßzusatz, der im Mischer eingebaute Hilfsimpulsgeber und der auf S. 397 beschriebene Fernseh-Kontrolloszillograph.

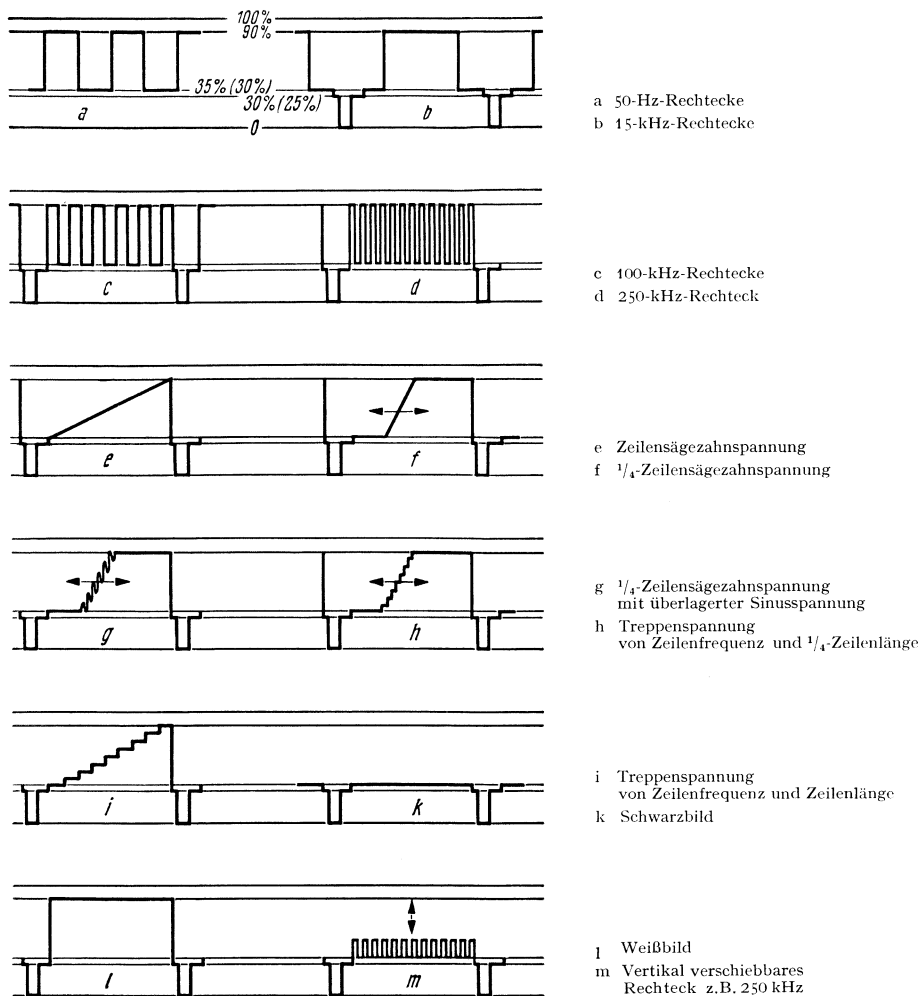
Der *Prüfsignalgeber* enthält einen auf die Frequenzen 50 Hz, 15 625 Hz,  $6 \times 15\,625$  Hz (etwa 100 kHz) und  $16 \times 15\,625$  Hz (250 kHz) umschaltbaren Rechteckgenerator; dieser wird von einem Synchronisationsverstärker mit 50 Hz oder 15 625 Hz synchronisiert. Ein anderer Kreis liefert eine Säge-



zahnspannung und eine achtstufige Treppenspannung, beide mit Zeilenlänge oder  $1/4$  Zeilenlänge. Ein Kathodenverstärker (Endverstärker) koppelt die Spannungen aus (Ausgänge Bildsignal, 75  $\Omega$  und hochohmig).

Die Prüfsignale werden mit dem Schalter „B-Signal“ gewählt. Der Schalter S 2 („Synchronisation“) dient zum Umschalten auf die Synchronisationssignale (S-Impulse aus dem Hilfsimpulsgeber, H- oder V-Impulse aus einem Norm-Impulsgeber oder 50-Hz-Spannung aus dem Netz). Die Ausgangsamplitude der Prüfsignale bleibt beim Umschalten von einem Signal auf das andere auf  $\pm 1\%$  der Gesamtamplitude konstant.

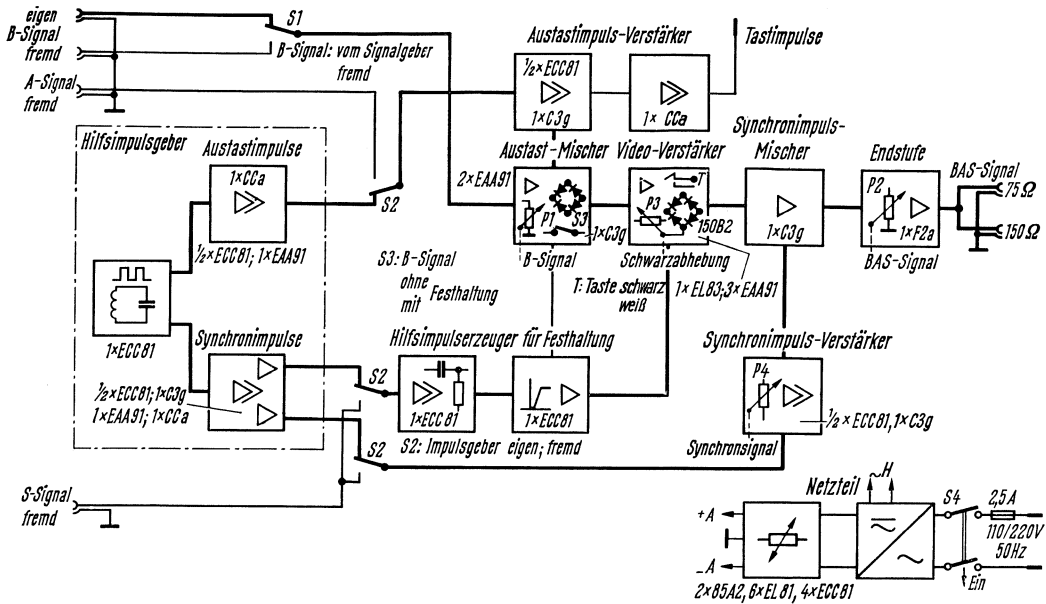
Der im Prüfsignalgeber eingebaute *Linearitäts-Meßzusatz* besteht aus einem Sendeteil, der dem BAS-Signal (mit den Bildsignalen 5 bis 8, s. Kennwerte) eine HF-Schwingung von 1, 2, 3 oder 4 MHz in der Größe von 10% der Gesamtamplitude additiv überlagert, wobei der Austast- und Synchronimpuls von der überlagerten Hochfrequenz freibleibt. Das mit der HF-Spannung überlagerte BAS-Signal gelangt vom Linearitäts-Meßzusatz über das Meßobjekt und den Empfangsteil des Linearitäts-



Kurvenformen der Ausgangsspannung an den Ausgängen Bildsignal

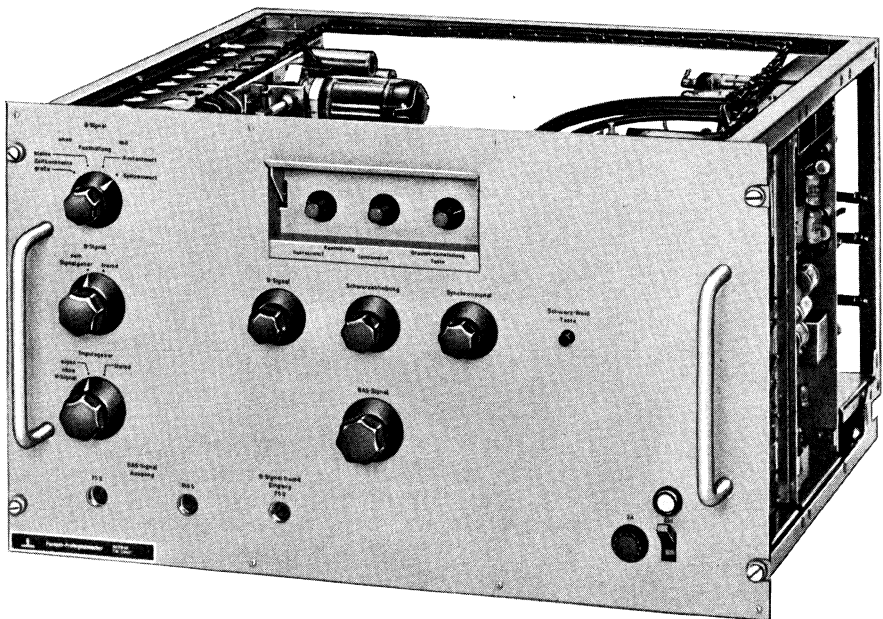
Meßzusatzes zum Kontrolloszillographen. Die Hüllkurve des hier dargestellten HF-Signals ist ein Maß für die Verzerrungen in Abhängigkeit vom Bildpegel zwischen Schwarz und Weiß. Die Amplitude der zugesetzten HF-Schwingung und die Spitzenspannungswerte des vom Meßobjekt kommenden BAS-Signals sind einstellbar.

Der *Prüfsignalmischer* besteht aus einem Hilfsimpulsgeber und dem eigentlichen Mischteil. Der Hilfsimpulsgeber erzeugt Zeilen-Austastimpulse mittels eines mit einem Schwingkreis stabilisierten Multivibrators. Der Synchronimpuls wird durch Impulsformerkreise aus dem Austastimpuls erzeugt. Der Mischteil besteht aus einem Video-Verstärker, in dem ein fremder Bildinhalt oder die Prüfsignale mit den im Hilfsimpulsgeber erzeugten oder fremden Austast- und Synchronimpulsen gemischt werden können, und einigen Hilfskreisen, die der Vorverstärkung der eingemischten Austast- und Synchronimpulse und der Erzeugung der Hilfsaustastimpulse für die getastete Schwarzsteuerung dienen. Am Ausgang des Mischteiles liegt ein Video-Gemisch (BAS-Signal) von  $1,3 V_{ss}$  an  $75 \Omega$  und an  $150 \Omega$ .



Schaltbild des Prüfsignalmixers

Mit dem Regler P 1 wird die Amplitude des Bildsignals, mit P 4 die Amplitude des Synchronsignals, mit P 3 die Schwarzabhebung, mit P 2 die Gesamtamplitude des BAS-Signals geregelt. Der Schalter S 3 ermöglicht die Wahl, ob das B-Signal mit getasteter Schwarzsteuerung, mit einer Niveaudiode (Spitzenfesthaltung am Synchronimpuls) oder überhaupt nicht festgehalten werden soll. Nach Einstellung eines Schwarzbildes mit dem Regler P 3 für die Schwarzabhebung kann mit der Schwarz-Weiß-Taste T auf ein Weißbild oder jeden anderen einstellbaren Pegel umgeschaltet werden.



Prüfsignalmischer (Einbaugerät Rel 3 W 420)

ZUBEHÖR, ABMESSUNGEN UND GEWICHTE

Gegenstand	Bezeichnung	Abmessungen in mm	Gewicht etwa kg	Preis
<b>FERNSEH-PRÜFSIGNALGEBER</b>				
(B-Signale)				
Einbaugerät .....	Rel 3 W 419	520 × 306 × 416	34	
Kastengerät .....	Rel 3 W 419c	550 × 334 × 500	36	
<i>Zubehör</i>				
11 Röhren .....	C 3g	—	—	
7 Röhren .....	ECC 81	—	—	
6 Röhren .....	EL 81	—	—	
3 Röhren .....	C 3o	—	—	
2 Röhren .....	CCa	—	—	
1 Röhre .....	EL 83	—	—	
2 Stabilisatoren .....	85 A 2	—	—	
1 Stabilisator .....	150 C 2	—	—	
3 Schmelzeinsätze 2 A (2 als Ersatz) .....	2 C DIN 41 571	—	—	
1 Signallampe 12 V .....	T lp 2c	—	—	
2 Verbindungsleitungen .....	Rel Itg 533e	1500	0,2	S. 512
1 Verbindungsleitung (zum Kastengerät) .....	Rel Bv657C 57	1500	0,3	
<i>für Kastengerät zusätzlich</i>				
1 Netzanschlußleitung .....	9 Rel Itg 20a	2000	0,3	} S. 512
2 Verbindungsleitungen, z. B. ....	Rel Itg 533b	500	0,2	
1 Verbindungsleitung, z. B. ....	Rel Itg 533d	1000	0,2	
<b>FERNSEH-PRÜFSIGNALMISCHER</b>				
(BAS-Signale)				
Einbaugerät .....	Rel 3 W 420	520 × 306 × 416	34	
Kastengerät .....	Rel 3 W 420c	550 × 334 × 500	36	
<i>Zubehör</i>				
9 Röhren .....	ECC 81	—	—	
7 Röhren .....	EAA 91	—	—	
6 Röhren .....	EL 81	—	—	
5 Röhren .....	C 3g	—	—	
2 Röhren .....	CCa	—	—	
je 1 Röhre .....	EL 83, F 2a	—	—	
2 Stabilisatoren .....	85 A 2	—	—	
1 Stabilisator .....	150 B 2	—	—	
3 Schmelzeinsätze 2,5 A (2 als Ersatz) .....	2,5 C DIN 41571	—	—	
1 Signallampe 12 V .....	T lp 2c	—	—	
2 Verbindungsleitungen .....	Rel Itg 533d	1000	0,2	S. 512
<i>für Kastengerät zusätzlich</i>				
1 Netzanschlußleitung .....	9 Rel Itg 20a	2000	—	} S. 512
1 Verbindungsleitung, z. B. ....	Rel Itg 533b	500	0,2	
2 Verbindungsleitungen, z. B. ....	Rel Itg 533e	1500	0,2	

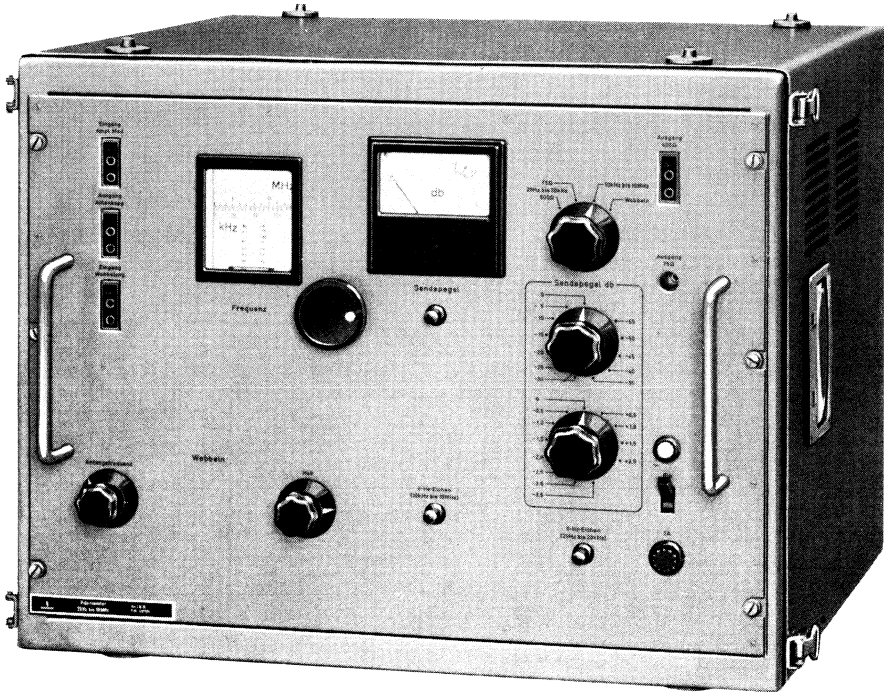


## Video-Pegelsender

20 Hz bis 10 MHz

Rel 3 W 28

**ANWENDUNG** Der Frequenzbereich dieser Meßstromquelle umfaßt das Video-Frequenzband in zwei Teilbereichen (20 bis 20000 Hz und 10 kHz bis 10 MHz). Die Frequenz wird von Hand eingestellt. Eine Einrichtung zum elektrischen Wobbeln des Frequenzbandes 100 kHz bis 10 MHz ist



eingebaut. Der Anbau einer mechanischen Wobbeleinrichtung ist grundsätzlich möglich. Neben dem 75- $\Omega$ -HF-Ausgang hat das Gerät einen zusätzlichen Ausgang für eine klirrarmer Tonfrequenzspannung ( $k = \leq 0,2\%$ ).

Der Pegelsender ist eine vielseitig einsetzbare Meßstromquelle für Messungen an den Video-Übertragungswegen (Kabel-, Richtfunk- oder UKW-Zubringer-Strecken), aber auch an anderen breitbandigen Systemen. Da der Meßsender auch tonfrequente Spannungen abgibt, eignet er sich ganz allgemein für Frequenzgangmessungen an beliebigen Vierpolen.

Die Betriebsspannungen liefert über den eingebauten Netzteil das Wechselstromnetz 110/220 V.

### KENNWERTE

Frequenzbereich	20 Hz bis 10 MHz
in zwei Teilbereichen (I und II)	20 bis 20000 Hz; 10 kHz bis 10 MHz
Bereich III, klirrarmer Ausgangsspannung	20 bis 20000 Hz
Bereich IV, Wobbelspannung	100 kHz bis 10 MHz

### Bereich I

Frequenzbereich	20 bis 20000 Hz
Frequenzunsicherheit nach 0-Hz-Eichung	$\pm 2\% \pm 4$ Hz

Frequenzänderung	
nach 1 Std Betriebszeit .....	$\leq 3$ Hz/Std
bei $\pm 10\%$ Netzspannungsschwankungen .....	$\leq 3$ Hz
Frequenzskale .....	annähernd logarithmisch
Ausgangswiderstand .....	75 $\Omega$
Ausgangsspannung an $Z = 75 \Omega$ .....	bis 1 $V_{\text{eff}}$ (+3 db)
teilbar mit eingebauter Eichleitung .....	$11 \times 5$ db und $11 \times 0,5$ db
Feineinstellung, stetig .....	$\pm 1$ db
Messung der Spannung vor der Eichleitung .....	mit Drehspulinstrument
Unsicherheit der Ausgangsspannung	
bei mittlerer Frequenz, an $Z = 75 \Omega$ .....	$\leq 2\%$
Frequenzabhängigkeit .....	$\leq 2\%$
zusätzlich bei $\pm 10\%$ Netzspannungsschwankungen .....	etwa $\pm 1\%$
Klirrfaktor	
für $f = \geq 100$ Hz .....	1%
bei $f = 20000$ Hz .....	bis 3%

### Bereich II

Frequenzbereich .....	10 kHz bis 10 MHz
Frequenzunsicherheit nach 0-Hz-Eichung .....	$\pm 1\%$ $\pm 2$ kHz
Frequenzänderung	
nach 1 Std Betriebszeit .....	$\leq 3$ kHz/Std
bei $\pm 10\%$ Netzspannungsschwankungen .....	$\leq \pm 300$ Hz
Frequenzskale .....	annähernd logarithmisch
Ausgangsspannung an 75 $\Omega$ .....	bis 1 $V_{\text{eff}}$ (+3 db)
teilbar mit eingebauter Eichleitung .....	$11 \times 5$ db und $11 \times 0,5$ db
Feineinstellung, stetig .....	$\pm 1$ db
Messung der Spannung vor der Eichleitung .....	mit Drehspulinstrument
Ausgangswiderstand .....	75 $\Omega$
Unsicherheit der Ausgangsspannung	
bei mittlerer Frequenz, an $Z = 75 \Omega$ .....	$\leq 2\%$
Frequenzabhängigkeit zwischen 10 kHz und 10 MHz .....	$\leq 2\%$
zusätzlich bei $\pm 10\%$ Netzspannungsschwankungen .....	etwa $\pm 1\%$
Klirrfaktor der Ausgangsspannung	
für $f < 3$ MHz .....	$\leq 1\%$
bei $f = 10$ MHz .....	$\leq 2\%$
Amplitudenmodulation (Fremdmodulation):	
Modulationsfrequenz .....	30 Hz bis 100 kHz
Erforderliche Modulationsspannung für $m = 30\%$ .....	etwa 0,3 $V_{\text{eff}}$
Wobbelung:	
Eigenwobbelung .....	s. unter Bereich IV
Bei Betrieb mit einer mechanischen Wobbeleinrichtung	
Synchrone Ablenkspannung für den Oszillographen .....	0 bis 2 $V_{\text{ss}}$

### Bereich III

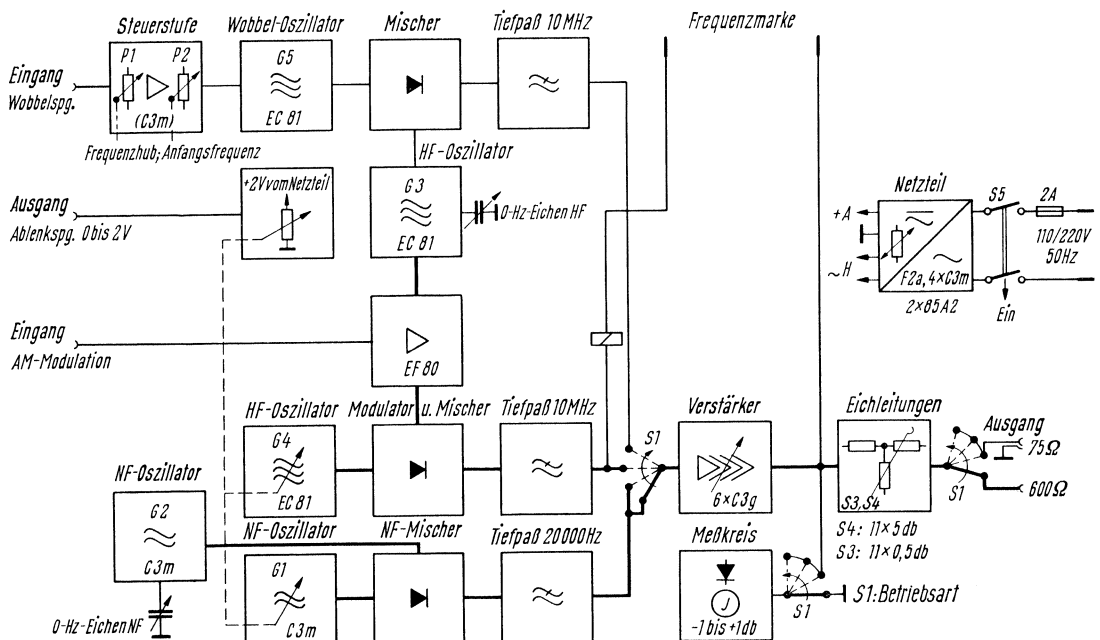
Frequenzbereich, Frequenzunsicherheit,	
Frequenzänderung, Skalenteilung .....	wie Bereich I
Ausgang angepaßt an .....	600 $\Omega$

Ausgangsspannung an  $Z = 600 \Omega$  ..... bis  $2 V_{\text{eff}}$   
 Unsicherheit der Ausgangsspannung (zwischen 20 und 10000 Hz) .....  $\leq \pm 5\%$   
 Klirrfaktor der Ausgangsspannung (bei Abschluß mit  $600 \Omega$ )  
 im Bereich von 60 bis 10000 Hz .....  $\leq 0,2\%$

*Bereich IV* (Wobbelbetrieb)

Frequenzbereich ..... 100 kHz bis 10 MHz  
 Anfangsfrequenz, einstellbar ..... von 100 kHz bis 10 MHz  
 Frequenzhub, einstellbar ..... von 100 kHz bis 10 MHz  
 Wobelfrequenz (Sägezahnspannung) ... von außen, z. B. aus einem Oszillographen  
 Erforderliche Wobbelspannung  
 für einen Frequenzhub von 10 MHz ..... etwa  $-8 V_{\text{ss}}$  gegen Erde  
 Zur Steuerung eines Frequenzmarkengebers  
 Wobbelspannung im Videobereich ..... etwa 40 mV an  $75 \Omega$   
 Vergleichsspannung (Frequenz mit dem Frequenzdrehkondensator  
 des Bereichs II eingestellt) ..... etwa 45 mV an  $75 \Omega$   
 Netzanschluß ..... 110/220 V  $\pm 10\%$ ; 48 bis 52 Hz; 180 VA

**ARBEITSWEISE** Der Meßsender arbeitet in allen Frequenzbereichen nach dem Schwebungsprinzip. Zur Erzeugung der Schwingungen mit 20 bis 20000 Hz dienen zwei LC-Oszillatoren (G1, G2) mit etwa 170 kHz. Der Schwebungsteil für den Frequenzbereich 10 kHz bis 10 MHz arbeitet aus



Stabilitätsgründen mit Topfkreis-Sendern (G3, G4) für Frequenzen um etwa 100 MHz. Die frequenzbestimmenden Drehkondensatoren der Oszillatoren G1 und G4 sitzen auf einem gemeinsamen Antrieb mit einer Trommelskala, die eine nutzbare Skalenlänge von etwa 1 m hat; dadurch ergeben sich hohe Ablesegenauigkeiten.



Neben der Frequenzeinstellung von Hand besteht grundsätzlich die Möglichkeit, einen mechanischen Wobbelantrieb anzubauen und die Frequenzbereiche langsam periodisch zu überstreichen. Mit dem eingebauten Wobbel-Oszillator ist es möglich, im Bereich 10 kHz bis 10 MHz elektrisch zu wobbeln, z. B. mit 25 oder 50 Hz. Dieser Wobbel-Sender (G 5) arbeitet mit dem festen Topfkreis-Sender (G 3) zusammen; er besteht aus einem LC-Generator, dessen frequenzbestimmende Induktivität durch einen steuernden Gleichstrom geändert werden kann. Die erforderliche Steuerspannung (Kippspannung) ist dem Sender von außen zuzuführen. Eine Steuerstufe erzeugt die erforderliche Steuerleistung. Mit Hilfe von zwei Potentiometern in dieser Stufe wird sowohl der Frequenzhub (P 1) als auch die Anfangsfrequenz (P 2) geregelt; der Frequenzhub läßt sich zwischen 100 kHz und 10 MHz ändern. Der Mischteil für den Frequenzbereich 10 kHz bis 10 MHz enthält eine Stufe zur Amplitudenmodulation des festen Trägers und damit auch der Ausgangsspannung.

Die Ausgänge der drei Mischteile (Tiefpässe) werden wahlweise mit dem Bereichschalter S 1 auf einen vierstufigen, um  $\pm 1$  db stetig regelbaren Verstärker geschaltet. Auf den Verstärkerausgang folgen zwei Eichleitungen mit  $Z = 75 \Omega$ . Der Meßkreis, vor der Eichleitung angeschlossen, wird im Bereich III (20 bis 20000 Hz, klirrarm) abgeschaltet, um die nichtlineare Rückwirkung der Gleichrichtung aufzuheben.

#### ZUBEHÖR, ABMESSUNGEN UND GEWICHTE

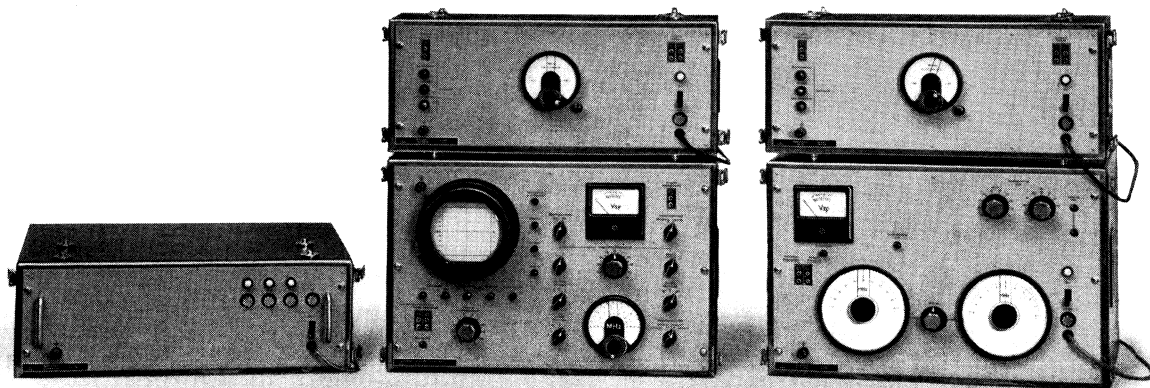
Gegenstand	Bezeichnung	Abmessungen in mm	Gewicht etwa kg	Preis	
<b>VIDEO-PEGELSENDER</b> (20 Hz bis 10 MHz)					
Einbaugerät .....	Rel 3 W 28a	520 × 372 × 414	45	} S. 512	
Kastengerät .....	Rel 3 W 28b	550 × 396 × 500	65		
<i>Zubehör</i>					
je 6 Röhren .....	C 3m, C 3g	—	—		
3 Röhren .....	EC 81	—	—		
je 1 Röhre .....	EF 80, F 2a	—	—		
2 Stabilisatoren .....	85 A 2	—	—		
je 1 Eisenwasserstoff-Widerstand .....	EW 6-18 V/0,5 A	—	—		
	EW 5-15 V/0,7 A	—	—		
3 Schmelzeinsätze 2 A (2 als Ersatz) .....	2 C DIN 41 571	—	—		
1 Signallampe 12 V .....	T 1p 2c	—	—		
<i>Nach Bedarf</i>					
1 Verbindungsleitung, $Z = 75 \Omega$ , z. B. ....	Rel ltg 533a, ...f	300, ...2000	0,2		
1 Verbindungsleitung, z. B. ....	Rel ltg 547a, ...e	250, ...2000	0,2		

## Wobbelmeßplatz für Gruppenlaufzeit- und Dämpfungs-Verzerrungen

Rel 33 L 61

0,1 bis 10 MHz

**ANWENDUNG** Dieser Wobbelmeßplatz mißt Gruppenlaufzeit-Verzerrungen (s. S. 541) im Frequenzbereich von 0,1 bis 10 MHz. Der Meßplatz wird vor allem für Messungen an Fernsehübertragungseinrichtungen eingesetzt; dabei ist es gleichgültig, ob das Übertragungssystem das Fernsehband in



der natürlichen oder in einer höheren Frequenzlage überträgt. Die Differenzkurve der Gruppenlaufzeit über der Frequenz erscheint auf dem Schirm einer Kathodenstrahlröhre. Durch Umlegen eines Schalters am Empfänger lassen sich auf gleiche einfache Weise auch die Dämpfungs-Verzerrungen des Übertragungsweges über der Frequenz abbilden.

Sender und Empfänger können zur Messung vollständiger Übertragungsstrecken an getrennten Orten aufgestellt werden.

Die Betriebsspannungen liefert über die Netzteile der einzelnen Geräte das Wechselstromnetz.

### KENNWERTE

#### Wobbelsender:

Frequenzbereich ..... 0,1 bis 10 MHz

Frequenzdurchlauf:	Wobbelhub	Wobbelfrequenz
Bereich 1 .....	10 MHz	1 Hz
Bereich 2 .....	1 MHz	1 Hz

#### Amplitudenmodulation (mit Steuersender S):

Spaltfrequenz, wahlweise ..... 12,5 oder 100 kHz

Modulationsgrad ..... etwa 30%

Größte Ausgangsspannung ..... 1 V<sub>Sp</sub>

herabsetzbar in Schritten von 0,5 db ..... um 0, ... 55 db

Frequenzgang ..... etwa ± 0,1 db

Klirrfaktor ..... ≤ 2%

Ausgangswiderstand ..... 75 Ω

Netzanschluß ..... 110/220 V ± 10%; 40 bis 60 Hz; etwa 160 VA

*Steuersender „S“:*

Frequenz	12,5 und 100 kHz ( $\pm 10^{-5}$ )
Urspannung	etwa 250 mV
Innenwiderstand	300 $\Omega$
Netzanschluß	110/220 V $\pm 10\%$ ; 40 bis 60 Hz; etwa 100 VA

*Empfänger:*

Frequenzbereich	0,1 bis 10 MHz
Eingangsspannung	150 mV, ... 1,5 V <sub>Sp</sub>
Eingangswiderstand	75 $\Omega$
Größe des Schirmbildes	80 mm $\times$ 80 mm

*Gruppenlaufzeit-Verzerrung  $\Delta\tau$ :*

Bezugsfrequenz	100 kHz
Meßbereich für Vollausslenkung, in drei Schritten	100; 300; 1000 ns
Kleinster erkennbarer Wert $\Delta\tau$	2 ns
Meßunsicherheit	$\pm 5$ ns

*Dämpfungs-Verzerrung  $\Delta a$ :*

Meßbereich für Vollausslenkung, in drei Schritten	$\pm 20$ ; $\pm 40$ ; $\pm 80\%$
Kleinster erkennbarer Wert $\Delta a$	$\pm 1\%$
Meßunsicherheit (einschließlich Sender)	$\pm 3\%$

*Frequenzmarke:*

Frequenzbereich des eingebauten Vergleichsoszillators	0,1 bis 10 MHz
Frequenzunsicherheit der Frequenzmarke	$\leq 3\%$
Netzanschluß	
über Netzgerät Rel 3 K 216	110/220 V $\pm 10\%$ ; 40 bis 60 Hz; etwa 400 VA

*Steuersender „E“:*

Frequenz	100 kHz $\pm 10^{-5}$
Urspannung	etwa 250 mV
Innenwiderstand	300 $\Omega$
Netzanschluß	110/220 V $\pm 10\%$ ; 40 bis 60 Hz; etwa 50 VA

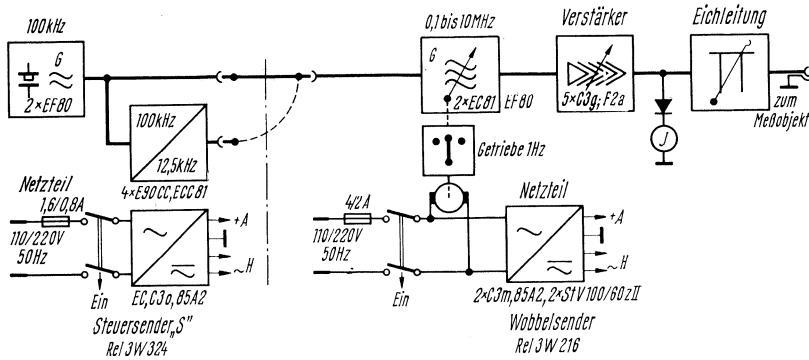
**ARBEITSWEISE UND AUFBAU DES MESSPLATZES** Am Eingang des Meßobjektes liegt eine Meßspannung veränderbarer Frequenz, die mit einer Sinusspannung der Frequenz  $f_m$  (der sogenannten Spaltfrequenz) moduliert ist. Am Ausgang des Meßobjektes wird die Phase der demodulierten Spannung, bezogen auf die der ursprünglichen Modulationsspannung, gemessen. Bei Messungen an Übertragungsstrecken liefert am fernen Empfangsort der Steuersender „E“ des Empfangsteils die Bezugsspannung.

Die Frequenz  $f$  des als Schwebungssender arbeitenden *Wobbelsenders* ist von 0,1 bis 10 MHz durch zwei Drehkondensatoren veränderbar, die entweder über ein umschaltbares Getriebe von einem Motor angetrieben oder von Hand eingestellt werden. Dadurch wobbelt man das ganze Frequenzband oder beliebig einstellbare Teilabschnitte von 1 MHz Breite mit der Wobelfrequenz  $f_w = 1$  Hz. Die Spannung des Wobbelsenders wird amplitudenmoduliert mit einer Spannung der Spaltfrequenz  $f_m$ , die der Steuersender „S“ liefert.

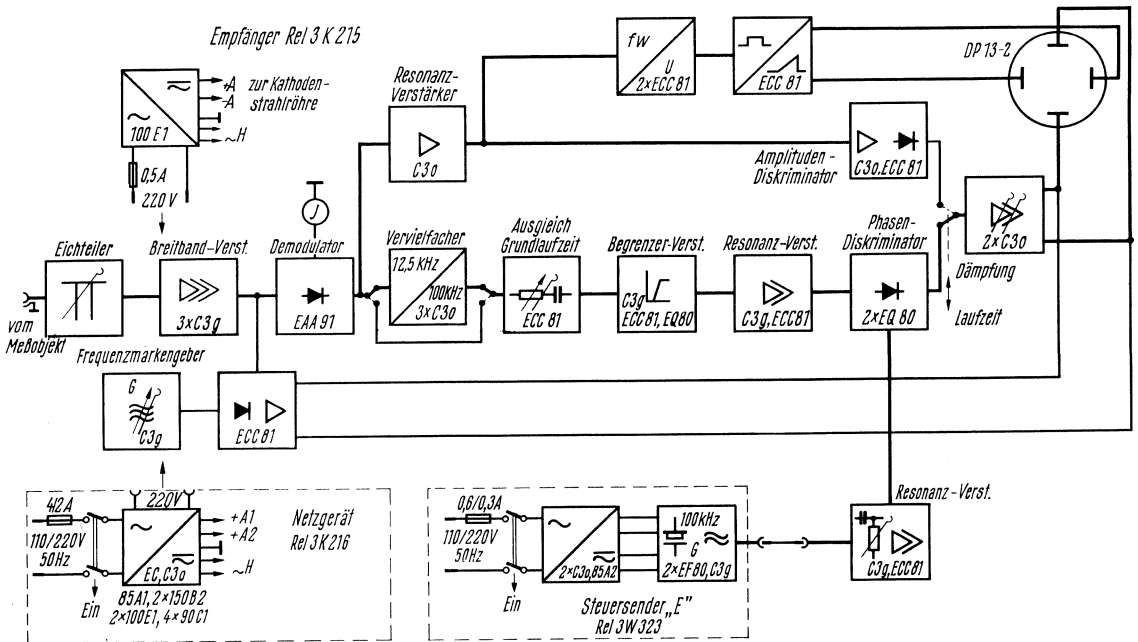
Dieser *Steuersender* „S“ mit hoher Frequenzgenauigkeit und -konstanz enthält einen quartzgesteuerten Oszillator für 100 kHz. Die Frequenz seiner Ausgangsspannung wird in einem eingebauten Frequenzteiler auf 12,5 kHz für Laufzeit-Messungen im unteren Frequenzbereich geteilt.



Die modulierte und gewobbelte Ausgangsspannung ist im gesamten Frequenzbereich konstant. Sie wird mit Hilfe des eingebauten Spannungsmessers J eingestellt und über die eingebaute Eichleitung (0 bis 55 db) an den Video-Eingang des zu messenden Übertragungssystems gelegt.



Im Empfänger gelangt das Meßsignal vom Ausgang des Meßobjektes über einen Eichteiler zu einem Breitbandverstärker. Dessen Ausgangsspannung läßt sich mit dem Eichteiler und dem eingebauten Spannungsmesser auf einen vom Empfangspegel unabhängigen konstanten Wert einstellen. Hinter dem Verstärker wird das Meßsignal in vier Wege aufgeteilt:



1. Die Wobelfrequenz  $f_w$  bestimmt die Spannung zur horizontalen Ablenkung des Kathodenstrahles so daß Beginn und Ende der Ablenkung mit Anfang und Ende des Wobbelhubes zusammenfallen. Damit ist jedem Punkt der Abszisse eine Meßfrequenz zugeordnet.
2. Durch Demodulation erhält man die Spannung der Spaltfrequenz  $f_m$ . Sie wird unmittelbar oder, wenn ihre Frequenz 12,5 kHz beträgt, nach Vervielfachung auf 100 kHz im Phasendiskriminator mit der Spannung der Bezugsspannung verglichen. Die Bezugsspannung liefert der Steuersender „E“, der dem Steuersender „S“ gleicht, jedoch die Frequenzteilerstufe nicht enthält. Bei Phasendifferenzen entsteht am Ausgang des Diskriminators eine Spannung, die in Stellung „Laufzeit“ eines

Schalters nach Verstärkung die vertikale Auslenkung des Kathodenstrahls bewirkt. Ein Phasenschieber gleicht die Grundlaufzeit so aus, daß nur *Laufzeit-Differenzen* angezeigt werden.

3. Das verstärkte Meßsignal bewirkt nach Gleichrichtung in Stellung „Dämpfung“ des Schalters die vertikale Auslenkung. Auf dem Schirm bildet sich die *Dämpfungskurve* des Meßobjektes ab.

4. Das Meßsignal wird mit der Ausgangsspannung eines eingebauten Oszillators gemischt, dessen Frequenz im Bereich 0,1 bis 10 MHz stetig einstellbar ist. Bei Gleichheit beider Frequenzen entsteht ein Impuls, der eine *vertikale Frequenzmarke* auf dem Bildschirm schreibt.

Die fünf hier kurz beschriebenen Geräte bilden einen in sich abgeschlossenen Meßplatz. Auch die erforderlichen Verbindungsleitungen werden als Zubehör immer mitgeliefert.

#### ZUBEHÖR, ABMESSUNGEN UND GEWICHTE

Gegenstand	Bezeichnung	Abmessungen in mm	Gewicht etwa kg	Preis
WOBBELMESSPLATZ FÜR GRUPPENLAUFZEIT- UND DÄMPFUNGS- VERZERRUNGEN (0,1 bis 10 MHz).....	Rel 33 L 61			
<i>bestehend aus</i>				
1 Wobbelsender (0,1 bis 10 MHz) .....	Rel 3 W 216	550 × 362 × 540	45	
1 Steuersender „S“ (12,5/100 kHz) .....	Rel 3 W 324	550 × 232 × 280	15	
1 Empfänger (0,1 bis 10 MHz) .....	Rel 3 K 215	550 × 362 × 540	30	
1 Netzgerät zum Empfänger.....	Rel 3 K 216	550 × 192 × 540	40	
1 Steuersender „E“ (100 kHz) .....	Rel 3 W 323	550 × 232 × 280	12	
<i>Zubehör</i>				
1 Kathodenstrahlröhre .....	DP 13—2	—	—	
13 Röhren .....	C 3 g	—	—	
11 Röhren .....	C 3 o	—	—	
10 Röhren .....	ECC 81	—	—	
5 Röhren .....	EF 80	—	—	
4 Röhren .....	E 90 CC	—	—	
3 Röhren .....	EQ 80	—	—	
je 2 Röhren .....	C 3 m, EC, EC 81	—	—	
je 1 Röhre.....	EAA 91, F 2 a	—	—	
2 Quarze .....	Rel 673 S 24	—	—	
4 Stabilisatoren .....	90 C 1	—	—	
je 3 Stabilisatoren .....	100 E 1, 85 A 2	—	—	
je 2 Stabilisatoren .....	150 B 2, StV 100/60 z II	—	—	
1 Stabilisator .....	85 A 1	—	—	
1 Eisenwasserstoff-Widerstand .....	EW 0,5 A, 3...9 V	—	—	
11 Eisenwasserstoff-Widerstände .....	EW 0,4 A, 3...9 V	—	—	
Verschiedene Schmelzeinsätze .....	—	—	—	
6 Signallampen 12 V .....	T lp 2c	—	—	
6 Signallampen 24 V .....	T lp 2d	—	—	
je 1 Verbindungsleitung .....	Rel Bv 657 C 44/C 45	—	—	
3 Verbindungsleitungen .....	Rel Itg 546c	1500	0,2	} S. 512
2 Verbindungsleitungen, Z=75Ω.....	Rel Itg 533e	1500	0,2	

B 8

## Seitenband-Meßeinrichtung

40 bis 68 MHz

Rel 3 D 334 a

## Seitenband-Meßeinrichtung

170 bis 230 MHz

Rel 3 D 334 d

**ANWENDUNG** Diese Maßeinrichtungen dienen vor allem zur betriebsmäßigen Überwachung und Aufnahme des Amplitudenverlaufs der Seitenbänder von Fernsehsendern mit einer Trägerfrequenz zwischen 40 und 68 MHz oder 170 und 230 MHz (Band I oder III). Die Geräte liefern dazu als Bildinhalt für die Modulation des Senders eine sinusförmige Spannung, deren Frequenz von 0,1 bis



6 MHz von Hand oder gewobbelt veränderbar ist und, wenn erforderlich, über einen Mischer, z. B. dem Prüfsignalmischer Rel 3 W 420, S. 376, mit Austast- und Synchronsignal versehen werden kann. Der  $\cos^2$ -förmige Frequenzgang des Mixers läßt sich dabei durch einen Frequenzgangausgleich aufheben. Im Empfangsteil wird aus dem Seitenband die durch die eingestellte Modulationsfrequenz gegebene Frequenz auf eine feste Zwischenfrequenz von etwa 100 kHz umgesetzt. Da Sende- und Empfangsteil von einem gemeinsamen und wobbelbaren Oszillator gesteuert werden, ist es möglich, den Amplitudenverlauf der Seitenbänder mit einem Kontrolloszillographen, z. B. Rel 3 U 127, S. 397, als stehendes Bild zu beobachten. Die gemeinsame Steuerung erleichtert wesentlich die punktweise Messung mit dem eingebauten Instrument. Frequenzeinstellung und Wobbelhub sind so gewählt, daß beide Seitenbänder in einem Zuge durchgemessen oder abgebildet werden können.

Zur Auswertung des Bildes lassen sich am Oszillographen durch Dunkelsteuerung Frequenzmarken einblenden. Die hierzu notwendigen Impulse können dem eingebauten Frequenzraster (mit 1 MHz Abstand) entnommen oder von außen (0,1 . . . 6 MHz) zugeführt werden. Der eingebaute Breitband-Pegelmesser ermöglicht die Messung des unmodulierten HF-Eingangspiegels.

Die Maßeinrichtungen werden als Betriebsmeßgeräte für Einbau in Gestelle (s. S. 402) ausgeführt. Die Betriebsspannungen liefert über den eingebauten Netzteil das Wechselstromnetz 110/220 V.

KENNWERTE

*Sendeteil*

Frequenzbereich .....	0,1 bis 6 MHz
Ausgangsspannung an 75 Ω, einstellbar .....	von 0,8 bis 1,2 V <sub>ss</sub>
Frequenzgang der Ausgangsspannung .....	< 0,1 db/MHz, < ± 0,3 db
Zulässige Wobelfrequenz .....	20 bis 50 Hz
Erforderliche Wobbelspannung (Sägezahn-Form).....	etwa 0,7 V/1 MHz Hub
Einstellbarer Wobbelhub .....	0 bis 6 MHz

*Selektiver Empfangsteil*

	Ausführung a	Ausführung d
HF-Frequenzbereich $f_{Tr}$		
für Band I .....	40 bis 68 MHz	—
für Band III .....	—	170 bis 230 MHz
Seitenbandbereich .....	$f_{Tr} \pm 6$ MHz	
Zwischenfrequenz .....	etwa 100 kHz	
Durchlaßbreite bei $\Delta\omega \leq 0,1$ db .....	etwa 10 kHz	
Spannungspegel-Meßbereich für Vollausschlag am Instrument (oder 0,2 V <sub>ss</sub> am „Ausgang zum Kontrolloszillograph (75 Ω)“, wobei 0,2 V <sub>ss</sub> am Kontrolloszillographen Rel 3 U 127 eine Bildhöhe von 50 mm ergeben)		
einstellbar in vier Schritten von 10 db .....	—20, ... + 20 db	
kleinster am Instrument ablesbarer Pegel .....	—40 db	
Frequenzgang der Anzeige .....	$\leq 0,1$ db/MHz, < ± 0,5 db	
Unsicherheit der Anzeige, absolut .....	± 0,5 db	
HF-Eingangswiderstand .....	60 Ω	
Frequenzmarken:		
im Gerät erzeugt mit Rasterabstand von .....	1 MHz ± 1%	
von außen (Spannungsbedarf etwa 40 mV an 75 Ω).....	von 0,1 bis 6 MHz	
Entnehmbare Frequenzmarken-Spannung .....	etwa 5 V <sub>ss</sub>	

*Breitband-Empfangsteil*

Frequenzbereich .....	40 bis 68 MHz		170 bis 230 MHz
Meßbereich (Trägerspannungspegel, unmoduliert) .....	13 bis 18 db		
Meßunsicherheit .....	± 0,5 db		
HF-Eingangswiderstand .....	60 Ω		

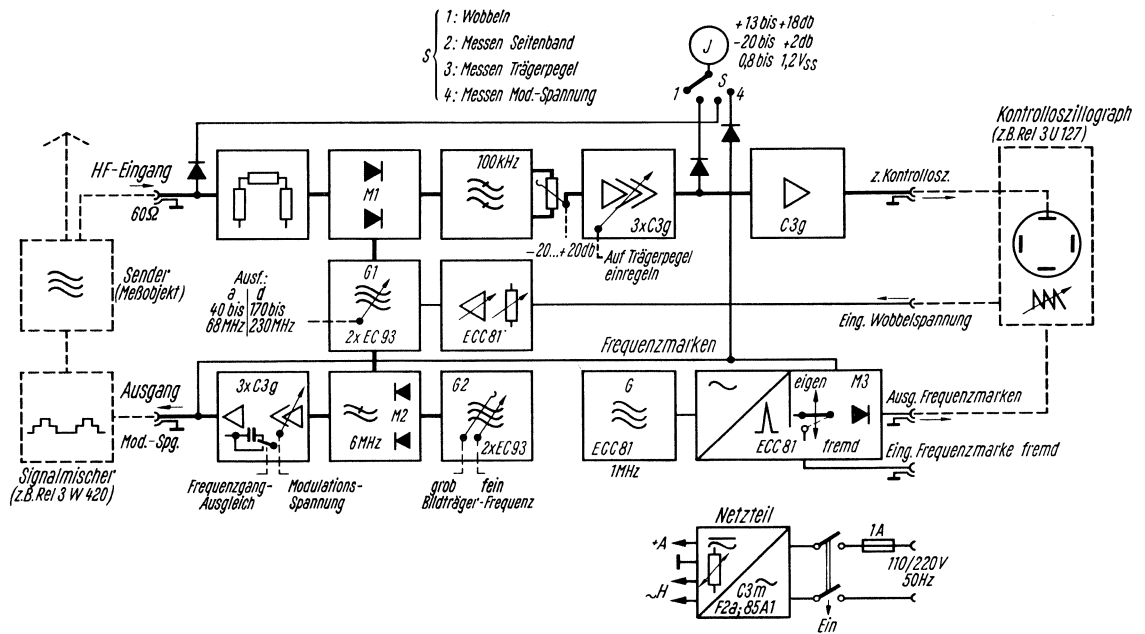
*Netzanschluß*..... 110/220 V +5, — 15%; 49 bis 51 Hz; 130 VA



ARBEITSWEISE Der im Video-Frequenzband (0,1 bis 6 MHz) arbeitende Sendeteil ist als Schwebungssender, der selektive Empfangsteil für das Fernsehband I (40 bis 68 MHz) oder III (170 bis 230 MHz) als Überlagerungsempfänger aufgebaut. Außerdem enthält das Gerät für die breitbandige Pegelmessung eine Richtleiterschaltung.

Die zu messende HF-Spannung gelangt über ein Dämpfungsglied zum Modulator M 1 und überlagert sich mit der Spannung des Oszillators G 1. An seinem Ausgang wird die Spannung mit der Differenzfrequenz 100 kHz ausgesiebt, verstärkt und entweder gleichgerichtet und angezeigt (J) oder einem Kontrolloszillographen zugeführt. Bei unmodulierter HF-Spannung muß also die Frequenz des Oszillators G 1 um 100 kHz von der des zu messenden Senders abweichen.

Der Oszillator G 1 ist gleichzeitig ein Teil des Schwebungssenders, zu dem noch der Oszillator G 2, der Modulator M 2, der Tiefpaß 6 MHz und ein Verstärker gehören. Stimmt man den Oszillator G 2



auf die Frequenz des Oszillators G 1 bei unmodulierter HF-Spannung ab, so tritt am Ausgang „Modulationsspannung“ dann eine Spannung auf, wenn der Oszillator G 1 innerhalb  $\pm 6$  oder  $-6$  MHz verstellt wird. Ihre Frequenz entspricht der am Oszillator G 1 vorgenommenen Änderung; um den gleichen Betrag ist aber zwangsläufig die Abstimmung des selektiven Empfangsteils geändert worden, der also jetzt die Amplitude im unteren oder oberen Seitenband anzeigt, je nachdem, ob der Oszillator G 1 nach unten oder oben verstellt wurde. Wird der Kontrolloszillograph Rel 3 U 127 als Anzeigergerät verwendet, dann kann man seine horizontale Ablenkspannung dem Oszillator G 1 als Wobbelspannung zuführen, so daß auf dem Schirm der Kathodenstrahlröhre der Spannungsverlauf über beide Seitenbänder als stehendes Bild erscheint.

Die vom Sendeteil gelieferte Modulationsspannung läßt sich über eine Richtleiterschaltung mit dem Instrument J messen.

Als Maßstab auf der Abszisse dienen Frequenzmarken, die durch Mischung eines eingebauten 1-MHz-Rasters oder einer von außen zugeführten Vergleichsspannung mit der Modulationsspannung (Mischer M 3) erzeugt werden und das Potential des Wehnelt-Zylinders so ändern, daß der Kathodenstrahl über der jeweiligen Rasterfrequenz dunkel gesteuert wird.

Zum Ausgleichen des für Kontrolloszillographen oder Signalmischer im Video-Frequenzband vorgeschriebenen Frequenzganges (nach  $\cos^2$ -Funktion) läßt sich im Sendeteil eine Entzerrung einschalten.



AUFBAU DES MESSPLATZES Diesen läßt bereits das vereinfachte Schaltbild erkennen. Bei Bedarf kommen also zur Meßeinrichtung hinzu: 1 Fernseh-Kontrolloszillograph Rel 3 U 127 mit Netzanschlußgerät Rel 3 U 914 (S. 397) und ein Fernseh-Prüfsignalmischer Rel 3 W 420 (S. 376).

Die Meßeinrichtung wird in ihren beiden Ausführungen als Einbaugerät für Meßgestelle (S. 402) geliefert; die Verbindungen laufen also über die Gestellverdrahtung. Die Ausgänge „Modulationsspannung“ und „zum Kontrolloszillographen“ liegen an Buchsen 4/13; zum Ausschluß dienen hier zwei koaxiale Verbindungsleitungen, z. B. Rel Itg 533 (S. 512).

#### ZUBEHÖR ABMESSUNGEN UND GEWICHTE

Gegenstand	Bezeichnung	Abmessungen in mm	Gewicht etwa kg	Preis
<b>SEITENBAND-MESSEINRICHTUNG</b> (40 bis 68 MHz)				
Einbaugerät .....	Rel 3 D 334 a	520×304×416	28	
<b>SEITENBAND-MESSEINRICHTUNG</b> (170 bis 230 MHz)				
Einbaugerät .....	Rel 3 D 334 d	520×304×416	28	
<i>Zubehör</i>				
4 Röhren .....	EC 93	—	—	
3 Röhren .....	ECC 81	—	—	
7 Röhren .....	C 3g	—	—	
je 1 Röhre .....	F 2a, C 3m	—	—	
2 Eisenwasserstoff-Widerstände .....	3 . . 9 V; 0,5 A	—	—	
1 Stabilisator .....	85 A 1	—	—	
1 Signallampe 12 V .....	T 1p 2c	—	—	
3 Schmelzeinsätze 1 A (2 als Ersatz) .....	1 C DIN 41571	—	—	
<i>Nach Bedarf</i>				
2 koaxiale Verbindungsleitungen, z. B. ....	Rel Itg 533 a, . . f	300, . . 2000	0,2	S. 512
1 Fernseh-Kontrolloszillograph .....	Rel 3 U 127	520×372×472	25	} S. 397
mit Netzanschlußgerät .....	Rel 3 U 914	520×236×416	40	
1 Fernseh-Prüfsignalmischer .....	Rel 3 W 420	520×306×416	35	S. 376

## FM-Meßempfänger

Rel 3 U 59 a, c

70 MHz

**ANWENDUNG** Dieser Meßempfänger wird in Richtfunk-End- und Zwischenstellen mit der Zwischenfrequenz 70 MHz für folgende Aufgaben eingesetzt:

Bei Fernsehprogramm-Übertragungen zur Demodulation des Fernseh-Signals aus der ZF-Lage zur



Überwachung mit einem Kontrolloszillographen, z. B. Rel 3 U 127 (S. 397); dabei läßt sich der Frequenzhub des Video-Signals auf einfache Weise genau messen;

beim Vielfachfernsprechen über Richtfunkstrecken zur Demodulation des TF-Signals aus der ZF-Lage zum Messen, Überwachen oder Abzweigen auf Zwischenstellen;

zum Erzeugen einer Spannung mit veränderbarer Frequenz (63 bis 78 MHz); sie kann einer Buchse auf der Frontplatte entnommen und für beliebige Meßzwecke verwendet werden;

und schließlich zum Anzeigen und Messen des 8,14-MHz-Pilotes mit dem eingebauten Instrument.

Es gibt den Meßempfänger als Einbaugerät für Meßgestelle — Ausführung a — und als Kastengerät für beweglichen Einsatz — Ausführung c. — Die tragbare Ausführung hat einen eigenen Lüfter; beim Gestelleinschub übernimmt die Wärmeabfuhr der im Meßgestell eingebaute Lüfter.

Die Betriebsspannungen liefert über einen eingebauten Netzteil das Wechselstromnetz 220 V.

### KENNWERTE

Eingangsfrequenz .....	70 MHz
Frequenzhub .....	bis $\pm 5$ MHz
Erforderliche Eingangsspannung .....	$0,4 V_{eff}$
Eingangswiderstand .....	$75 \Omega \pm 10\%$

### TV-Empfang/TV-Hubmessung:

Frequenzbereich .....	20 Hz bis 5 MHz
-----------------------	-----------------

Ausgangsspannung,

positives Video-Signal (zwei parallele Ausgänge) .....	$1 V_{ss}$ an $75 \Omega$
Frequenzgang der Video-Ausgangsspannung .....	5% Abfall bei 5 MHz
Nichtlinearität (Abweichung der örtlichen von der mittleren Steilheit) ....	$\leq 3\%$
Reflexionsfaktor des Eingangs .....	$\leq 0,1$

*TF-Empfang:*

Frequenzbereich .....	60 kHz bis 2,54 MHz
Ausgangspegel eines Kanals .....	-15,0 db an $75 \Omega$
Reflexionsfaktor des Eingangs .....	$\leq 0,1$
Entzerrung, abschaltbar .....	10 db

*Oszillator:*

Frequenzbereich, stetig regelbar .....	62 bis 78 MHz
Frequenzunsicherheit .....	$\leq 0,5\%$
Ausgangsspannung .....	etwa $0,4 V_{eff}$ an $75 \Omega$

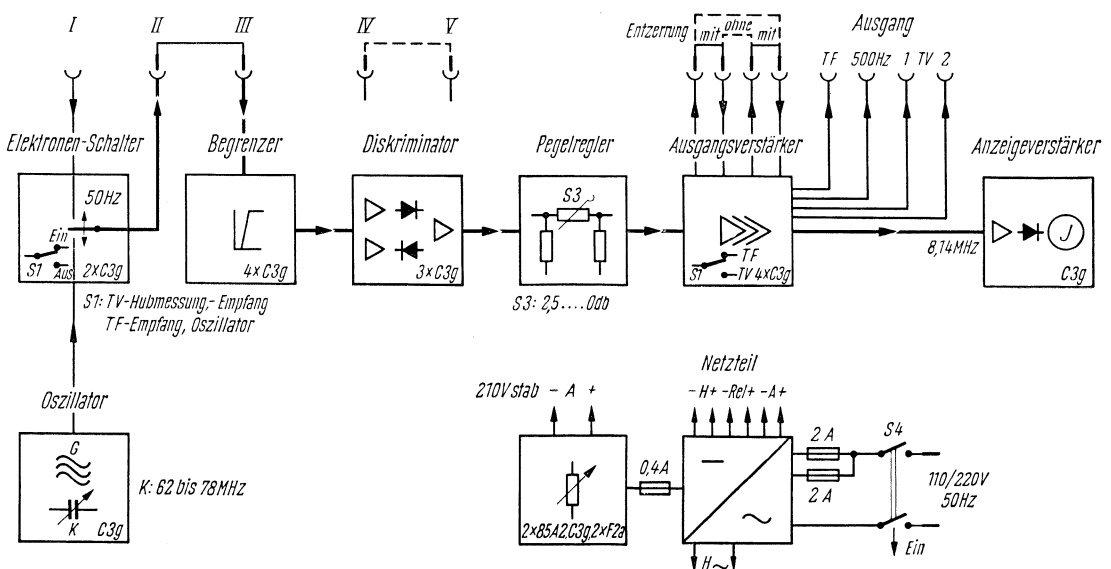
*Pilotanzeige:*

Pilotfrequenz .....	8,14 MHz
Frequenzhub .....	$\pm 250$ kHz

*Netzanschluß* ..... 220 V +5, -15%; 48 bis 52 Hz; etwa 300 VA

**ARBEITSWEISE** Bei der *TV-Hubmessung* gelangt die ZF-Eingangsspannung zum Gitter der ersten Röhre eines Elektronen-Schalters. Das Gitter der zweiten Röhre ist mit dem eingebauten Oszillator verbunden. In Stellung „TV-Hubmessung“ des Betriebsartenschalters S 1 arbeitet der Elektronen-Schalter nach dem Multivibratorprinzip im 50-Hz-Rhythmus, so daß an den Diskriminator abwechselnd folgende Signale gelegt werden:

1. die zu untersuchende, mit dem Video-Signal frequenzmodulierte Zwischenfrequenzspannung ( $70 \pm 5$  MHz) und
2. die unmodulierte, in ihrer Frequenz von 62 bis 78 MHz veränderbare Oszillatorspannung.



Nach der Demodulation im Diskriminator gelangen die Signale über den Ausgangsverstärker zu einer Buchse. Auf dem Bildschirm eines hier angeschlossenen Kontrolloszillographen sind gleichzeitig das Video-Signal und eine waagerechte Linie, deren Lage ein Maß für die Oszillatorfrequenz ist, sichtbar.

Die Hubmessung geschieht in der Weise, daß die Linie durch Verändern der Oszillatorfrequenz nacheinander mit dem Weißwert und mit dem Impulsscheitel des Video-Signals zur Deckung gebracht wird. Die Differenz der beiden Frequenzen stellt den Frequenzhub dar.

In Stellung „*TV-Empfang*“ des Schalters S 1 ist der Elektronen-Schalter außer Betrieb. Das ZF-Signal liegt — über die erste Röhre — dauernd am Diskriminator. Auf dem Bildschirm des Oszillographen ist nur das Video-Signal sichtbar; es kann für Überwachungszwecke ausgewertet werden.

In Stellung „*Oszillator am Ausgang*“ liegt die Oszillatorspannung — über die zweite Röhre des abgeschalteten Elektronen-Schalters — an einer Buchse.

Beim *TF-Empfang* wird die ZF-Eingangsspannung dem Diskriminator unmittelbar zugeführt. Das demodulierte TF-Signal gelangt zum Ausgangsverstärker, in dem durch ein Entzerrungs-Netzwerk der Frequenzgang der Vorentzerrung wieder aufgehoben wird. Für Linearitätsmessungen ist dieses Netzwerk abschaltbar.

Der Pilot (8,14 MHz) gelangt von dem Ausgangsverstärker zum selektiven Anzeigeverstärker, wird hier gleichgerichtet und vom Instrument J angezeigt.

Ein eigener Ausgang liefert für Linearitätsmessungen (z.B. mit dem Linearitäts-Meßgerät Rel 3 F 46, S. 370) die dazu erforderliche Spannung mit der Frequenz 500 Hz.

#### ZUBEHÖR, ABMESSUNGEN UND GEWICHTE

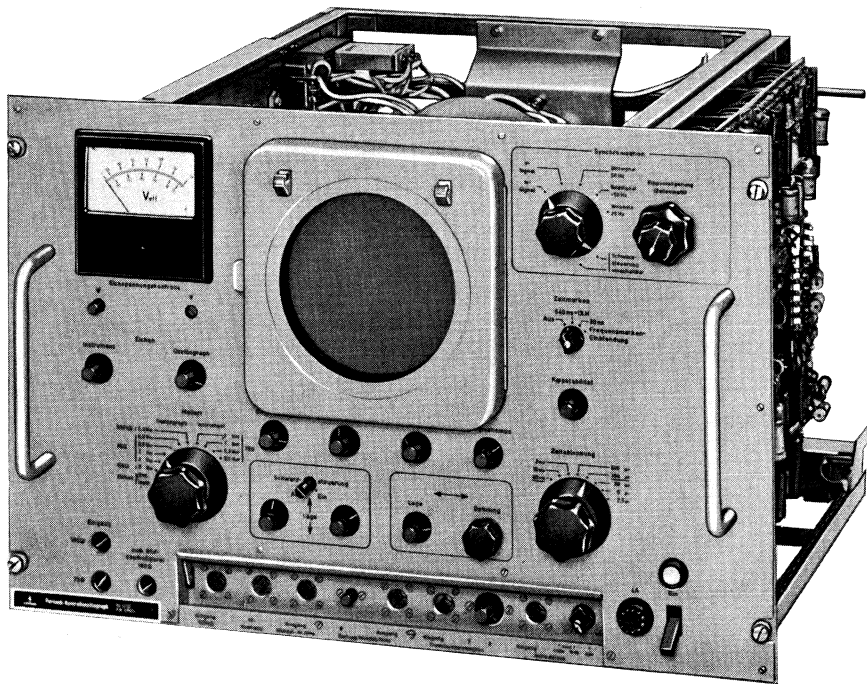
Gegenstand	Bezeichnung	Abmessungen in mm	Gewicht etwa kg	Preis	
<b>FM-MESSEMPFÄNGER (70 MHz)</b>					
Einbaugerät .....	Rel 3 U 59a	520 × 270 × 416	25		
Kastengerät .....	Rel 3 U 59c	550 × 300 × 510	40		
<i>Zubehör</i>					
16 Röhren .....	C 3g	—	—	} S. 512	
2 Röhren .....	F 2a	—	—		
2 Stabilisatoren .....	85 A 2	—	—		
1 Signallampe 12 V .....	T 1p 2c	—	—		
2 × 3 Schmelzeinsätze 2 A (je 2 als Ersatz) ....	2 C DIN 41751	—	—		
3 Schmelzeinsätze 0,4 A (2 als Ersatz) .....	0,4 C DIN 41571	—	—		
3 HF-Verbindungsstecker .....	Rel stv 13a	—	—		
<i>für Kastengerät zusätzlich</i>					
je 1 Verbindungsleitung .....	Rel ltg 533b, d	500 und 1000	0,2		
1 Verbindungsleitung .....	Rel ltg 592c	1500	0,2		
1 Verbindungsleitung .....	Rel ltg 568ba	1500	0,2		
<i>Nach Bedarf</i>					
1 Kontrolloszillograph					
Einbaugerät .....	Rel 3 U 127	520 × 338 × 439	23	} S. 397	
Kastengerät .....	Rel 3 U 127 c	550 × 368 × 525	38		
mit Stromversorgungsteil					
Einbaugerät .....	Rel 3 U 914	520 × 202 × 416	30		
Kastengerät .....	Rel 3 U 914 c	550 × 232 × 510	45		

## Fernseh-Kontrolloszillograph

Rel 3 U 127/914

20 Hz bis 10 MHz

**ANWENDUNG** Dieser Kontrolloszillograph mit seinem Stromversorgungsgerät Rel 3 U 914 wird vor allem in Fernseh-Meßplätzen eingesetzt, und zwar in tragbarer Ausführung oder als Einbaugerät. Ganz allgemein ist das Gerät als hochwertiger Oszillograph mit allen Möglichkeiten der Impulsanalyse und mit einer breitbandigen Spannungsmessung mit Instrumentanzeige verwendbar. Es ermöglicht außerdem die unmittelbare oszillographische Betrachtung und Messung von Video-



Signalen mit stationärem oder veränderbarem Bildinhalt ohne Verwendung von Zusatzgeräten, wobei auch einzelne Zeilen ausgewählt werden können. Die Eigenschaften eines Fernseh-Oszillographen ergeben sich durch seinen Impulsteil zur Abtrennung der Zeilen- oder Bildimpulse und zur Verzögerung der Kippauslösung, durch geeignete Ablenkzeiten und Zeitmarken und durch eine geeignete Schwarzsteuerung zur Übertragung des Gleichstromanteiles des BAS-Signals.

In Verbindung mit weiteren Meßgeräten, z. B. dem Fernseh-Prüfsignalleger Rel 3 W 419 (S. 376), dem Prüfsignalmischer Rel 3 W 420 (S. 376), der Seitenband-Meßeinrichtung Rel 3 D 334 (S. 390) und dem Linearitäts-Meßgerät Rel 3 F 46 (S. 370), dient der Fernseh-Kontrolloszillograph als Betriebsmeßgerät zur Überwachung und Prüfung der einzelnen Stufen von Fernsehsendern und Fernseh-Übertragungseinrichtungen.

Zur fotografischen Aufnahme von Oszillogrammen kann ein Fotovorsatz mitgeliefert werden.

Der Tastkopf Rel 3 U 913 mit hohem Eingangswiderstand und einer Kathodenverstärkerstufe ermöglicht es, bei der Fehlersuche beliebige Meßstellen ohne Betriebsbeeinträchtigung abzutasten. Die Betriebsspannungen liefert über den eingebauten Netzteil das Wechselstromnetz 110/220 V.

## KENNWERTE

### *Bildröhre*

Kathodenstrahlröhre .....	5 XP oder DG 13—54
Schirmdurchmesser (Planschirm) .....	130 mm
Unverzerrte Oszillogrammhöhe .....	50 mm
Nutzbare Oszillogrammhöhe .....	70 mm
Schirmleuchtfarbe .....	grün
Rasterlinien zur Messung der Pegelhaltung des BAS-Signals im Abstand .....	0, 10, 70, 75, 100% oder 0, 30, 35, 90, 100%

### *Vertikalablenkung*

Video-Eingänge für 50 mm Oszillogrammhöhe mit Schalter wählbar .....	0,2/0,5/1/4 $V_{ss}$ an 75 $\Omega$ und 2 $V_{ss}$ an 150 $\Omega$
Hochohmiger Eingang .....	etwa 0,2 $V_{ss}$ an etwa 500 k $\Omega$
Untere Grenzfrequenz (für 1 db Abfall) .....	20 Hz
Obere Grenzfrequenz (für 3 db Abfall) .....	10 MHz
Eigenverzerrung: Dachschräge bei 50-Hz-Rechteckwelle .....	<1%
Bei einem idealen Spannungsimpuls: Überschwingen .....	<1%
Anstiegszeit .....	etwa 50 ns
Änderung der Vertikalamplitude bei $\pm 10\%$ Netzspannungsschwankungen .....	<2%
Getastete Schwarzsteuerung .....	ein- und ausschaltbar

### *Horizontalablenkung*

Horizontalablenkung, eigene, bezogen auf den Schirmdurchmesser .....	etwa 40, 10, 2 ms 500; 150; 30; 5; 2,5 $\mu$ s
fremde, für Eingangsspannung 1 $V_{ss}$ bis 100 $V_{ss}$ .....	bis 500 kHz
Dehnung der Zeitachse .....	bis zum 6fachen des Schirmdurchmessers

### *Synchronisation der Horizontalablenkung*

Aus dem Norm-Synchronsignal des BAS-Signals mit beliebigem Bildinhalt (Horizontal- oder Vertikal-Synchronimpuls): Mindestanteil des Synchronpegels .....	10% des Video-Signals
Verzögerung, einstellbar über .....	etwa 1,5 Teilbild- oder Zeilenperioden
Bei Synchronisation aus dem Vertikal-Synchronimpuls ist es möglich, jede einzelne Zeile oder Ausschnitte von 10% einer Zeile in voller Schirmbreite sichtbar zu machen	
Aus dem Bildinhalt (Rechteckwelle 50 Hz): Verzögerung, einstellbar über .....	1,5 Eingangsperioden
Aus einem Eingangssignal beliebiger Frequenz und Kurvenform .....	etwa 50 Hz bis 1 MHz
Fremdsynchronisation: kleinste erforderliche Eingangsspannung .....	etwa 1 $V_{ss}$ positiv oder negativ

### *Zeitmarken*

entsprechend Bildsender-Pflichtenheft . . . . . 30 ns und 1% Zeile  $\triangleq$  640 ns

### *Zeitmarken, fremd*

Erforderliche Eingangsspannung . . . . . 1 V<sub>ss</sub>

Sägezahnspannung 25 Hz an Ausgangsbuchse entnehmbar für Wobbelbetrieb eines Fremdgerätes

### *Spannungsmessung mit eingebautem Instrument*

Frequenzbereich . . . . . 20 Hz bis 6 MHz

Frequenzgang . . . . .  $\leq 5\%$

Meßbereiche . . . . . 3; 1; 0,3; 0,1 V<sub>eff</sub> an 75  $\Omega$

### *Eingebaute Eichspannungsquelle (Überwachung mit Instrument)*

Rechteckspannung, 50 Hz . . . . . 1 V<sub>ss</sub>

Eichspannung an Ausgangsbuchse . . . . . 1 V<sub>ss</sub> bei Ri = 150  $\Omega$

*Anschluß für Bildkontrollgerät* . . . . . Ri = 150  $\Omega$

*Netzanschluß* . . . . . 110/220 V +5, -15%; 49 bis 51 Hz; etwa 600 VA

**ARBEITSWEISE** Das zu prüfende Signal gelangt über Spannungsteiler (mit Schalter S 1) und einen Breitbandverstärker zum Instrument V oder über eine Endstufe an die Vertikal-Ablenkplatten der Kathodenstrahlröhre. Besondere Kompensationsschaltungen gewährleisten die einwandfreie Übertragung aller Spannungen im angegebenen Frequenzbereich. Instrument und Verstärker lassen sich mit Hilfe einer eingebauten Eichspannungsquelle eichen. Die Eichspannung kann auch (Taste T 2) an einer Ausgangsbuchse entnommen werden.

Vom Impulsteil (s. unten) oder von außen über eine Verstärkerstufe gelangen Synchronimpulse zum *Kippteil*, wo sie einen Multivibrator synchronisieren. Der Multivibrator steuert die eigentliche Kipp-schaltung. Die Kippstabilität kann mit dem Potentiometer P 13 eingestellt werden. Die mit Schalter S 3 einstellbaren Kippzeiten ermöglichen eine allgemeine Verwendung des Oszillographen und die Fernsehüberwachung. Die Sägezahnspannung oder eine Fremd-Ablenkspannung (Schalter S 4) wird über einen Verstärker an die Horizontal-Ablenkplatten der Kathodenstrahlröhre geführt. Die große, mit Potentiometer P 11 regelbare Dehnung der Horizontalablenkspannung erlaubt zusammen mit acht Ablenkzeiten eine in weiten Bereichen wählbare Bildauflösung. Durch die mit P 10 regelbaren Gleichspannungspotentiale der Horizontal-Ablenkplatten läßt sich ein beliebiger Ausschnitt des gedehnten Bildes auf den Bildschirm bringen. Durch Steuerung des Wehneltzylinders können Zeitmarken als Dunkelpunkte in das Bild eingeblendet werden. Die Steuerung ist umschaltbar (S 5) auf 30 und 640 ns und auf außen zugeführte Zeitmarken.

Der 30-kHz-Oszillator im Hochspannungsteil liefert die Anoden-Kathodenspannung (-2 kV) und die Nachbeschleunigungsspannung (+ 4 kV).

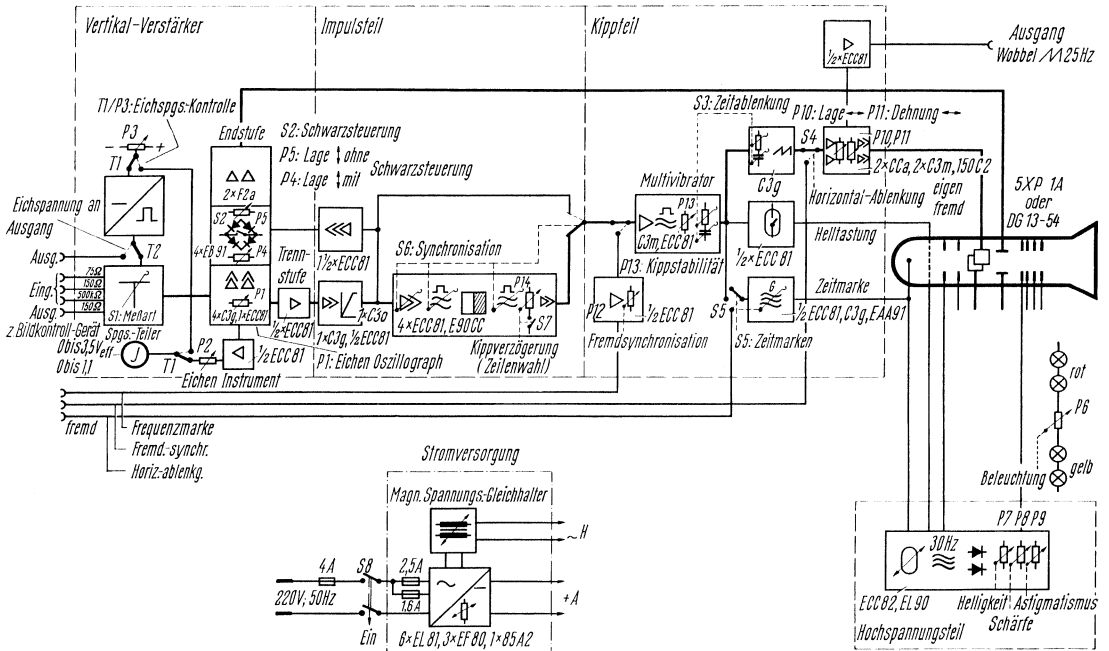
Der *Impulsteil* bildet die Synchronimpulse für die Horizontalablenkung aus dem Eingangssignal, das ihm über eine Trennstufe vom Vertikalverstärker zugeführt wird. Mit Hilfe des Schalters S 6 lassen sich vier verschiedene Arten der Synchronisation einstellen, und zwar

- aus den Zeilen-Synchronimpulsen (H-Signal = 15,625 kHz),
- aus den Bild-Synchronimpulsen (V-Signal = 50 Hz),



aus dem Bildinhalt (50-Hz-Rechtecksignal) und  
 aus einem beliebigen Signal (Bildsignal > 50 Hz).

Dabei wird zur genauen Synchronisation auch bei kleinem Impulsanteil und verformten Impulsen nur ein kleiner Teil der ursprünglichen Synchronimpuls-Amplitude verwendet. Bei der Synchronisation aus dem BAS-Signal oder aus dem Bildinhalt des Prüfsignalleiters steuern die Synchronsignale eine Schwungradschaltung; damit bleibt der Rhythmus der Synchronisation auch während der Halbzeilen-Impulse erhalten. Danach bewirkt ein frequenzunabhängiger Frequenzteiler eine Unter-



drückung jedes zweiten Impulses. Ein Multivibrator veränderbaren Tastverhältnisses dient zur Verzögerung der Kippauslösung um 1,5 Zeilen- oder Teilbildperioden. Die Anordnung gestattet ferner bei Synchronisierung mit Bildfrequenz und Kippeinstellung auf 150  $\mu$ s die Auswahl einer bestimmten Zeile (Zeilenwähler) oder bei Synchronisierung mit halber Zeilenfrequenz und Kipp-einstellung auf 30, 5 oder 2,5  $\mu$ s die Dehnung eines bestimmten Teiles der Zeile über den ganzen Schirm. In der 5. Stellung des Schalters S 6 wird der Impulsteil vom Netz aus synchronisiert.

Der Vertikalverstärker ist zur wahlweisen Aufschaltung einer Schwarzsteuerung eingerichtet (S 2). Mit dem Regler P 4 kann die hintere Schwarzscher des BAS-Signales auf eine bestimmte Bezugsspannung oder Bezugslinie, die auf der Rasterscheibe der Kathodenstrahlröhre gekennzeichnet ist, gebracht werden. Die vertikale Verschiebung des Oszillogramms bei ausgeschalteter Schwarzsteuerung ist mit dem Regler P 5 möglich.

Die Tastimpulse für die Schwarzsteuerung werden im Impulsteil aus den Rückflanken der Zeilen-Synchronimpulse abgeleitet und nach entsprechender Formung und Verstärkung dem Vertikalverstärker zugeführt. Für die Synchronisation mit einem Signal beliebiger Frequenz ohne Synchronimpulsanteil wird die Eingangsstufe des Impulsteils für die Gewinnung der Kipp-Auslöseimpulse herangezogen.



ZUBEHÖR, ABMESSUNGEN UND GEWICHTE

Gegenstand	Bezeichnung	Abmessungen in mm	Gewicht etwa kg	Preis	
<b>FERNSEH-KONTROLLOSZILLOGRAPH</b>					
Einbaugerät .....	Rel 3 U 127	520×338×439	23	} S. 512	
Kastengerät .....	Rel 3 U 127 c	550×368×525	38		
<i>Zubehör</i>					
1 Kathodenstrahlröhre.....	5 XP 1 A oder DG 13—54	—	—		
je 1 Röhre .....	C 3 o, EAA 91, E 90 CC, EL 90, ECC 82	—	—		
je 2 Röhren.....	CCa, F 2a	—	—		
3 Röhren .....	C 3 m	—	—		
4 Röhren .....	EB 91	—	—		
7 Röhren .....	C 3 g	—	—		
11 Röhren .....	ECC 81	—	—		
1 Stabilisator .....	150 C 2	—	—		
3 G-Schmelzeinsätze 4 A (2 als Ersatz) .....	4 C DIN 41 571	—	—		
4 Signallampen 0,3 V; 0,1 A .....	Osram Nr. 3708	—	—		
1 Signallampe 12 V .....	T 1p 2c	—	—		
<i>Nach Bedarf</i>					
1 Fotovorsatz für Robot-Star .....	nach Rel msl 293 Tz 31	300×200×150	0,7		
1 Tastkopf mit Verstärker .....	Rel 3 U 913	—	—		
1 Verbindungsleitung .....	Rel Bv 35 K 103	1300	—		
beim Kastengerät:					
1 Verbindungsleitung .....	Rel ltg 533b	500	0,2		
1 Verbindungsleitung .....	Rel ltg 533d	1000	0,2		
1 Verbindungsleitung .....	Rel ltg 598e	1500	0,2		
<b>STROMVERSORGUNGSTEIL</b>					
Einbaugerät .....	Rel 3 U 914	520×202×416	30		
Kastengerät .....	Rel 3 U 914 c	550×232×510	45		
<i>Zubehör</i>					
6 Röhren .....	EL 81	—	—		
3 Röhren .....	EF 80	—	—		
1 Stabilisator .....	85 A 2	—	—		
3 Schmelzeinsätze (2 als Ersatz)					
1,6 A.....	1,6 C DIN 41 571	—	—		
2,5 A.....	2,5 C DIN 41 571	—	—		
1 Signallampe 12 V .....	T 1p 2c	—	—		
beim Kastengerät:					
1 Netzanschlußleitung .....	9 Rel ltg 20a	2000	—		
2 Verbindungsleitungen .....	Rel Bv 657 C 47	1100	—		
1 Verbindungsleitung .....	Rel Bv 657 C 49	1100	—		



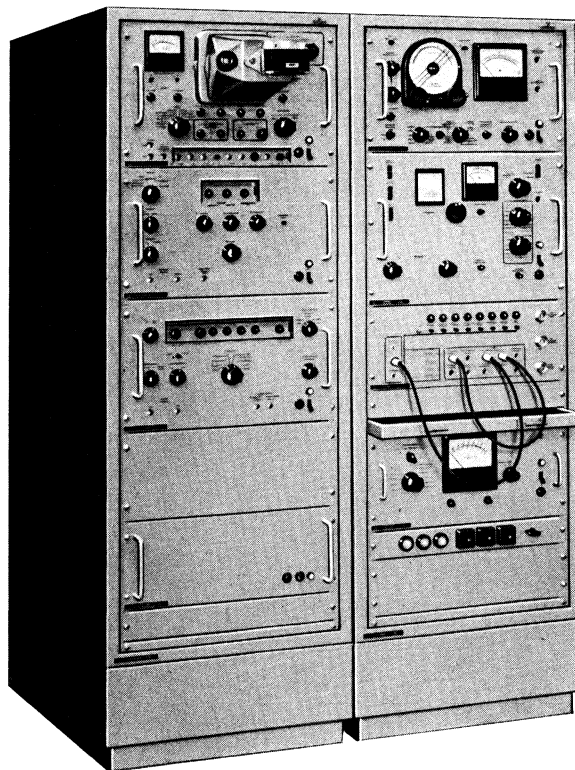
Meßgestell für Fernseh-Koaxialkabelstrecken	Rel 33 K 512
Meßgestell für Fernseh-Richtfunkstrecken	Rel 33 K 510/59
Meßgestell für Fernseh-Bildsender	Rel 33 K 517
Meßgestell für Fernseh-Tonsender	Rel 33 K 518

ANWENDUNG Überall dort, wo die auf den vorstehenden Seiten beschriebenen Meßgeräte ausschließlich ortsfest eingesetzt werden sollen, ist ihre Zusammenfassung in Meßgestellen sehr zweckmäßig. Solche Meßgestelle fügen sich nicht nur in ihrem Äußeren in die Front der gesamten Sendeanlage (vgl. Bild auf S. 374) oder der Übertragungsrichtungen für Koaxialkabel- und Richtfunkstrecken gut ein, sie erleichtern auch die Übersicht und durch zweckmäßige Bedienungsfelder die Bedienung und damit die Messungen.

Die endgültige Bestückung der Gestelle und ihre Oberfläche richtet sich nach den jeweiligen Forderungen; die hier kurz beschriebenen Gestelle sind deshalb als Beispiele anzusehen. Soweit erforderlich sind in die Gestelle Lüfter eingebaut.

Die Meßgestelle für Koaxialkabel- und Richtfunkstrecken haben kleine Räder, so daß sie sich in den Ämtern an den jeweiligen Meßort fahren lassen.

Die Gestelle werden für Wechselstrom-Netzanschluß 220 V geliefert.



2. und  
3. Gestell des Meßgestells  
für Fernseh-Bildsender,  
Rel 33 K 517

## KENNWERTE

*Meßgeräte für Koaxialkabel- und Richtfunkstrecken sowie für Fernseh-Bildsender:*

<i>Prüfsignalgeber Rel 3 W 419</i>	}	..... S. 376
<i>Prüfsignalmischer Rel 3 W 420</i>		
<i>Fernseh-Kontrolloszillograph Rel 3 U 127</i>	}	..... S. 397
<i>mit Stromversorgung Rel 3 U 914</i>		
<i>Video-Pegelsender Rel 3 W 28</i>		..... S. 382
<i>Meßsender Rel 3 W 63</i>		..... S. 46
<i>FM-Meßempfänger Rel 3 U 59</i>		..... S. 394
<i>Linearitäts-Meßgerät Rel 3 F 46</i>		..... S. 370
<i>Impulsgeber</i>		
<i>Seitenband-Meßeinrichtung Rel 3 D 334</i>		..... S. 390
<i>Pegelmesser Rel 3 D 333</i>		..... S. 350

*Meßgeräte für Fernseh-Tonsender:*

<i>Pegelsender Rel 3 W 212</i>	..... S. 27	
<i>Pegelmesser Rel 3 D 311</i>	..... S. 275	
<i>Klirrfaktor-Meßeinrichtung Rel 3 W 32/3 F 41</i>	..... S. 360	
<i>Verstärker V 53</i>	}	..... auf Anfrage
<i>Verstärker 65 Fla 2750</i>		
<i>Lautsprecher mit Regler Rel mse 304</i>		
<i>Geräuschspannungsmesser für Rundfunk Rel 3 U 311/34 U 21</i>	..... S. 453	

*Stromversorgung:*

Netzennennwerte ..... 220 V +5/−15%; 49 bis 51 Hz

Anschlußwert bei Vollbestückung:

Rel 33 K 512	..... 1200 VA
Rel 33 K 510 + 59	..... 2000 VA
Rel 33 K 517	..... 1500 VA
Rel 33 K 518	..... 600 VA

**ARBEITSWEISE** Hier kann auf die jeweiligen Texte zu den Einzelgeräten verwiesen werden. Grundbeispiele für die Bestückung ergeben sich aus den Bildern. Die dort angegebenen Schalt- und Bedienungsfelder erleichtern die Bedienung durch zweckmäßige Zusammenfassung der Ein- und Ausgänge, durch Umschalter und dgl.

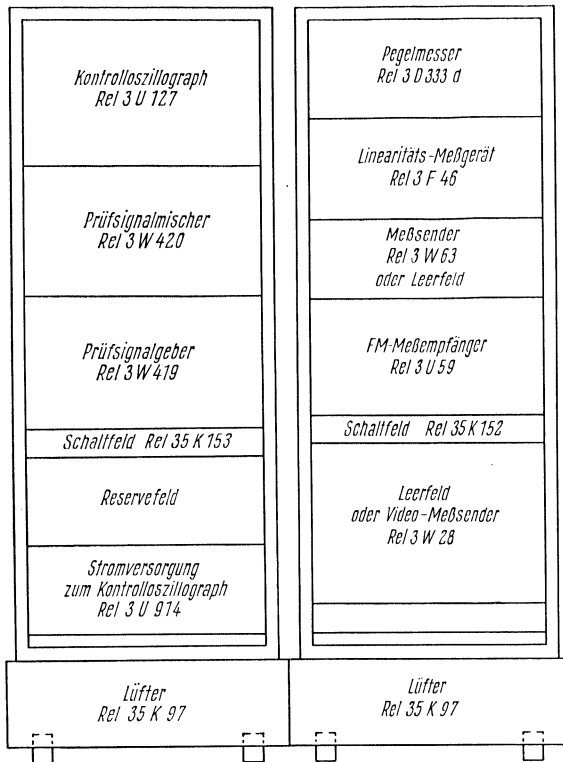
Das Gestell Rel 33 K 510 entspricht in seiner Grundbestückung dem Gestell Rel 33 K 512, ist also im wesentlichen beiden Meßplätzen gemeinsam.

<i>Hubmesser</i>	<i>Klirrarmer Sender Rel 3 W 32 ähnlich</i>
<i>Hubmesser</i>	<i>Klirrfaktormesser Rel 3 F 41 ähnlich</i>
<i>Geräuschspannungsmesser Richtverstärker Rel 34 U 21</i>	<i>Pegelmesser Rel 3 D 311</i>
<i>Geräuschspannungsmesser Filter und Verstärker Rel 3 U 311</i>	<i>Pegelsender Rel 3 W 212</i>
<i>Bedienungsfeld Rel 3 K 942</i>	
<i>Schaltfeld Rel schn 124 Leerplatte</i>	<i>Lautsprecher mit Regler Rel mse 304</i>
<i>Verstärker 65 Ela 2750</i>	<i>Leerplatte</i>
<i>Verstärker 65 Ela 2750</i>	<i>Verstärker V53</i>

Bestückung  
des Meßgestells  
für Fernseh-  
Tonsender  
Rel 33 K 518

<i>Impulsgeber</i>	<i>Kontrolloszillograph Rel 3 U 127 oder Reservefeld</i>	<i>Seitenband - Meßeinrichtung Rel 3 D 334</i>
<i>Reservefeld</i>	<i>Prüfsignalmischer Rel 3 W 420</i>	<i>Videomeßsender Rel 3 W 28</i>
<i>Reservefeld</i>	<i>Prüfsignalgeber Rel 3 W 419</i>	<i>Bedienungsfeld Rel 3 K 941</i>
<i>Reservefeld</i>	<i>Reservefeld</i>	<i>Leerplatte</i>
<i>Reservefeld</i>	<i>Stromversorgung zum Kontrolloszillograph Rel 3 U 914</i>	<i>Pegelmesser Rel 3 D 333 d</i>
<i>Anschlußschiene Rel 35 K 136</i>	<i>Anschlußschiene Rel 35 K 136</i>	<i>Anschlußschiene Rel 35 K 139</i>
	<i>Lüfter Rel 35 K 97</i>	<i>Reservefeld</i>
		<i>Lüfter Rel 35 K 97</i>

Bestückung  
des Meßgestells  
für Fernseh-  
Bildsender  
Rel 33 K 517



Bestückung des Meßgestells Rel 33 K 512 für Fernseh-Koaxialkabelstrecken (links) und des Meßgestells für Fernseh-Richtfunkstrecken, Rel 33 K 510/59 (links und rechts)

#### ABMESSUNGEN UND GEWICHTE

Gegenstand	Bezeichnung	Abmessungen in mm	Gewicht etwa kg	Preis
MESSGESTELL FÜR FERNSEH-KOAXIALKABELSTRECKEN .. Bestückung s. Bild oben, links	Rel 33 K 512	600 × 1800 × 450	200	
MESSGESTELL FÜR FERNSEH-RICHTFUNKSTRECKEN Gestell I (ähnlich Rel 33 K 512) .....	Rel 33 K 510	600 × 1800 × 450	200	
Gestell II .....	Rel 33 K 59	600 × 1800 × 450	200	
Bestückung s. Bild oben				
MESSGESTELL FÜR FERNSEH-BILDSENDER .....	Rel 33 K 517	1800 × 1800 × 450	650	
Bestückung s. Bild auf S. 404, unten				
MESSGESTELL FÜR FERNSEH-TONSENDER .....	Rel 33 K 518	1200 × 1800 × 450	500	
Bestückung s. Bild auf S. 404, oben				

B 8



Hier eine andere Montagewerkstatt für unsere Nachrichten-Meßgeräte

# B 9

## Spannungsmesser und andere Meßempfänger

### ÜBERSICHT

Gerät	Bezeichnung Rel 3	Frequenzbereich	Meßbereich	Meßunsicherheit	Seite
Leitungsprüfer .....	L 53	Gleichspannung	0 bis 75 V	$\pm 2\%$	158
Betriebsmeßinstrument für Verstärkerämter ....	Ms-L.-Nr. 230 123	Gleichspannung und 15 bis 100 bis 5000 Hz	0,45... 300 V 0,45 mA	$\pm 0,5$ $\pm 1\%$	409
Toleranz-Meßgerät .....	R 513	800 Hz	$\pm 0,5\%$ bis $\pm 20\%$	$\pm 1,5$ Skalenteile	
Spannungsmesser 10 mV/100 V .....	U 122	30 bis 20000 Hz	1 mV bis 100 V	$\pm 2\%$	412
Effektivwert-Spannungs- messer 50 $\mu$ V/20 V .....	U 119	30 bis 30000 Hz	10 $\mu$ V bis 20 V	$\pm 2\%$	414
kHz-Multizet .....	Ms-L.-Nr. 231 520	10 bis 10000 Hz	0,2 mA bis 5 A; 20 mV bis 500 V	$\pm 2,5\%$	416
Selektiver Spannungs- messer 0,1/775 mV .....	D 317	30 kHz bis 30 MHz			
FM-Meßempfänger .....	U 59	65 bis 75 MHz	0,4 $V_{\text{eff}}$ , 75 $\Omega$ 1 $V_{\text{ss}}$ , 75 $\Omega$	—	394
HF-Multizet 0,2/1000 V ...	Ms-L.-Nr. 231 504	30 Hz bis 450 MHz	50 mV bis 1000 V	$\pm 5\%$	418
Spannungsmesser 1/500 V .	U 17 c	100 kHz bis 1000 MHz	0,1 bis 500 V	$\pm 2,5\%$	420
Spannungsmesser 5 mV/1 $V_{\sim}$ 0,2/2 mV_ }	U 13	10 bis 5000 MHz Gleichspannung	1 mV bis 1 V	$\pm 3\%$	422
			0,01 mV bis 2 mV	$\pm 3\%$	
Durchgangs- Spannungsprüfer 6/16 ...	U 98	0,3 bis 5 GHz	20 db	—	426
HF-Meßgleichrichter .....	U 51/52	0,5 bis 30 MHz	$m = 50, \dots 100\%$	—	428
Thermischer Leistungsmesser mit Leistungsteiler .....	U 81	0 bis 4 GHz	2 bis 500 mW	$\pm 3\%$	430
	U 83	0 bis 3 GHz	bis 25 W	$< 10 (20)\%$	
Thermischer Leistungsmesser mit Leistungsteiler .....	U 84 U 87	0 bis 8,5 (12,5) GHz 0 bis 5 GHz	1 bis 500 mW bis 25 W	$\pm 2\%$ $< 8\%$	

Fortsetzung nächste Seite

B 9

Gerät	Bezeichnung Rel 3	Frequenzbereich	Meßbereich	Meßunsicherheit	Seite
800-Hz-Abstimmverstärker	R 512	750 bis 850 Hz	8 (16) N	—	20
Signallautsprecher mit Verstärker .....	U 61	100 bis 10000 Hz	1 W	—	434
Kontroll- und Meßverstärker	14 R 42	15 bis 30000 Hz	$s = 4,6 \dots 6$ N $s = 40 \dots 52$ db	$\pm 0,05$ N $\pm 0,5$ db	436
Reduktionsfaktor- Meßgerät .....	K 44	$10^{2/3} \dots 5000$ Hz	—	—	198
Aussteuerungsmesser .....	U 21 e, g—3 U 21 i—3 U 24	30 bis 15000 Hz	— 4,5 bis + 2 N — 50 bis + 5 db 0 bis 120% linear	—	439
Aussteuerungsmesser .....	U 71				
Schreibzusatz zum Aussteuerungsmesser ....	K 28	—	s. oben	—	444
Geräuschspannungsmesser 0,2 mV/100 V für Fernsprechleitungen .	U 32	15 bis 5000 Hz	40 $\mu$ V, ... 100 V	$\pm 3\%$	447
Zusatzgerät zum Geräusch- spannungsmesser Rel 3 U 32 .....	U 93	Messen der Störspannungen und Störströme	0,1 ... 10 V 10 ... 100 mA	$\pm 2\%$	450
Geräuschspannungsmesser 10 mV/10 V für Rundfunk .....	U 311/34 U 21	30 bis 15000 Hz	0,1 mV bis 10 V	$\pm 10\%$	453
Geräuschspannungsmesser 0,3 mV/100 V für Fernsprechleitungen und für Rundfunk .....	U 33	15 bis 20000 Hz	50 $\mu$ V bis 100 V	$\pm 3\%$	456
Überlagerungsempfänger ..	U 412	30 Hz bis 1 MHz	30 $\mu$ V bis 1 V	$\pm 5\%$	459
Überlagerungsempfänger ..	U 420	30 Hz bis 1 MHz	10 $\mu$ V bis 1 V	$\pm 3\%$	
Vorverstärker für Überlagerungsempfänger	U 42	100 Hz bis 1 MHz	0,3 $\mu$ V bis 30 V	$\pm 3\%$	462
Überlagerungsempfänger ..	U 415	5 bis 250 (1000) MHz	20 $\mu$ V bis 1 V	$\pm 2\%$	464
Überlagerungsempfänger ..	U 418 a, b	0,17 bis 5 GHz	110 db	$\pm 1\%$	466
Prüfzillograph für PPM-Systeme .....	K 27	Ablenkfrequenz 4 bis 32 kHz	1 cm/20 V	—	469
Prüfzillograph für PPM-Systeme .....	U 126	Ablenkfrequenz 8 kHz und Sägezahn	0,2 bis 200 V/cm	—	471
Fernseh-Kontrollzillograph	U 127	20 Hz bis 10 MHz	0,25 mm/mV <sub>ss</sub>	—	397
OSCILLARZET .....	Ms-L.-Nr. 275175	2 Hz bis 600 kHz und 1 Hz bis 5 MHz	Empfindlichkeit 1,7 mm/mV <sub>ss</sub>	—	474
OSCILLAR I/14 .....	Ms-L.-Nr. 275201	0,5 Hz bis 14 MHz			



**Betriebsmeßinstrument für Verstärkerämter**

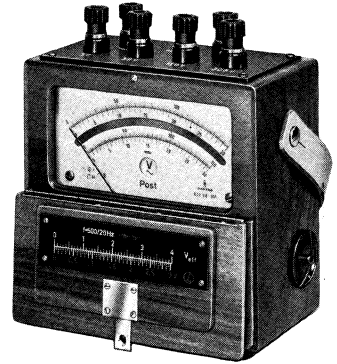
Ms-List.-Nr. 230 123

Gleichspannung und 15 bis 100 bis 5000 Hz

**ANWENDUNG** Neben seiner allgemeinen Verwendung als Spannungsmesser für Gleich- und Wechselstrom ist das Instrument besonders für Messungen in NF- und TF-Verstärkerämtern gedacht, in deren Gestellen bereits Vor- und Nebenwiderstände zur Messung von Spannungen und Strömen eingebaut sind.

Im Wechselspannungsbereich 3 V ist der Frequenzgang der Anzeige zwischen 15 und 5000 Hz ausgeglichen. Dieser Bereich dient zum Messen der RUFspannung 500/20 Hz.

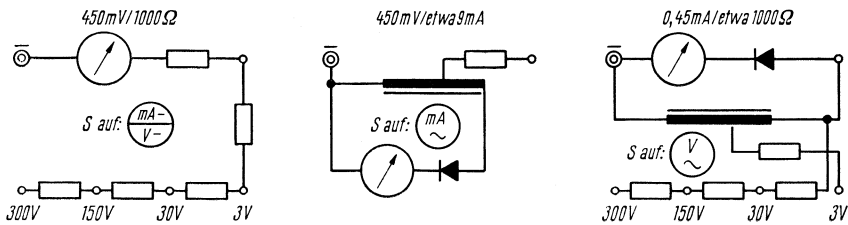
Das Gerät enthält einen magnetischen Schirm, so daß bei Verwendung des Instruments auf Metalltischen die Meßgenauigkeit nicht beeinträchtigt wird.



**KENNWERTE**

- Frequenzbereich für 3-V-Meßbereich . . . . . Gleichspannung und 15 bis 5000 Hz
- für die übrigen Meßbereiche . . . . . Gleichspannung und 15 bis 100 Hz
- Meßbereiche
- für unmittelbare Messungen . . . . . 0,45; 3; 30; 150; 300 V
- für Messungen an äußeren Vorwiderständen ( $U_{\sim} \geq 30$  V) . . . . . 0,45 mA
- für Messungen an äußeren Nebenwiderständen ( $I_{\sim} \geq 1,5$  A) . . . . . 450 mV
- für RUFspannung 500/20 Hz . . . . . 3 V
- Eigenwiderstand für die Meßbereiche 30 V, . . . 300 V . . . . . 2222  $\Omega$ /V
- für die Meßbereiche 0,45 V und 3 V bei Wechselstrom . . . . . etwa 350  $\Omega$ /V
- Meßunsicherheit bei Gleichstrom . . . . . entsprechend Klasse 0,5
- bei Wechselstrom . . . . . entsprechend Klasse 1,0

**ARBEITSWEISE** Das Gerät enthält ein Drehspulmeßwerk mit Spannbandlagerung. Wechselstrom wird in einem Kupferoxydulgleichrichter gleichgerichtet. Der Skalenverlauf ist auch bei Wechselstrom praktisch linear. Die Stellung des Meßschalters S, auf der rechten Schmalseite des Gerätes, wird durch eine Kulisse auf der Skale angezeigt.



**ZUBEHÖR, ABMESSUNGEN UND GEWICHTE**

Gegenstand	Bezeichnung	Abmessungen in mm	Gewicht etwa kg	Preis
BETRIEBSMESSINSTRUMENT (Gleichspannung und 15 bis 100 bis 5000 Hz) . .	Ms-List.-Nr. 230 123	192 × 160 × 100	2	
Nach Bedarf				
1 Anschlußleitung . . . . .	9 Rel ltg 25 a	1600	0,2	S. 512

**B**

## Toleranz-Meßgerät

Rel 3 R 513

800 Hz

**ANWENDUNG** Auch die Serienmessung der Betragswerte von Einzelteilen, wie Kondensatoren, Widerständen und Spulen, wird meist aus Gründen der Meßgenauigkeit mit Brückenschaltungen durchgeführt. Der Nullabgleich und die Bestimmung der prozentualen Abweichung bedingen dabei ohne Hilfsgeräte eine relativ hohe Meßzeit.



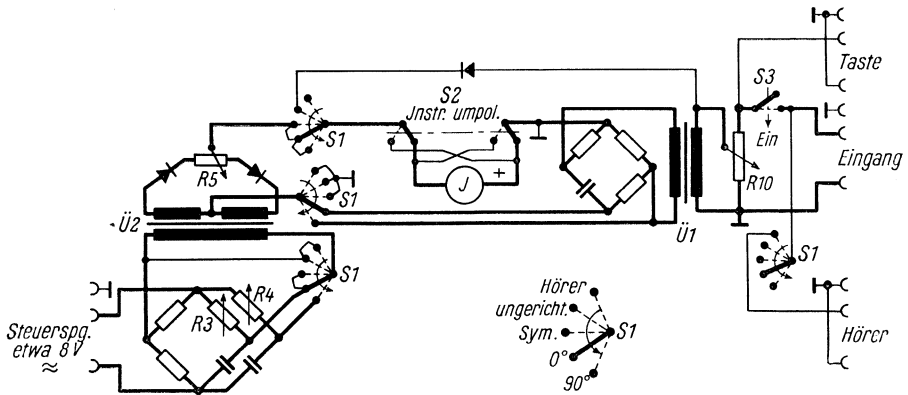
Das *Toleranz-Meßgerät* Rel 3 R 513 zeigt die Abweichung von dem an der Brücke eingestellten Sollwert unmittelbar in Prozent an; es erweist sich somit als wichtiges Zusatzgerät in Meßplätzen für die Einzelteilefertigung. Blind- und Wirkanteil lassen sich getrennt ablesen. Der Vollausschlag ist zwischen  $\pm 20$  und  $\pm 0,5\%$  einregelbar, so daß man Abweichungen von  $0,5\%$  noch ablesen kann. Die Genauigkeit hochwertiger Brücken ist also voll ausnutzbar. Auch für die genaue Einzelabstimmung von Brücken ist das Gerät von Vorteil, weil sofort erkennbar ist, in welcher Richtung die Brücke abgeglichen werden muß. Das Toleranz-Meßgerät wurde als Zusatz zum 800-Hz-Meßsummer und -Abstimmverstärker Rel 3 R 512 (S. 20) entwickelt; es ist aber auch mit anderen Summern und Meßempfängern für 800 Hz verwendbar.

Das Gerät benötigt keine besonderen Betriebsspannungen; eine 800-Hz-Steuerspannung wird dem zum Betrieb der Brücke benötigten Meßsender entnommen, z. B. Rel 3 R 512 (S.20).

### KENNWERTE

Meßfrequenz .....	800 Hz $\pm 5\%$
Bereich der Toleranzangabe	
für Vollausschlag .....	zwischen $\pm 0,5$ und $\pm 20\%$
Skalenteilung .....	$\pm 20$ Skalenteile
Kleinster ablesbarer Toleranzwert .....	$\pm 0,5\%$
Unsicherheit der Toleranzangabe mit	
dem Abstimmverstärker Rel 3 R 512 .....	bis 1,5 Skalenteile
Fälschung der Toleranzanzeige	
durch eine gleich große Verstimmungsspannung, die gegenüber	
der zu messenden um $90^\circ$ phasenverschoben ist .....	bis 2 Skalenteile
Eingangs-Mindestspannung	
für Vollausschlag und ungerichtete Anzeige .....	etwa 0,8 V
für Vollausschlag und gerichtete Anzeige .....	etwa 2,4 V
Erforderliche Steuerspannung 800 Hz .....	etwa 7 bis 12 V

**ARBEITSWEISE** Nicht vollständig abgeglichene Meßbrücken haben in der Anzeigediagonale eine Restspannung. Diese ist annähernd proportional der Abweichung des (komplexen) Widerstandes  $X$  von der Brückeneinstellung, solange diese Abweichung klein bleibt. Normalerweise wird die Restspannung beim Abgleichen der Brücke über einen Verstärker im Kopfhörer abgehört.



Das Toleranz-Meßgerät zeigt, hinter den Anzeigeverstärker geschaltet, die Größe dieser Restspannung an, und zwar zerlegt nach den beiden Komponenten ( $0^\circ$  und  $90^\circ$ , bezogen auf  $X$ ) sowie nach ihrer Richtung positiv oder negativ. Diese Anzeige wird durch eine gesteuerte Gleichrichtung ermöglicht: Die Steuerspannung, z.B. dem 800-Hz-Meßsummer und -Abstimmverstärker entnommen (etwa 8 V), gelangt über Phasendreher (Potentiometer R 3, R 4) zu einer Gleichrichterbrücke. Die beiden Phasendreher gestatten die unabhängige Einstellung der Phase der Steuerspannung für  $0^\circ$  und  $90^\circ$  je nach der gewünschten Anzeige der reellen oder imaginären Komponente der Brückenrestspannung.

Die viel kleinere Meßbrücken-Restspannung wird der Gleichrichterbrücke in der zweiten Diagonale zugeführt. Die entstehende Gleichspannung ist proportional dem Mittelwert der Brückenrestspannung und wird vom Instrument J angezeigt.



**ZUBEHÖR, ABMESSUNGEN UND GEWICHTE**

Gegenstand	Bezeichnung	Abmessungen in mm	Gewicht etwa kg	Preis
TOLERANZ-MESSGERÄT (800 Hz) .....	Rel 3 R 513	550 × 232 × 280	5	S. 20
<i>Nach Bedarf</i>				
1 800-Hz-Meßsummer und -Abstimmverstärker mit Zubehör .....	Rel 3 R 512	550 × 190 × 280	10	S. 512
1 Meßhörer (2 × 1000 Ω), z. B. ....	9 Fg tph 2a	—	—	
4 symmetrische Verbindungsleitungen, z.B. ....	Rel ltg 546a, ..d	500, ...2000	0,2	
oder	Rel ltg 547a, .. e	250, ...2000	0,2	

## Spannungsmesser 10 mV/100 V

Rel 3 U 122

30 bis 20000 Hz

**ANWENDUNG** Dieser Spannungsmesser ist ein zweistufiger Röhren-Spannungsmesser mit hoch-ohmigem Eingang für Messungen im Frequenzbereich von 30 bis 20000 Hz. Das Gerät mißt etwa den Scheitelwert der Eingangsspannung; es ist aber so geeicht, daß bei sinusförmigen Spannungen deren Effektivwert angezeigt wird. In dem mit einem Schalter in neun Schritten umschaltbaren Meßbereich können Spannungen zwischen 1 mV und 100 V an einem Drehspulinstrument abgelesen werden. Das Gerät wird auch als Hörverstärker besonders für Messungen nach dem Vergleichs- und Nullverfahren, z.B. als Hörverstärker bei Meßbrückenschaltungen, benutzt.

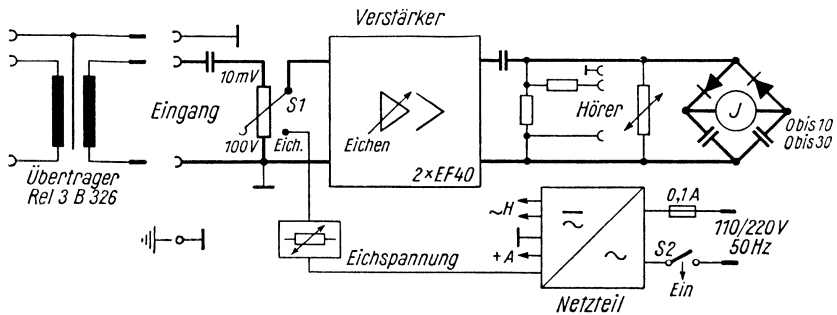
Die Betriebsspannungen werden über einen eingebauten Netzteil dem Wechselstromnetz 110/220 V entnommen. Der Verstärkerteil des Spannungsmessers läßt sich ohne fremde Hilfspennungen mit einer dem Netzteil entnommenen Spannung eichen, die in einer Regelschaltung auf gleichen Wert gehalten wird. Weitere besondere Vorzüge sind die weitgehende Unabhängigkeit von Temperatur-, Netzspannungs- und Netzfrequenzänderungen, die niedrige Störspannung am Hörerausgang und der geringe Stromverbrauch.



### KENNWERTE

Frequenzbereich .....	30 bis 20000 Hz
Meßbereich in neun Schritten .....	40 mV, ...30 V, 100 V
mit Aufsteck-Symmetrierübertrager	
bei 30 bis 50 Hz .....	bis 20 V
bei 50 bis 200 Hz .....	bis 30 V
bei 200 bis 20000 Hz .....	bis 100 V
kleinste ablesbare Spannung .....	1 mV
Skalenumfang des Instruments ablesbar .....	1 bis 10 und 1 bis 30
Meßunsicherheit bei 800 Hz .....	$\pm 2\%$
zusätzlich bei $\pm 10\%$ Netzspannungsschwankungen .....	$\leq 1\%$
Frequenzabhängigkeit der Anzeige, bezogen auf 800 Hz .....	$\leq 2\%$
Eingangsscheinwiderstand, unsymmetrisch .....	etwa 300 k $\Omega$ parallel 30 pF
symmetrisch mit Symmetrierübertrager .....	$\geq 20$ k $\Omega$
Größte Spannungsverstärkung (im Leerlauf)	
bei Benutzung als Hörverstärker	
mit Gegenkopplung .....	etwa 5,7 N (50 db)
ohne Gegenkopplung .....	bis etwa 8 N (70 db)
Ausgangsscheinwiderstand am Hörerausgang .....	etwa 3,5 k $\Omega$
Größte Ausgangsspannung .....	3 bis 6 V
Störspannung am Hörerausgang .....	$\leq 5$ mV
Netzanschluß .....	110/220 V $\pm 10\%$ ; 42 bis 60 Hz; etwa 6 VA

**ARBEITSWEISE** Der Spannungsmesser ist ein stabilisierter zweistufiger Verstärker mit Richtleiterkreis und Drehspulinstrument J. Unsymmetrische Eingangsspannungen führt man unmittelbar dem Gerät zu; bei symmetrischen Schaltungen wird ein Symmetrierübertrager zwischengeschaltet. Die zu messende Spannung gelangt über den Stufen-Spannungsteiler S 1 an das Gitter der ersten



Verstärkerröhre. Am Spannungsteiler (Meßbereichschalter) lassen sich neun verschiedene Meßbereiche einstellen; er hat außerdem eine Stellung „Eich.“, in der eine definierte, durch eine Regelschaltung selbsttätig konstant gehaltene 50-Hz-Wechselspannung vom Netzteil zum Eichen an das Gitter der ersten Verstärkerröhre gelangt. Die im widerstandsgekoppelten Verstärker verstärkte Eingangsspannung wird mit Richtleitern gleichgerichtet und am Instrument J unmittelbar angezeigt. In Stellung „Eich.“ des Meßbereichschalters S 1 kann mit dem Potentiometer „Eichen“ die Verstärkung auf Sollwert eingestellt werden.

Bei Verwendung des Spannungsmessers als Hörverstärker wird an die Buchsen „Hörer“ ein hochohmiger Meßhörer angeschlossen. Der Meßbereichschalter dient dann als Verstärkungsregler, und zwar beträgt die größte Verstärkung in Stellung „10 mV“ etwa 5,7 N (50 db) bei einer höchsten Ausgangsspannung von 3 bis 6 V.

**ZUBEHÖR, ABMESSUNGEN UND GEWICHTE**

Gegenstand	Bezeichnung	Abmessungen in mm	Gewicht etwa kg	Preis	
SPANNUNGSMESSER 10 mV/100 V (30 bis 20000 Hz) .....	Rel 3 U 122	137 × 266 × 180	4	} S. 512	
<i>Zubehör</i>					
2 Röhren .....	EF 40	—	—		
3 Schmelzeinsätze 0,1 A (2 als Ersatz) .....	0,1/250 DIN 41 571	—	—		
1 Signallampe 12 V .....	T lp 2 e	—	—		
<i>Nach Bedarf</i>					
1 Verbindungsleitung, z. B. ....	Rel Itg 546a, ..d	500, ..2000	0,2		
oder	Rel Itg 547a, ..e	250, ..2000	0,2		
oder	Rel Itg 548a, ..e	500, ..3000	0,2		
1 Symmetrierübertrager .....	Rel 3 B 326	100 × 60 × 40	0,5		
1 Meßhörer (2 × 1000 Ω), z. B. ....	9 Fg tph 2a	—	—		

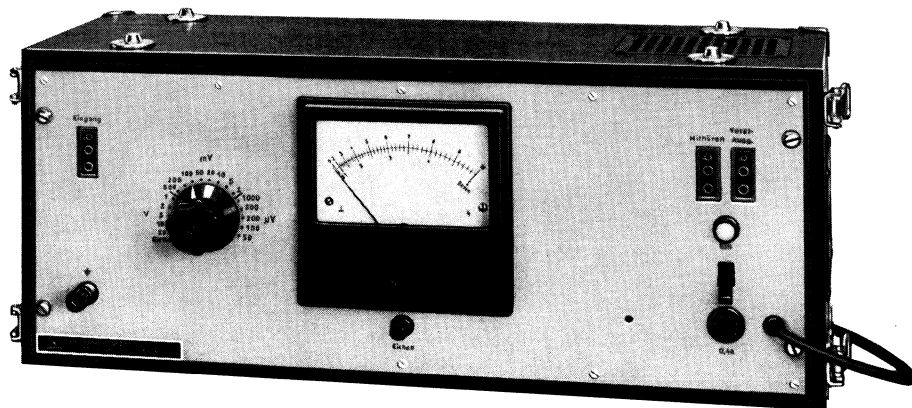


## Effektivwert-Spannungsmesser 50 $\mu$ V/20 V

Rel 3 U 119

30 bis 30000 Hz

ANWENDUNG Dieser Spannungsmesser mißt den Effektivwert von Wechselspannungen im Frequenzbereich von 30 bis 30000 Hz; die Kurvenform bleibt daher ohne wesentlichen Einfluß auf das Meßergebnis. Zum Beispiel eignet sich das Gerät gut zur Anzeige hinter einer Klirrfaktor-



Meßbrücke (S. 364), wo der Effektivwert der Oberwellen mit dem Effektivwert des Frequenzgemisches verglichen wird. Die hohe Empfindlichkeit des Gerätes gestattet es, noch sehr kleine Klirrfaktoren auch von niedrigen Spannungen zu messen, z.B. einen Klirrfaktor von 1‰ bei einer Grundspannung von 50 mV.

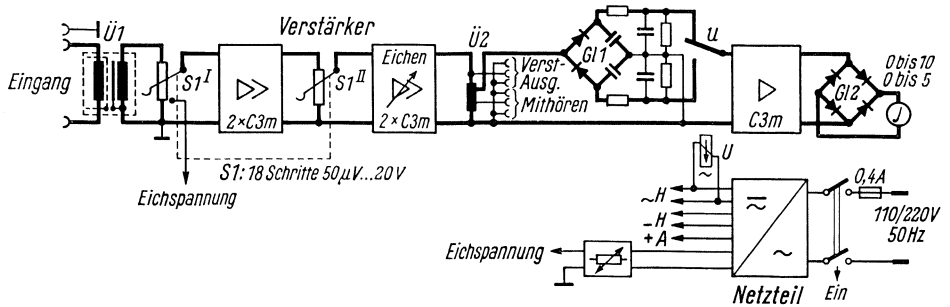
Ebenso günstig arbeitet der Spannungsmesser als Nullinstrument in Brückenschaltungen. Weiterhin läßt sich das Gerät als Meß- oder Hörverstärker mit einer größten Verstärkung von etwa  $10^5$  ( $\sim 11,5$  N oder 100 db) verwenden. Auch eignet es sich zum Suchen und Messen von Störspannungen an Geräten und Baugruppen, sowie für alle üblichen Wechselspannungs-Messungen.

Die Betriebsspannungen liefert über einen eingebauten Netzteil das Wechselstromnetz 110/220 V

### KENNWERTE

Frequenzbereich .....	30 bis 30000 Hz
Meßbereich in 18 Schritten (für Vollausschlag) ...	50; 100; 200 $\mu$ V; ... 5; 10; 20 V
kleinste ablesbare Spannung .....	10 $\mu$ V
Meßunsicherheit bei 800 Hz .....	$\leq \pm 2\%$
Frequenzabhängigkeit der Anzeige, bezogen auf 800 Hz .....	$\leq \pm 2\%$
Anzeigeänderung bei $\pm 10$ Netzspannungsschwankungen .....	etwa $\pm 1\%$
Eingangsscheinwiderstand .....	$\geq 10$ k $\Omega$
Innerer Widerstand an „Verst.-Ausgang“ .....	etwa 1,2 k $\Omega$
Größte Spannungsverstärkung zwischen „Eingang“ und „Verst.-Ausgang“ .....	etwa $10^5$
Netzspannung .....	110/220 V $\pm 10\%$ ; 48 bis 60 Hz; etwa 35 VA

ARBEITSWEISE Zur Effektivwert-Anzeige werden die Kupferoxydul-Gleichrichter von der verstärkten Eingangsspannung nur im quadratischen Teil ihrer Kennlinie angesteuert. Die zu messende Spannung gelangt über den symmetrischen Eingangsübertrager  $\ddot{U} 1$ , den Teiler  $S 1^I$  auf den zweistufigen Verstärker. Über den zweiten Teiler  $S 1^{II}$  wird sie einem weiteren Verstärker



zugeführt, an dessen Ausgangsübertrager  $\ddot{U} 2$  die verstärkte Spannung abgehört oder entnommen werden kann. Die Gleichrichter  $Gl 1$  liegen an einer Teilwicklung von  $\ddot{U} 2$ . Die entstehende Gleichspannung gelangt über den im Takt von 50 Hz arbeitenden Zerschalterkontakt („u“) an den Eingang eines einstufigen Verstärkers (C 3 m). Die Ausgangsspannung dieses Verstärkers wird über eine lineare Gleichrichtung in der Brückenschaltung  $Gl 2$  dem Anzeigeelement  $J$  zugeführt.

Der Spannungsteiler  $S 1^I$  hat eine Stellung „Eichen“. In dieser liegt am Gitter der ersten Verstärkerröhre eine 50-Hz-Spannung, die der Netzteil liefert; diese Eichspannung wird in einer Regellampen-Schaltung selbsttätig konstant gehalten.

#### ZUBEHÖR, ABMESSUNGEN UND GEWICHTE

Gegenstand	Bezeichnung	Abmessungen in mm	Gewicht etwa kg	Preis
EFFEKTIVWERT- SPANNUNGSMESSER 50.µV/20 V (30 bis 30000 Hz) .....	Rel 3 U 119	550 × 232 × 280	20	} S. 512
<i>Zubehör</i>				
5 Röhren .....	C 3 m	—	—	
1 Signallampe 12 V .....	T1p 2c	—	—	
3 Schmelzeinsätze 0,4 A (2 als Ersatz) .....	0,4/250 DIN 41 571	—	—	
<i>Nach Bedarf</i>				
2 Verbindungsleitungen, z. B. ....	Rel ltg 547a, ...e	250, ..2000	0,2	
oder	Rel ltg 546a, ...d	500, ..2000	0,2	
1 Meßhörer, z. B. ....	9 Fg tph 2a	—	—	

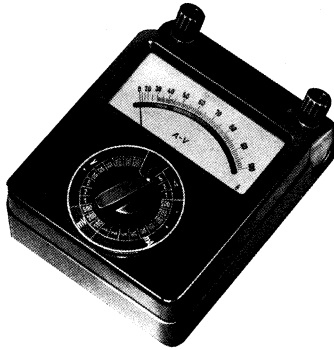
**kHz-Multizet**

Ms-List.-Nr. 231 520

10 bis 10 000 Hz

**ANWENDUNG** Das kHz-Multizet dient zu Strom- und Spannungsmessungen. Mit seinen Meßbereichen 1 mA bis 5 A und 0,1 bis 500 V erfaßt man im Frequenzbereich 10 bis 10000 Hz alle gebräuchlichen Tonfrequenzspannungen und -ströme.

Betriebs- oder Hilfsspannungen werden nicht benötigt.



**KENNWERTE**

Frequenzbereich ..... 10 bis 10000 Hz

*Strommessung:*

12 Meßbereiche mit Vollausschlag . . 1, 2, 5, 10, 20, 50, 100, 200, 500 mA; 1, 2, 5 A

Kleinster meßbarer Strom ..... 0,2 mA

Spannungsabfall	im Meßbereich	1 mA	2 mA	5 mA	10 mA	20 mA...5 A
	etwa	93,4 mV	96,6 mV	98,5 mV	99,3 mV	100 mV

Leistungsverbrauch ..... etwa 93,4 µW bis 500 mW

*Spannungsmessung:*

12 Meßbereiche mit Vollausschlag . . 0,1; 0,2; 0,5; 1; 2; 5; 10, 20, 50, 100, 200, 500 V

Kleinste meßbare Spannung ..... 20 mV

Eingangswiderstand	im Meßbereich	0,1	0,2	0,5	1	2	5...500 V
	etwa	15	3,5	2,4	2,13	2,14	2 kΩ/V

Leistungsverbrauch ..... etwa 6,6 µW bis 250 mW

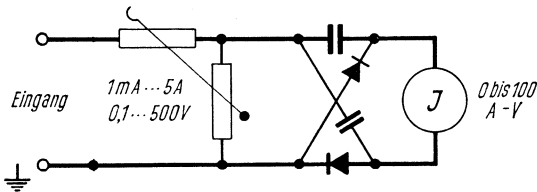
Meßunsicherheit ..... entsprechend Klasse 2,5

im Temperaturbereich ..... 18° bis 30°C

**ARBEITSWEISE** Die Spannungen und Ströme werden über Widerstände, die durch den Meßbereichschalter umschaltbar sind, zwei Gleichrichtern in Greinacherschaltung zugeführt und nach Gleichrichtung von dem Drehspulinstrument J angezeigt. Die eine Meßklemme ist mit dem Metallschirm des Gehäuses verbunden und gegebenenfalls an Erde zu legen. Die Widerstände zur Temperaturkompensation werden beim Einstellen der Meßbereiche mit umgeschaltet. Durch diese



Schaltungsart hat das Instrument geringeren Eigenverbrauch und höhere Empfindlichkeit als Hitzdraht- oder Thermoumformer-Instrumente. Dies gilt besonders für den kleinsten Spannungsbereich 0,1 V mit 1500  $\Omega$  Innenwiderstand.



Die Gleichrichter arbeiten im quadratischen Kennlinienteil, so daß annähernd der Effektivwert von Strom und Spannung angezeigt wird. Die Skale hat dementsprechend eine etwa quadratische Teilung; die feine Meßbereichstufung mit weiter Überlappung erlaubt trotzdem ein genaues Ablesen im nicht gedrängten Skalenbereich.

Wie alle Multizet-Instrumente, hat das kHz-Multizet ein kräftiges Gehäuse aus schwarzem Isolierpreßstoff, Nullpunktrücker, spiegelunterlegte Skale von 80 mm Länge und Messerzeiger.

B 9

ZUBEHÖR, ABMESSUNGEN UND GEWICHTE

Gegenstand	Bezeichnung	Abmessungen in mm	Gewicht etwa kg	Preis
kHz-MULTIZET (10 bis 10000 Hz) .....	Ms-List.-Nr. 231 520	146 × 111 × 70	0,9	
<i>Nach Bedarf</i>				
Tragekästchen .....	Ms-List.-Nr. 231 956	165 × 135 × 90	0,5	

## HF-Multizet 0,2/1000 V

Ms-List.-Nr. 231504

30 Hz bis 450 MHz

**ANWENDUNG** Mit dem HF-Multizet lassen sich im Frequenzbereich von 30 Hz bis 450 MHz die Effektivwerte reiner Sinusspannungen messen. Der zu messenden HF-Spannung können Gleichspannungen bis zu 300 V unterlagert sein. Die Meßbereiche bis 20 V werden am Meßbereichwähler eingestellt; zum Messen höherer Spannungen wird ein kapazitiver Spannungsteiler, der die zu messende Spannung im Verhältnis 50:1 herabgesetzt, auf den Tastkopf gesetzt.

Das Gerät benötigt keine Betriebs- oder Eichspannungen.

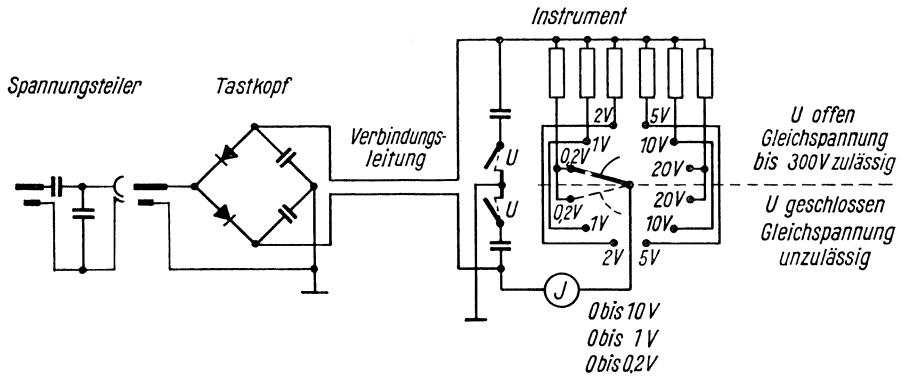


### KENNWERTE

Frequenzbereich .....	30 Hz bis 450 MHz
Meßbereich (in sechs Schritten) .....	0,2; ...20 V
mit Spannungsteiler (in fünf Schritten) .....	50; ...1000 V
kleinste ablesbare Spannung .....	50 mV
Meßunsicherheit	
bei sinusförmiger Eingangsspannung .....	$\pm 5\%$
in den Meßbereichen 0,2 und 20 V .....	$\pm 10\%$
Zulässige Gleichspannung und Eingangswiderstand in den einzelnen Meßbereichen:	

Meßbereich	Frequenzbereich		Eingangswiderstand und Kapazität (Richtwerte)
	ohne Spannungsteiler „Gleichspannung unzulässig“	mit Spannungsteiler „Gleichspannung bis 300 V zulässig“	
0,2 V 1 V 2 V 5 V 10 V 20 V	30 Hz bis 450 MHz	100 kHz bis 450 MHz	3 k $\Omega$ 15 k $\Omega$ 25 k $\Omega$ 50 k $\Omega$ 65 k $\Omega$ 65 k $\Omega$ $\leq 4$ pF parallel zum Widerstand
		40 kHz bis 450 MHz	
		30 kHz bis 450 MHz	
		15 kHz bis 450 MHz	
		10 kHz bis 450 MHz	
		6 kHz bis 450 MHz	
50 V 100 V 250 V 500 V 1000 V		1,0 MHz bis 450 MHz 0,5 MHz bis 450 MHz 0,3 MHz bis 450 MHz 0,25 MHz bis 450 MHz 0,25 MHz bis 450 MHz	$\leq 2,5$ pF $\tan \delta \approx 4 \times 10^{-4}$

ARBEITSWEISE Die zu messende Spannung wird in einer Greinacher-Schaltung gleichgerichtet und von einem hochempfindlichen Drehspulinstrument angezeigt. Als Gleichrichterelemente dienen Germanium-Richtleiter. Damit Meßfehler bei hohen Frequenzen vermieden werden, sitzen die



Richtleiter in einem Taststecker, dessen Abmessungen so klein sind, daß er unmittelbar an den Meßpunkt gelegt oder z. B. in eine Hochfrequenz-Anschlußbuchse gesteckt werden kann. Eine 1 m lange Leitung verbindet den Tastkopf mit dem Anzeigeteil.

Das hochempfindliche Drehspulinstrument ist zusammen mit den Vorwiderständen und dem Meßbereichswähler in das normale Preßstoffgehäuse der Multizet-Instrumente eingebaut. Die Meßbereiche werden mit dem Drehschalter eingestellt. Die spiegelunterlegte Dreifachskale ist dreifarbig beschriftet; einander zugeordnete Skalen und Meßbereiche haben gleiche Farbe, wodurch das Ablesen sehr erleichtert wird. Das Gehäuse ist innen metallisiert. Bei Messungen im Gebiet tieferer Frequenzen wird das Gehäuse gerdet, bei höheren Frequenzen die Tastkopfhülse.

Die Meßschaltung ist gegen Einstrahlungen sorgfältig geschirmt.

#### ZUBEHÖR, ABMESSUNGEN UND GEWICHTE

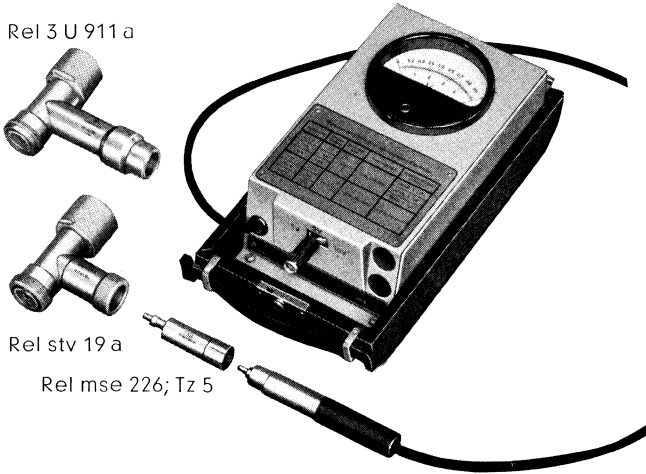
Gegenstand	Bezeichnung	Abmessungen in mm	Gewicht etwa kg	Preis	
HF-MULTIZET mit Tastkopf (30 Hz bis 450 HMz) .....	Ms-List.-Nr. 231 504	146 × 111 × 70	1,4	} S. 505	
und kapazitivem Spannungsteiler 50:1 .....	Ms-List.-Nr. 231 505	—	0,2		
<i>Nach Bedarf</i>					
Tragkästchen .....	Ms-List.-Nr. 231 957	165 × 165 × 95	0,5		
1 Durchgangs-Steckverbindung .....	Rel stv 19b	80 × 80 × 25	0,4		
1 Durchgangs-Steckverbindung mit kapazitivem Teiler 50:1 .....	Rel 3 U 911 b	80 × 80 × 25	0,4		

## Spannungsmesser 1/500 V

Rel 3 U 17 c

100 kHz bis 1000 MHz

**ANWENDUNG** Dieser röhrenlose Spannungsmesser dient zum Messen von Spannungen zwischen 0,1 und 500 V bei Frequenzen von 100 kHz bis 1000 MHz. Es lassen sich auch Wechselspannungen messen, denen eine Gleichspannung ( $\leq 300$  V) unterlagert ist. Durch Anordnung der Gleichrichter-



schaltung in einem Taststecker werden lange Zuleitungen zwischen Meßpunkt und Spannungsmesser vermieden.

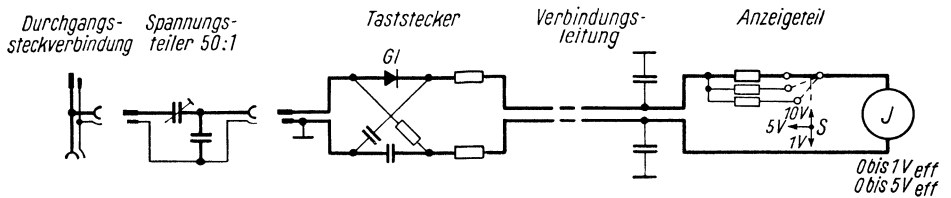
Der große Meßbereich in Verbindung mit dem großen Frequenzbereich machen das Gerät ganz allgemein für HF- und UHF-Spannungsmessungen in Laboratorien und Prüffeldern geeignet. Das kleine handliche Gerät ist von Hilfsspannungen unabhängig; es eignet sich daher auch gut für Messungen auf Montagen und bei der Störungssuche.

### KENNWERTE

Frequenzbereich .....	100 kHz bis 1000 MHz
Meßbereiche .....	1, 5 und 10 V
mit Spannungsteiler 50:1, im Frequenzbereich $\geq 500$ kHz ..	50, 250 und 500 V
kleinste meßbare Spannung .....	0,1 V
Die Wechselspannung kann einer Gleichspannung $\leq 300$ V überlagert sein	
Meßunsicherheit bei 1 MHz .....	etwa $\pm 2,5\%$
Frequenzabhängigkeit der Anzeige, bezogen auf 1 MHz,	
bei 100 kHz .....	etwa $-2\%$
bei 100 MHz .....	etwa $-3\%$
bei 500 MHz .....	etwa $-6\%$
bei 1000 MHz .....	etwa $+8\%$
Eingangswiderstand	
im 1-V-Bereich .....	etwa $16 \text{ k}\Omega$ parallel $1 \text{ pF}$
im 5-V-Bereich .....	etwa $30 \text{ k}\Omega$ parallel $1 \text{ pF}$
im 10-V-Bereich .....	etwa $35 \text{ k}\Omega$ parallel $1 \text{ pF}$
Wirksamer Verlustfaktor der Parallelkapazität..... $\tan \delta \leq 10^{-1}$	
mit Spannungsteiler 50:1 gegeben durch .....	etwa $1,4 \text{ pF}$ ; $\tan \delta \approx 2 \cdot 10^{-3}$

**ARBEITSWEISE** Die zu messende Spannung wird in einer Einwegschaltung gleichgerichtet und von einem hochempfindlichen Drehspulinstrument angezeigt. Als Gleichrichter dient ein Germanium-Richtleiter (Gl).

Damit bei hohen Frequenzen Meßfehler durch die Zuleitung vermieden werden, ist die Gleichrichterschaltung in einem Taststecker eingebaut. Seine Abmessungen sind so klein, daß er unmittel-



bar an den Meßpunkt gelegt werden kann und auch in die koaxiale Steckverbindung 6/16 paßt. Der Taststecker ist über eine 1 m lange geschirmte Leitung mit dem Anzeigeteil verbunden, in dem sich das für 1, 5 und 10 V Vollausschlag umschaltbare Instrument befindet. Die Skale ist nahezu linear, der Eingangswiderstand hochohmig. Der jeweilige Meßbereich läßt sich bei Frequenzen oberhalb 500 kHz durch Vorschalten eines kapazitiven Spannungsteilers 50:1 auf 50, 250 und 500 V erweitern.

Zum Messen der Spannung in einer koaxialen Leitung 6/16 dient die Durchgangs-Steckverbindung Rel stv 19a (S. 505) oder Rel 3 U 911a (Rel stv 41a) mit kapazitivem Teiler 50:1 (S. 505); mit diesen kann der Spannungsmesser angeschaltet und damit zur Messung der Durchgangsspannung verwendet werden.

Die Meßschaltung ist gegen normale Störfelder ausreichend geschirmt.

**ZUBEHÖR, ABMESSUNGEN UND GEWICHTE**

Gegenstand	Bezeichnung	Abmessungen in mm	Gewicht etwa kg	Preis
SPANNUNGSMESSER 1/500 V (100 kHz bis 1000 MHz) .....	Rel 3 U 17 c	130 × 240 × 80	} 2	
<i>Zubehör</i>				
1 Spannungsteiler 50:1 .....	Rel mse 226, Tz 5	—		
<i>Nach Bedarf</i>				
1 Durchgangs-Steckverbindung .....	Rel stv 19a	80 × 80 × 25	0,4	} S. 505
1 Durchgangs-Steckverbindung mit kapazitivem Teiler 50:1 .....	Rel 3 U 911 a	80 × 80 × 25	0,4	

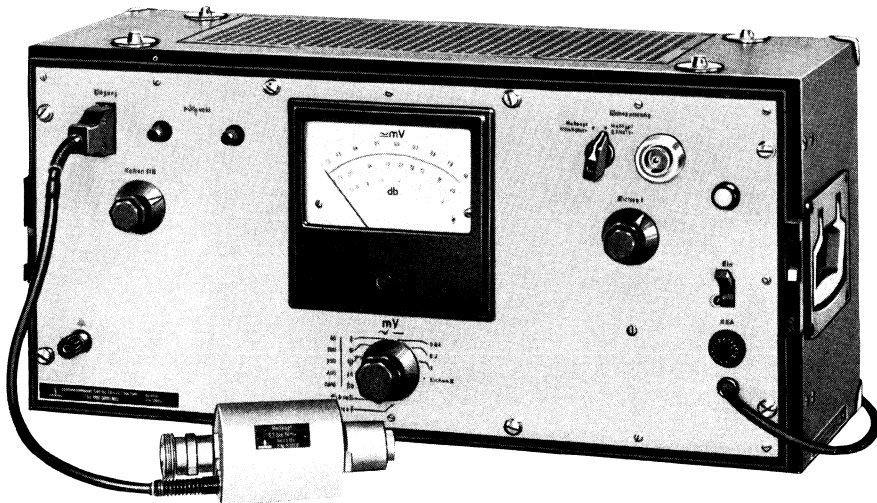


## Spannungsmesser 5 mV/1 V<sub>~</sub>; 0,2/2 mV<sub>-</sub>

Rel 3 U 13

10 bis 5000 MHz

**ANWENDUNG** Mit diesem Spannungsmesser, einem Anzeigeverstärker mit zwei Gleichrichter-Meßköpfen, können Wechselspannungen von 1 mV bis 1 V im Frequenzbereich von 10 bis 5000 MHz gemessen werden. Darüber hinaus sind in einem Indikatorbereich (mit etwas größerer Meßunsicherheit) noch Spannungen bis 0,5 mV herunter feststellbar. Es wird nur der quadratische Teil der



Richtleiter-Kennlinie ausgenutzt; die Spannungen werden also unabhängig von der Kurvenform gemessen (Effektivwert-Messung) und Frequenzgemische richtig bewertet. Außerdem läßt sich das Gerät in Verbindung mit einem Abschlußwiderstand zum Bestimmen kleiner Leistungen benutzen; bei Abschluß der Meßköpfe mit einem 60- $\Omega$ -Widerstand (Rel 3 B 325, S. 505) beispielsweise erstreckt sich der Meßbereich von etwa  $0,5 \cdot 10^{-8}$  bis  $16 \cdot 10^{-3}$  W. Der durch den Reflexionsfaktor verursachte Meßfehler bleibt dabei bis 5000 MHz unter 10%.

Außer den Durchgangsmessköpfen für Koaxialleitungen  $\phi/16$  lassen sich, falls vorhanden, Richtleiter-Meßköpfe z. B. für die Koaxialleitung 3,5/9,5 oder für Hohlleiter an den Verstärker anschließen. Auch als (Gleichstrom-)Anzeigegerät für Meßleitungen (z. B. Rel 3 R 224, S. 195) hat sich der Verstärker gut bewährt, also bei Messungen mit unmodulierter Hochfrequenz. Der Wert des Spannungsverhältnisses  $m' = U_{\min}/U_{\max}$  läßt sich unmittelbar ablesen, wenn im Spannungsmaximum Vollausschlag am Anzeigeelement eingestellt wird. Außerdem eignet sich die Skale mit Dezibelteilung für diesen Zweck; aus der Differenz der Anzeige kann man leicht das Spannungsverhältnis  $m'$  ermitteln, ohne auf Vollausschlag achten zu müssen.

Der Verstärker allein dient zum Nachweis kleiner Gleichspannungen (Thermospannungen, Verstimmungsspannungen von Meßbrücken). Bereiche für 0,02; 0,2 und 2 mV Vollausschlag und eine besondere Skale auf dem Anzeigeelement sind vorgesehen; eine Eichspannungsquelle ist eingebaut.

Der Eingangswiderstand beträgt etwa 40 k $\Omega$ . Dieser Wert wurde gewählt, um die Richtleiter günstig anzupassen. Ist die volle Empfindlichkeit nicht nötig, so läßt sich der Eingangswiderstand leicht durch Vorschalten von hochohmigen Widerständen erhöhen.

Der Spannungsmesser kann also für die verschiedenen Messungen an Empfängern und Sendern der UKW- und UHF-Technik verwendet werden. Gegenüber Galvanometern erweist sich neben der höheren Empfindlichkeit besonders die fast trägheitslose Anzeige als vorteilhaft.

Die Betriebsspannungen werden über den Netzteil dem Wechselstromnetz 110/220 V entnommen oder bei Betrieb auf der Strecke über einen Wechselrichter Rel 54 A 2 (S. 520) einer 12-V-Batterie.

## KENNWERTE

### Wechselspannungs-Messungen:

Frequenzbereich	10 bis 5000 MHz		
Meßbereich	mit Meßkopf	Rel 3 U 96	Rel 3 U 97
unterteilt in je vier Teilbereiche	5; 10; 20; 50 mV	0,1; 0,2; 0,5; 1 V	0,1; 0,2; 0,5; 1 V
kleinste meßbare Spannung	1 mV	20 mV	20 mV
Indikatorbereich	2 mV	40 mV	40 mV
kleinste im Indikatorbereich feststellbare Spannung	etwa 0,5 mV	etwa 10 mV	etwa 10 mV
Meßunsicherheit bei 30 MHz	$\pm 3\%$	$\pm 3\%$	$\pm 3\%$
Frequenzabhängigkeit der Anzeige, bezogen auf 30 MHz,			
zwischen 10 und 500 MHz	$< \pm 3\%$	$< \pm 5\%$	$< \pm 5\%$
zwischen 500 und 1000 MHz	$< +10\%$	$< +20\%$	$< +20\%$
zwischen 1000 und 5000 MHz	nach Kurve	nach Kurve	nach Kurve
Wellenwiderstand der Durchgangsleitung 6/16			
am Meßkopf	60 $\Omega$	60 $\Omega$	60 $\Omega$
Reflexionsfaktor $r$			
bis 1000 MHz	$< 0,2$	$< 0,05$	$< 0,05$
bis 5000 MHz	$< 0,3$	$< 0,15$	$< 0,15$
Anzeigeänderung bei $\pm 10\%$ Netzspannungsschwankungen	$< 1,5\%$	$< 1,5\%$	$< 1,5\%$

### Gleichspannungs-Messungen:

Meßbereich		
unterteilt in zwei Teilbereiche	0,2 und 2 mV	0,2 und 2 mV
kleinste meßbare Spannung	0,01 mV	0,01 mV
Indikatorbereich	20 $\mu$ V	20 $\mu$ V
kleinste im Indikatorbereich feststellbare Spannung	etwa 2 $\mu$ V	etwa 2 $\mu$ V
Meßunsicherheit, bezogen auf Vollausschlag	$\pm 3\%$	$\pm 3\%$
Anzeigeänderung bei $\pm 10\%$ Netzspannungsschwankungen	$< 1,5\%$	$< 1,5\%$
Eingangswiderstand	etwa 40 k $\Omega$	etwa 40 k $\Omega$

Netzanschluß ..... 110/220 V  $\pm 10\%$ ; 40 bis 60 (100) Hz; 45 VA

**ARBEITSWEISE** Die in jedem der beiden Gleichrichter-Meßköpfe eingebaute Durchgangsleitung 6/16 läßt sich unmittelbar in einen Leitungsweg einfügen. Beim Meßkopf 5 bis 50 mV $\sim$ , Rel 3 U 96, erfolgt die Ankopplung des Richtleiters galvanisch, beim Meßkopf 0,1 bis 1 V $\sim$ , Rel 3 U 97, über einen kapazitiven Spannungsteiler. Bei Gleichspannungsmessungen wird die zu messende Spannung unmittelbar an den Anzeigeverstärker gelegt. In diesem formt ein gepoltes Relais die Gleichspannung in eine Wechselspannung von 80 Hz um. Ein vierstufiger Resonanzverstärker verstärkt die umgeformte Spannung. Sie wird anschließend gleichgerichtet und von einem Dreh-



Zusammenbau der Meßköpfe des Spannungsmessers

spulinstrument angezeigt. Auf dem Meßbereichschalter S 1 sind jedem Meßkopf vier Schritte für Wechselspannungs-Messungen zugeordnet und zwei Schritte für Gleichspannungs-Messungen. Die empfindlichsten Bereiche sind nur Indikatorbereiche mit etwas größerer Meßunsicherheit, aber für Vergleichsmessungen gut verwendbar. Das Instrument hat getrennte Skalen für Gleich- und Wechselspannungen, außerdem eine Dezibelteilung, die das Bestimmen von Spannungsverhältnissen, z. B. beim Arbeiten mit einer Meßleitung, erleichtert.

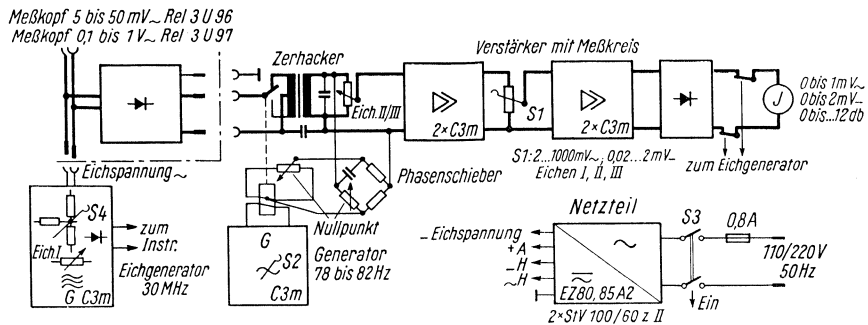
Die Erregerspannung für das Relais wird einem 80-Hz-Generator entnommen, die Wechsel-Eichspannung einem 30-MHz-Eichgenerator.

Störspannungen, die durch Thermoeffekte im Gleichrichterkreis auftreten, sind gegenüber den sehr kleinen Nutzspannungen nicht mehr vernachlässigbar. Da die thermische Zeitkonstante des Meßkopfes sehr groß gemacht wurde, ist es möglich, den von den Störspannungen herrührenden Anteil der zerhackten Spannung durch eine nach Betrag und Phase regelbare Gegenspannung vor der Messung zu kompensieren. Die Kompensationsspannung wird einer zusätzlichen Wicklung des Zerhackerrelais entnommen und dem Sekundärkreis des Eingangsübertragers zugeführt. Mit einem



Potentiometer ist ihre Amplitude unabhängig von der Phase, mit dem im Phasenschieber liegenden Potentiometer ist ihre Phase unabhängig von der Amplitude veränderbar.

Die Resonanz des Verstärkers wird durch frequenzabhängige Gegenkopplungsglieder zwischen der ersten und zweiten sowie dritten und vierten Röhre erzielt. Die Schaltung enthält nur Widerstände



und Kondensatoren und ist im Gegensatz zu Schaltungen mit abgestimmten Schwingkreisen weitgehend temperaturunabhängig. Zur Beschränkung des Einflusses äußerer Störfelder, sowie des Röhrenrauschens und des besonders bei tiefen Frequenzen auftretenden Funkeffektes auf ein vernachlässigbar kleines Maß ist die Bandbreite sehr schmal; sie beträgt etwa 5 Hz. Durch die Gegenkopplung wird gleichzeitig der Verstärker stabilisiert.

#### ZUBEHÖR, ABMESSUNGEN UND GEWICHTE

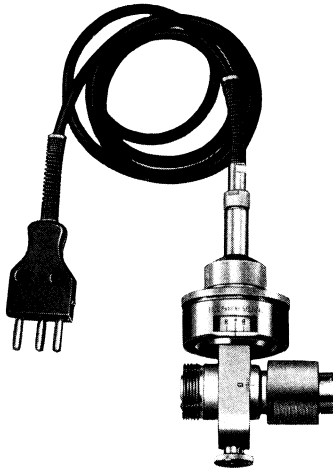
Gegenstand	Bezeichnung	Abmessungen in mm	Gewicht etwa kg	Preis
SPANNUNGSMESSER 5 mV/1 V~; 0,2/2 mV~ (10 bis 5000 MHz) .....	Rel 3 U 13	550 × 266 × 280	28	
<i>Zubehör</i>				
6 Röhren .....	C 3 m	—	—	
1 Röhre .....	EZ 80	—	—	
2 Stabilisatoren .....	StV 100/60 z II	—	—	
1 Stabilisator .....	85 A 2	—	—	
1 Signallampe 12 V .....	T Ip 2 c	—	—	
3 Schmelzeinsätze 0,8 A (2 als Ersatz) .....	0,8 C DIN 41 571	—	—	
1 Frequenzgangkurve .....	Rel Bv 35 U 135	—	—	
1 Beikasten .....	Rel bk 112	405 × 130 × 95	3	
<i>enthaltend:</i>				
1 Meßkopf 5 bis 50 mV~ .....	Rel 3 U 96	65 ∅ × 145	0,8	
1 Meßkopf 0,1 bis 1 V~ .....	Rel 3 U 97	65 ∅ 155	0,8	
<i>Nach Bedarf</i>				
1 Abschlußwiderstand, z. B. ....	Rel 3 B 325	85 × 35 ∅	0,24	S. 505
1 Verbindungsleitung, z. B. ....	Rel Itg 547 a, ... e	250, ... 2000	0,2	
1 Verbindungsleitung, z. B. ....	Rel Itg 555 a, c	300, ... 4000	0,6	S. 512
1 Zwischenstück 6/16 .....	Kab stv 2 e	—	—	
1 Wechselrichter 12 V~/220 V~ .....	Rel 54 A 2	270 × 266 × 180	7	S. 520

## Durchgangs-Spannungsprüfer 6/16

Rel 3 U 98

0,3 bis 5 GHz

**ANWENDUNG** Dieses kleine Gerät zeigt in Verbindung mit einem Anzeigegerät, z.B. Rel 3 F 93 b, oder mit einem Anzeige-Verstärker, z.B. dem des Spannungsmessers Rel 3 U 13 (S. 422) oder bei modulierter Hochfrequenzspannung dem des Pegelmessers Rel 3 D 311 (S. 275), Spannungen im



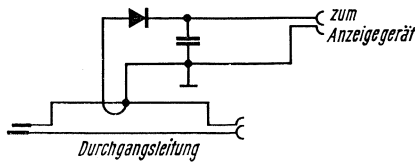
Frequenzbereich 0,3 bis 5 GHz an. Bei ein und derselben Frequenz können auch Unterschiede von HF-Pegeln bis zu 20 db gemessen werden. Die Durchgangsleitung des Spannungsprüfers liegt praktisch reflexionsfrei im koaxialen Leitungszug 6/16, so daß sich keine Rückwirkung auf die Spannungsquelle ergibt.

Das Gerät wird in Laboratorien und als Betriebsmeßgerät gleich gerne eingesetzt. Es eignet sich z. B. zur Spannungsanzeige an Senderausgängen, zum Nachstimmen der Senderausgangsspannung und zum Messen von Pegeldifferenzen, z. B. zwischen Senderausgang und Antennenspeisepunkt. Betriebsspannungen werden nicht benötigt.

### KENNWERTE

Frequenzbereich .....	0,3 bis 5 GHz
Größte meßbare Unterschiede von HF-Pegeln .....	etwa 20 db
Wellenwiderstand der Durchgangsleitung .....	60 $\Omega$
Reflexionsfaktor der Durchgangsleitung bei Abschluß mit $Z = 60 \Omega$ .....	$\leq 0,05$
Minstdurchgangsleistung bei 2 GHz und bei Anzeige mit Anzeigegerät Rel 3 F 93 b (für einen Gleichstrom von 2 $\mu$ A) .....	etwa 15 mW
bei modulierter HF-Spannung und bei Anzeige mit dem Pegelmesser Rel 3 D 311 (für einen Pegel — 5 N) .....	etwa 15 mW
bei unmodulierter HF-Spannung und bei Anzeige mit dem Spannungsmesser Rel 3 U 13 .....	etwa 15 $\mu$ W
Größte zulässige Durchgangsleistung je nach Ankopplung .....	1 bis 5 W
Anschlußbuchse und -stecker 6/16 .....	Kab stv 2

ARBEITSWEISE Das Gerät besteht aus einer koaxialen Durchgangsleitung 6/16 und einem Auskopplungsteil mit Richtleiterkreis. Die etwa 100 mm lange Durchgangsleitung hat an einem Ende den Steckerteil, am anderen Ende den Buchsenteil der Steckverbindung Kab stv 2. Die Spannung wird induktiv ausgekoppelt. Der Kopplungsgrad ist einstellbar, und zwar kann er mit einer



Rändelschraube durch Verändern des Abstandes zwischen Innenleiter und Koppelschleife und zusätzlich durch Drehung der Koppelschleife verändert werden. Die ausgekoppelte Spannung wird von einem Richtleiter gleichgerichtet und von einem außen anzuschließenden Instrument ( $15\mu\text{A}$ ) angezeigt. Damit hochfrequente Streufelder die Anzeige nicht verfälschen, liegt im Richtleiterkreis ein breitbandiges UHF-Dämpfungsglied.

Bei der Messung von Pegelunterschieden wird es in den meisten Fällen notwendig sein, die vom Richtleiter abgegebene Spannung zu verstärken. Deshalb ist das Ausgangskabel mit dem Stecker Rel stp 6c versehen, so daß bei unmodulierter HF-Spannung z. B. der Spannungsmesser Rel 3 U 13 oder bei modulierter HF-Spannung der Pegelmesser Rel 3 D 311 angeschlossen werden kann. Da die Empfindlichkeit des Richtleiters frequenzabhängig ist, werden Pegelunterschiede bei derselben Frequenz gemessen.

**B 9**

ZUBEHÖR, ABMESSUNGEN UND GEWICHTE

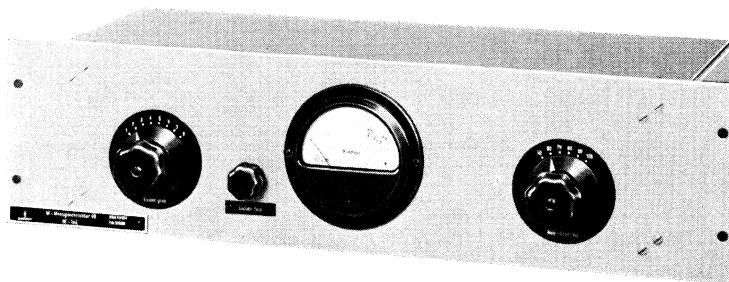
Gegenstand	Bezeichnung	Abmessungen in mm	Gewicht etwa kg	Preis
DURCHGANGS-SPANNUNGSPRÜFER 6/16 (0,3 bis 5 GHz) .....	Rel 3 U 98	160 × 80 × 60	0,85	
<i>Nach Bedarf</i>				
1 Anzeigergerät, z. B. .... oder	Rel 3 F 93b	170 × 120 × 90	1,5	
Spannungsmesser 0,2/2 mV <sub>-</sub> (10 bis 5000 MHz). oder	Rel 3 U 13	550 × 266 × 280	28	S. 422
Pegelmesser (30 bis 20 000 Hz) .....	Rel 3 D 311	550 × 266 × 280	20	S. 275

## HF-Meßgleichrichter

Rel 3 U 51/52

0,5 bis 30 MHz

**ANWENDUNG** Dieser HF-Meßgleichrichter dient zum Messen des Modulationsgrades und in Verbindung mit weiteren Meßgeräten zur Kontrolle der Modulation von AM-Zweiseitenband-Sendern im Bereich von 0,5 bis 30 MHz. So können z.B. der Aussteuerungsmesser Rel 34 U 21 (S. 439),



NF-Teil Rel 3 U 52 des HF-Meßgleichrichters

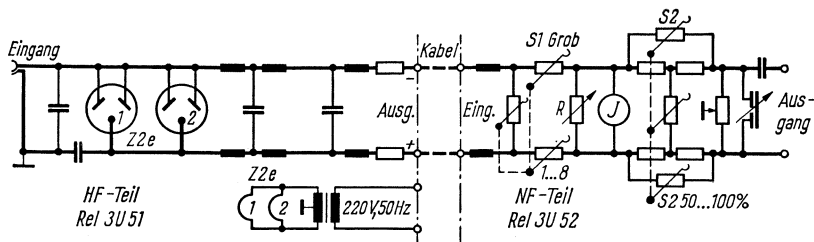
der Geräuschspannungsmesser Rel 3 U 311/34 U 21 (S. 453), der Kontroll- und Meßverstärker Rel 14 R 42 (S. 436) mit Lautsprecher und der Klirrfaktormesser Rel 3 F 41 (S. 360) angeschlossen werden.

Die Betriebsspannungen für den HF-Teil Rel 3 U 51 werden dem Wechselstromnetz entnommen; der NF-Teil Rel 3 U 52 benötigt keine Betriebsspannungen.

### KENNWERTE

Hochfrequenzbereich (je nach Bestellung) .....	0,5 bis 1,5 MHz; 1,5 bis 5 MHz; 5 bis 30 MHz
Erforderliche Eingangsspannung .....	etwa 30 bis 100 V
HF-Leistungsaufnahme je nach Anpassung und Frequenz .....	etwa 1 bis 15 W
Eigenklirrfaktor .....	$\leq 1\%$
Tonfrequenzbereich .....	30 bis 15 000 Hz
Frequenzgang der Tonfrequenz-Spannung zwischen 30 und 15 000 Hz, bezogen auf 800 Hz, bei Kapazitätsabgleich der Verbindungsleitung zwischen HF- und NF-Teil auf 3 nF .....	$\leq 1\%$
Ausgangswiderstand des NF-Teils .....	300 bis 400 $\Omega$
Zulässiger Verbraucherwiderstand .....	$\geq 10$ k $\Omega$
Einstellbar für Modulationsgrade von .....	50, 60, 70, 80, 90, 100%
Brummspannung am Ausgang des NF-Teils .....	$\leq 1\%$
Netzanschluß für HF-Teil .....	220 V $\pm 5\%$ ; 48 bis 52 Hz; etwa 10 VA

ARBEITSWEISE Der HF-Meßgleichrichter, bestehend aus dem HF-Teil Rel 3 U 51 und dem NF-Teil Rel 3 U 52, wird in unmittelbarer Nähe des Senders über einen zusätzlichen kapazitiven Spannungsteiler an das Antennen-Energiekabel angekoppelt. Durch seinen aperiodischen Eingang



ist eine Abstimmung auf die jeweilige Senderfrequenz nicht erforderlich. Die modulierte HF-Spannung wird durch zwei Dioden ( $2 \times Z 2e$ ) im HF-Teil gleichgerichtet und über Siebglieder dem NF-Teil zugeführt. Mit den Widerständen S1 (Grob) und R (Fein) wird ein Festwert auf dem Instrument eingestellt; auch können Schwankungen der HF-Spannung ausgeglichen werden. Der mit S2 gewählte Modulationsgrad (in sechs Schritten von 50 bis 100%) ist solange vorhanden, wie der am NF-Teil angeschlossene Aussteuerungsmesser 100% anzeigt.

#### ZUBEHÖR, ABMESSUNGEN UND GEWICHTE

Gegenstand	Bezeichnung	Abmessungen in mm	Gewicht etwa kg	Preis
HF-MESSGLEICHRICHTER (0,5 bis 1,5 bis 5 bis 30 MHz) *				
HF-Teil.....	Rel 3 U 51	240 × 168 × 123	5	
Zubehör				
2 Röhren.....	Z 2e	—	—	
1 Stecker.....	Rel stp 40a	110 × 13 ∅	—	
Kapazitiver Spannungsteiler.....	mit dem Sender beizustellen			
NF-Teil.....	Rel 3 U 52	520 × 134 × 190	8	
Nach Bedarf				
Aussteuerungsmesser (30 bis 15000 Hz).....	Rel 34 U 21	520 × 134 × 260	13	S. 439
Geräuschspannungsmesser für Rundfunk (30 bis 15000 Hz).....	Rel 3 U 311/ Rel 34 U 21	520 × 236 × 190 520 × 134 × 270	16 13	S. 453
Kontroll- und Meßverstärker 4 W (20 bis 20000 Hz).....	Rel 14 R 42	520 × 100 × 210	10	S. 436
Klirrfaktormesser (60, 800, 2400, 5000 Hz)....	Rel 3 F 41 b	520 × 270 × 230	14	S. 360
* Frequenzbereich je nach Bestellung				

**B 9**

**Thermischer Leistungsmesser 20/500 mW**

Rel 3 U 81

0 bis 4 GHz

**Leistungsteiler 10/25 W**

Rel 3 U 83

0 bis 3 GHz

**Thermischer Leistungsmesser 10/500 mW**

Rel 3 U 84

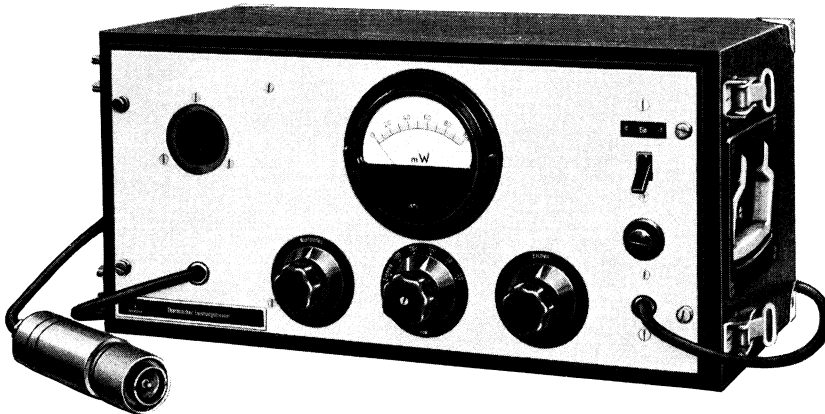
0 bis 8,5 (12,5) GHz

**Leistungsteiler 10/25 W**

Rel 3 U 87

0 bis 5 GHz

**ANWENDUNG** Mit diesen Leistungsmessern lassen sich im Frequenzbereich bis 4 GHz (Ausführung Rel 3 U 81) oder bis 8,5 GHz (Ausführung Rel 3 U 84) Wechselstromleistungen von 2 oder 1 bis 500 mW frequenzunabhängig bestimmen. Diese Geräte werden vor allem bei Leistungsmessungen im UHF-Gebiet eingesetzt. Gegenüber den üblichen Bolometern benötigen sie keinerlei



Thermischer Leistungsmesser Rel 3 U 81

Abstimmung. Der Eingangswiderstand der Geräte ist an den Sollwert (60  $\Omega$ ) bis zur oberen Frequenzgrenze gut angepaßt. Die Geräte können nicht nur mit einer eigenen Eichspannung, sondern auch mit einer an den Meßkopf angelegten Gleichspannung nachge Eichet werden.

Der jeweilige Meßbereich läßt sich zum Bestimmen von Leistungen > 500 mW mit zusätzlichen Leistungsteilern erweitern. Die Teiler Rel 3 U 83 und Rel 3 U 87 können mit 10 W belastet werden; bei zusätzlicher Kühlung, z. B. mit dem Lüfter Rel 3 U 95 (s. S. 433) sind sogar Leistungen bis 25 W meßbar.

Ein wichtiges Anwendungsgebiet ist die absolute Eichung von Spannungsmessern im Gebiet der Dezimeter- und Zentimeterwellen. Ferner sind die Geräte für Dämpfungs-Messungen an Kabeln und Leitungen verwendbar, z. B. an Antennenkabeln. Schließlich lassen sich auch Impulsleistungen bestimmen, wenn das Tastverhältnis bekannt ist.

Kann in der Meßschaltung die Anregung von Hohlleiterwellen vermieden werden, so sind mit dem Leistungsmesser Rel 3 U 84 Messungen im Frequenzbereich bis 12,5 GHz möglich; die Meßunsicherheit erhöht sich dabei auf etwa +15%.

Die Betriebsspannungen liefert über den eingebauten Netzteil das Wechselstromnetz 110/220 V.

## VORLÄUFIGE KENNWERTE

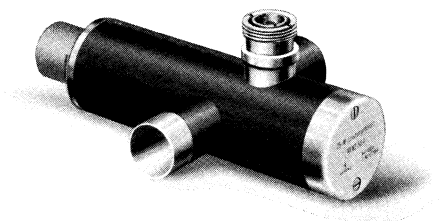
<i>Thermischer Leistungsmesser:</i>	Rel 3 U 81	Rel 3 U 84
Frequenzbereich .....	0 bis 4 GHz	0 bis 8,5 (12,5) GHz
Wellenlänge entsprechend .....	> 10 cm (7,5 cm)	> 3,5 cm
Meßbereiche (Vollausschlag) ..	20, 50, 100, 200 und 500 mW	10, 20, 50, 100, 200 und 500 mW
mit zusätzlichen Leistungsteilern auch .....	1; 2,5; 5; 10 und 25 W	
kleinste ablesbare Leistung .....	etwa 2 mW	etwa 1 mW
Meßunsicherheit .....	$\pm 3\%$ bis 3 GHz $+ 3\%$ ; $-4,5\%$ bis 4 GHz	$\pm 2\%$ bis 5 GHz $\pm 5\%$ bis 8,5 GHz
Einstelldauer für 90% Vollausschlag .....		etwa 30 s
mit Anzeigebeschleunigung .....	—	etwa 8 s
Eingangswiderstand, Nennwert .....		60 $\Omega$
Reflexionsfaktor des HF-Eingangs .....	$< 0,015$ bis 1 GHz $< 0,025$ bis 3 GHz	$< 0,03$ bis 5 GHz $< 0,05$ bis 8,5 GHz
Netzanschluß .....	110/220 V $\pm 5\%$ ; 49 bis 51 Hz; 30 VA	110/220 V $\pm 10\%$ ; 42 bis 60 Hz; 20 VA

<i>Leistungsteiler:</i>	Rel 3 U 83	Rel 3 U 87
Frequenzbereich .....	0 bis 3 GHz	0 bis 5 GHz
Verhältnis der Eingangs- zur Ausgangsleistung .....		50:1
Größte zulässige Dauerleistung .....		
mit Gebläsekühlung .....		25 W
ohne Kühlung .....		10 W
Zulässige Spitzenspannung bei Impulsbetrieb .....		1000 V
Wellenwiderstand des Eingangs und des Ausgangs .....		60 $\Omega$
Reflexionsfaktor .....		
am Eingang .....	0,07 bei 3 GHz	0,06 bei 5 GHz
am Ausgang .....	0,13 bei 3 GHz	0,10 bei 5 GHz
Unsicherheit der Leistungsteilung .....		
unter 0,3 GHz .....	$< 10\%$	—
von 0,3 bis 3 GHz .....	$< 20\%$	—
bis 5 GHz .....	—	$< 8\%$
Durchmesser der Luft-Anschlußstutzen .....	jeweils 30 und 37 mm	

### *Gebläse Rel 3 U 95*

Netzanschluß, Nennwerte .....

110/220 V; 50 Hz; etwa 15 VA



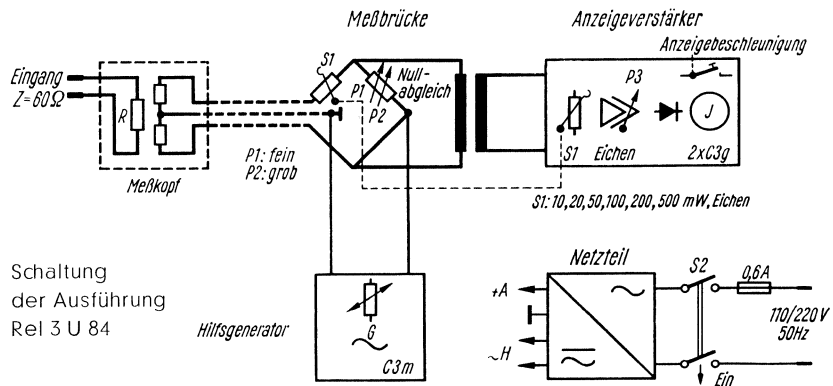
Leistungsteiler 10 oder 25 W, Rel 3 U 83

ARBEITSWEISE Die Geräte messen die Hochfrequenzleistung durch Bestimmung der in einem 60-Ω-Widerstand entstehenden Erwärmung. Der Meßkopf mit diesem Widerstand R hat einen Anschluß für HF-Steckverbindungen 6/16. Durch den im ganzen Frequenzbereich praktisch reellen



Thermischer Leistungsmesser Rel 3 U 84

Eingangswiderstand ergibt sich ein reflexionsarmer Abschluß. Die der Hochfrequenzleistung entsprechende Temperaturerhöhung des Abschlußwiderstandes wird mit Hilfe zweier außerhalb des HF-Feldes angeordneter Widerstandswicklungen gemessen, von denen die eine die Temperatur des Widerstandes annimmt, während die andere auf Außentemperatur bleibt, so daß Temperaturände-

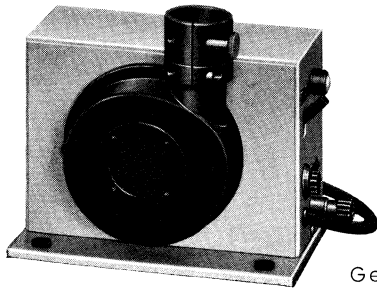


Schaltung der Ausführung Rel 3 U 84

rungen des Raumes keinen Einfluß auf die Messung haben. Der bei Erwärmung entstehende Widerstandsunterschied dieser Wicklungen ändert das Gleichgewicht einer mit einer stabilisierten Spannung gespeisten Brückenschaltung. Bei der Ausführung Rel 3 U 84 liefert diese Spannung der Netzteil, bei der Ausführung Rel 3 U 84 ein eigener Hilfsgenerator G. Die Brückenausgangsspannung gelangt über einen Verstärker und eine Gleichrichterschaltung zum Drehpulinstrument J. Dies ist unmittelbar in Milliwatt geeicht. Der Meßbereich kann durch Umschalten der Verstärkung in fünf (sechs) Schritten verändert werden. Das Potentiometer P1 (bei der Ausführung Rel 3 U 84 grob und fein mit P1, P2) dient zum Nullabgleich der Meßbrücke. In der Stellung „Eichen“ des Bereichschalters S1 wird die Brücke um einen Betrag, der 500 mW HF-Leistung entspricht, verstimm und die Verstärkung gegebenenfalls mit Potentiometer P 3 „Eichen“ durch Einstellen des Vollausschlages am Instrument J nachgeregelt.



Bei Leistungen über 500 mW läßt sich ein Leistungsteiler vorschalten, und zwar bei Leistungen bis 10 W der Leistungsteiler Rel 3 U 83 oder Rel 3 U 87 ohne Lüfter, bis 25 W diese Teiler mit Lüfter. Die Teiler sind aus ohmschen Widerständen in T-Schaltung aufgebaut; sie haben einen Anschlußstutzen für den Lüfter Rel 3 U 95 (oder einen Staubsauger).



Gebälse Rel 3 U 95

#### ZUBEHÖR, ABMESSUNGEN UND GEWICHTE

Gegenstand	Bezeichnung	Abmessungen in mm	Gewicht etwa kg	Preis
<b>THERMISCHER LEISTUNGSMESSER</b>				
(0 bis 4 GHz) .....	Rel 3 U 81	405 × 200 × 280	12	
<i>Zubehör</i>				
2 Röhren .....	18042	—	—	
1 Gleichrichterröhre .....	EZ 40	—	—	
2 Stabilisatoren .....	StV 150/20	—	—	
1 Signallampe 12 V .....	T lp 2c	—	—	
3 Schmelzeinsätze 0,4 A (2 als Ersatz) .....	0,4 C DIN 41 571	—	—	
<i>Nach Bedarf</i>				
1 Kupplungsstück .....	Rel stv 2c	—	—	
Leistungsteiler für 10 oder 25 W .....	Rel 3 U 83	220 × 90 × 140	1,5	
dazu 1 Gebläse bei 10 bis 25 W .....	Rel 3 U 95	200 × 175 × 140	2	
mit				
1 Signallampe 12 V .....	T lp 2c	—	—	
3 Schmelzeinsätzen 0,25 A (2 als Ersatz) .....	0,25 C DIN 41 571	—	—	
<b>THERMISCHER LEISTUNGSMESSER</b>				
(0 bis 8,5 (12,5) GHz) .....	Rel 3 U 84	405 × 200 × 280	12	
<i>Zubehör</i>				
2 Röhren .....	C 3g	—	—	
1 Röhre .....	C 3m	—	—	
1 Signallampe 12 V .....	T lp 2c	—	—	
3 Schmelzeinsätze 0,6 A (2 als Ersatz) .....	0,6 C DIN 41 571	—	—	
<i>Nach Bedarf</i>				
1 Leistungsteiler für 10 oder 25 W .....	Rel 3 U 87	220 × 90 × 140	1,5	
dazu 1 Gebläse bei 10 bis 25 W (Zubehör s. oben)	Rel 3 U 95	200 × 175 × 140	2	

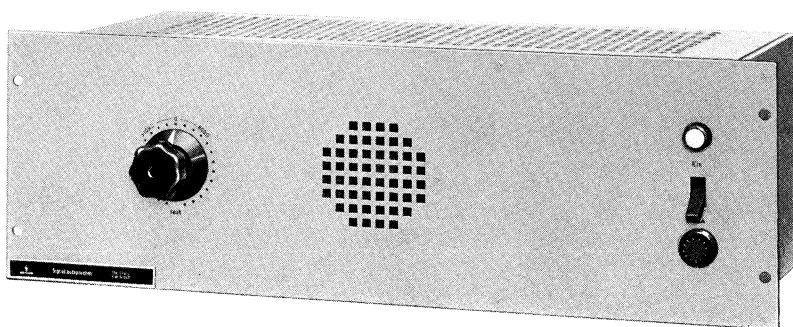
**B 9**

## Signallautsprecher mit Verstärker

Rel 3 U 61 e, f, g

100 bis 10000 Hz

**ANWENDUNG** Dieses Gerät dient ganz allgemein als Abhörverstärker, insbesondere — wie auf S. 279 ausgeführt — als Überwachungs- oder Meldegerät für Meßanlagen. Es gibt das Gerät in der Aus-



Ausführung Rel 3 U 61 g

führung e als tragbares Gerät mit Eingangsregler, in der Ausführung g als Einbaugerät mit Eingangsregler und in der Ausführung f als Einbaugerät ohne Eingangsregler.

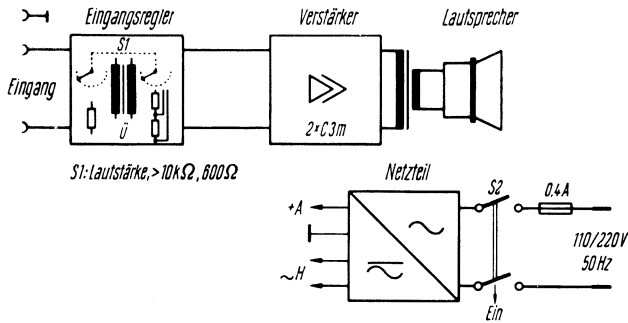
Die Betriebsspannungen liefert über den eingebauten Netzteil das Wechselstromnetz 110/220 V.

### KENNWERTE

Frequenzbereich .....	100 bis 10000 Hz
Eingangswiderstand, umschaltbar .....	600 $\Omega$ und $> 10 \text{ k}\Omega$
Mindesteingangspegel	
für 0,4 W Ausgangsleistung.....	—2,8 N
Höchster zulässiger Eingangspegel .....	3,2 N
einstellbar in zwölf Schritten zu je .....	0,5 N
Fremdspannung am Ausgang .....	$\leq 10 \text{ mV}$
Endleistung	
bei Klirrfaktor $< 5\%$ .....	1 W
bei Klirrfaktor $< 1\%$ .....	0,5 W
Netzanschluß.....	110/220 V $\pm 10\%$ ; 42 bis 60 Hz; etwa 20 VA

ARBEITSWEISE Die zu verstärkende Spannung gelangt zum Eingangsregler und wird hier gegebenenfalls für die Eingangswiderstände  $>10\text{ k}\Omega$  und  $600\Omega$  in je zwölf Schritten geregelt. Für die Ausführung Rel 3 U 61 f kann der Eingangsregler getrennt mitgeliefert werden. Der folgende zwei-stufige gegengekoppelte Verstärker hat zwei Röhren C 3 m in RC-Schaltung.

Die Betriebsspannungen liefert der eingebaute Netzteil mit Siemens-Flachgleichrichter aus dem Wechselstromnetz.



### ZUBEHÖR, ABMESSUNGEN UND GEWICHTE

Gegenstand	Bezeichnung	Abmessungen in mm	Gewicht etwa kg	Preis
<b>SIGNALLAUTSPRECHER MIT VERSTÄRKER (100 bis 10000 Hz)</b>				
Kastengerät .....	Rel 3 U 61 e	550 × 200 × 280	10	
Einbaugerät ohne Eingangsregler .....	Rel 3 U 61 f	520 × 168 × 190	7	
Einbaugerät mit Eingangsregler .....	Rel 3 U 61 g	520 × 168 × 190	7	
<i>Zubehör</i>				
2 Röhren .....	C 3 m	—	—	
3 Schmelzeinsätze 0,4 A (2 als Ersatz) .....	0,4/250 DIN 41 571	—	—	
1 Signallampe 12 V .....	T lp 2 c	—	—	
<i>Nach Bedarf</i> .....				
1 Eingangsregler für Ausführung Rel 3 U 61 f ..	Rel Bv 35 U 62	—	—	

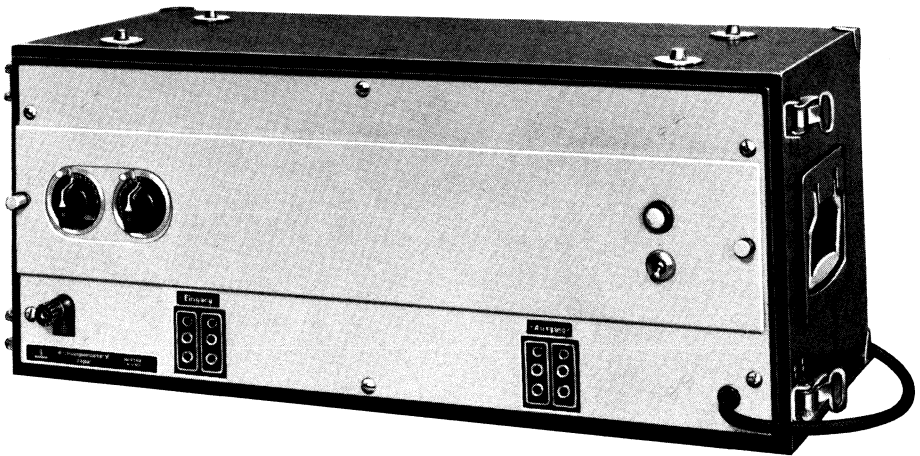


## Kontroll- und Meßverstärker

Rel 14 R 42 a/f

15 bis 30 000 Hz

**ANWENDUNG** Dieser Leistungsverstärker gibt eine Leistung von 4 W ab und hat eine zwischen 20 und 20 000 Hz frequenzunabhängige Verstärkung. Bei den Ausführungen Rel 14 R 42 b, d mit Nepereichung und Rel 14 R 42 e, f mit Dezibeleichung kann die Verstärkung durch veränderbare Dämpfungsglieder definiert in Schritten von 0,1 N oder 1 db, bei den Ausführungen Rel 14 R 42 a, c



durch ein Schichtpotentiometer stetig herabgesetzt werden. Der Verstärker ist vielseitig verwendbar. Er dient z. B. als Abhörverstärker in hochwertigen Musikübertragungsanlagen, vor allem im Rundfunk-Studio und in Rundfunkleitungs-Verstärkerämtern, wo er z. B. im Rundfunk-Kontrolltisch untergebracht ist. Seine definierte Verstärkung und sein weiter Frequenzbereich, der mit dem der NF-Pegelsender und -empfänger übereinstimmt, machen ihn als Meßverstärker am Ausgang des Pegelsenders oder am Pegelmesser-Eingang sehr geeignet.

Reicht die Leistung eines normalen Rundfunkleitungs-Verstärkers z. B. bei vorübergehendem Einsatz auf einer Fernsprech-Freileitung nicht aus, so kann das Gerät auch als Rundfunkleitungs-Verstärker mit hoher Ausgangsleistung verwendet werden. Die Ausführung Rel 14 R 42 e enthält eine HF-Sperre, die das Gerät z. B. bei der Verwendung in der Nähe von Sendeanlagen vor störenden HF-Spannungen schützt.

Mit geringem Frequenzgang ist der Verstärker auch von 15 bis 20 Hz und von 20 000 bis 30 000 Hz verwendbar.

Der Verstärker paßt sich auch in seinem Aufbau den verschiedenen Verwendungsmöglichkeiten an. Für Meßplätze und vorübergehenden Einsatz dienen die tragbaren Ausführungen Rel 14 R 42 c, d. Die Geräte Rel 14 R 42 a, b, e, f sind für den Einbau in Meßgestelle und Gestelle der Studiobauweise vorgesehen; sie passen aber auch mit zusätzlichen Einbauteilen in Rahmengestelle.

Die Betriebsspannungen liefert über einen eingebauten Netzteil das Wechselstromnetz 110/220 V.

### KENNWERTE

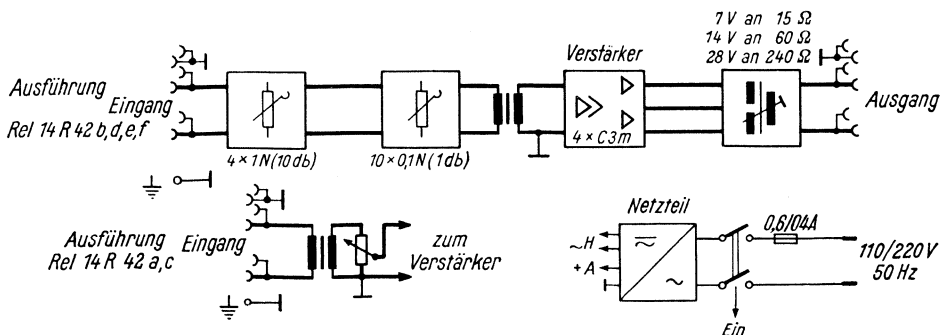
Frequenzbereich .....	20 bis 20 000 Hz
bei etwas verringerten Anforderungen .....	15 bis 30 000 Hz
Ausgangsleistung bei Abschluß mit 15 $\Omega$ , 60 $\Omega$ oder 240 $\Omega$ und bei Netzennspannung .....	4 W

Übersteuerungsgrenze, mit Sinuston .....	etwa 4,5 W	
Größte Verstärkung bei 800 Hz		
am 15-Ω-Ausgang .....	4,6 N (40 db)	
am 60-Ω-Ausgang .....	5,3 N (46 db)	
am 240-Ω-Ausgang .....	6,0 N (52,1 db)	
Verstärkungsregelung bei den Ausführungen Rel 14 R 42a, c		
stufenlos durch Potentiometer .....	vom größten Wert bis Null	
Verstärkungsregelung bei den Ausführungen	Rel 14 R 42b,d	Rel 14 R 42e, f
Regelbereich der Verlängerungsleitung VL		
in vier Schritten von je .....	1,0 N	10 db
in zehn Schritten von je .....	0,1 N	1 db
bei Eingangswiderstand 600 Ω .....	0 bis 5 N	0 bis 50 db
bei Eingangswiderstand 12 kΩ .....	3 bis 8 N	30 bis 80 db
Abweichung der Verstärkung		
bei 800 Hz .....	$\leq 0,05$ N	$\leq 0,5$ db
bei 20 bis 20000 Hz gegenüber 800 Hz .....	$\leq 0,05$ N	$\leq 0,5$ db
(für alle Potentiometer- und Reglerstellungen bei etwa 50% der größten Ausgangsleistung)		
bei $\pm 10\%$ Netzspannungsschwankungen .....	$\leq 0,01$ N	$\leq 0,1$ db
Eingangsscheinwiderstand, symmetrisch und erdfrei		
bei den Ausführungen Rel 14 R 42a, c .....	$\geq 10$ kΩ	
bei den Ausführungen Rel 14 R 42b, d, e, f .....	600 Ω $\pm 5\%$ und 12 kΩ $\pm 2\%$	
Innenwiderstand (Ausgangsscheinwiderstand)		
symmetrisch und erdfrei		
am 15-Ω-Ausgang .....	$< 6$ Ω	
am 60-Ω-Ausgang .....	$< 25$ Ω	
am 240-Ω-Ausgang .....	$< 100$ Ω	
Effektive Fremdspannung im Übertragungsbereich		
bei jeweils größter Ausgangsspannung .....	$< 0,5\%$	
Klirrfaktor		
bei 4 W Ausgangsleistung zwischen 50 Hz und 7500 Hz .....	$< 1\%$	
bei Verwendung als Meßverstärker .....	$\ll 1\%$	
Netzanschluß .....	110/220 V $\pm 10\%$ ; 48 bis 52 Hz; etwa 35 VA	



**ARBEITSWEISE** Der Verstärker hat eine widerstandsgekoppelte Vorstufe, eine Phasenumkehrstufe und eine Gegentakt-Endstufe. Ein Vorübertrager macht den Eingang symmetrisch und erdfrei. Zur Anpassung an verschiedene Verbraucher läßt sich der Ausgangsübertrager durch wahlweise Reihen- oder Parallelschaltung der Teilwicklungen für Belastungen mit 15, 60 oder 240 Ω umschalten, wobei die Spannungsverstärkung die festen Werte 4,6 N (40 db); 5,3 N (46 db) oder 6,0 N (52,1 db) hat. Die Eigenschaften des Verstärkers bleiben dabei mit Ausnahme der Spannungsverstärkung in allen Fällen gleich. Zum Einstellen der Verstärkung wird bei den Ausführungen Rel 14 R 42b, d, e, f dem Eingangübertrager ein geeichtes veränderbares Dämpfungsglied vorgeschaltet, das aus einem symmetrischen Spannungsteiler mit zehn Schritten zu je 0,1 N oder 1 db und einer richtungs-unsymmetrischen Eichleitung in H-Schaltung mit vier Schritten zu je 1 N oder 10 db besteht. Der Eingangsscheinwiderstand dieses Dämpfungsgliedes beträgt 600 Ω. Für hochohmigen Anschluß, z.B. als Abhör- oder Abzweigverstärker, wird der Eingangswiderstand in

vier weiteren Stellungen des 1-N-(10-db-)Schalters durch Vorschalten von Widerständen auf 12 kΩ gebracht, so daß der Regelbereich des Dämpfungsgliedes bei Stellung „Z = 12 kΩ“ 3 bis 8 N oder 30 bis 80 db beträgt. Die Stellungen des 0,1-N-(1-db-)Schalters gelten für beide Fälle.



Bei den Ausführungen Rel 14 R 42a, c tritt an die Stelle des Dämpfungsgliedes ein Schichtpotentiometer zwischen Eingangsübertrager und Vorröhre, mit dem sich die Verstärkung stetig einstellen läßt.

#### ZUBEHÖR, ABMESSUNGEN UND GEWICHTE

Gegenstand	Bezeichnung	Abmessungen in mm	Gewicht etwa kg	Preis
<b>KONTROLL- UND MESSVERSTÄRKER</b> (15 bis 30000 Hz)				
<i>Einbaugerät</i>				
mit Potentiometer .....	Rel 14 R 42a	520 × 100 × 210	je 10	
mit veränderbarem Dämpfungsglied und Nepereichung .....	Rel 14 R 42b			
Dezibeleichung, mit HF-Sperre .....	Rel 14 R 42c			
Dezibeleichung, ohne HF-Sperre .....	Rel 14 R 42f			
<i>Kastengerät</i>				
mit Potentiometer .....	Rel 14 R 42c	550 × 232 × 320	21,5	
mit veränderbarem Dämpfungsglied und Nepereichung .....	Rel 14 R 42d	550 × 232 × 320	21,5	
<i>Zubehör</i>				
4 Röhren .....	C 3 m	—	—	
1 Signallampe 24 V .....	T 1p 2d	—	—	
3 Schmelzeinsätze 0,4 A bei 220 V (2 als Ersatz)	0,4/250 DIN 41 571	—	—	
3 Schmelzeinsätze 0,6 A bei 110 V (2 als Ersatz)	0,6/250 DIN 41 571	—	—	
1 Handstecker (nur für tragbares Gerät) .....	9 Rel stp 2d	—	—	
6 Stecker .....	Rel stv 21c	—	—	
<i>Nach Bedarf</i>				
1 Tragbares Betriebsinstrument .....	Ms ldr 270 nach Rel Bv 240/1	—	—	S. 409
1 Instrument-Anschlußsnur .....	9 Rel Itg 25a	—	—	S. 512
2 Verbindungsleitungen (nur für tragbares Gerät) oder	Rel Itg 546a, ... d	500, ... 2000	0,2	
	Rel Itg 547a, ... e	250 ... 3000	0,2	

## Aussteuerungsmesser

30 bis 15000 Hz

Rel 34 U 21 e, g—3, i—3

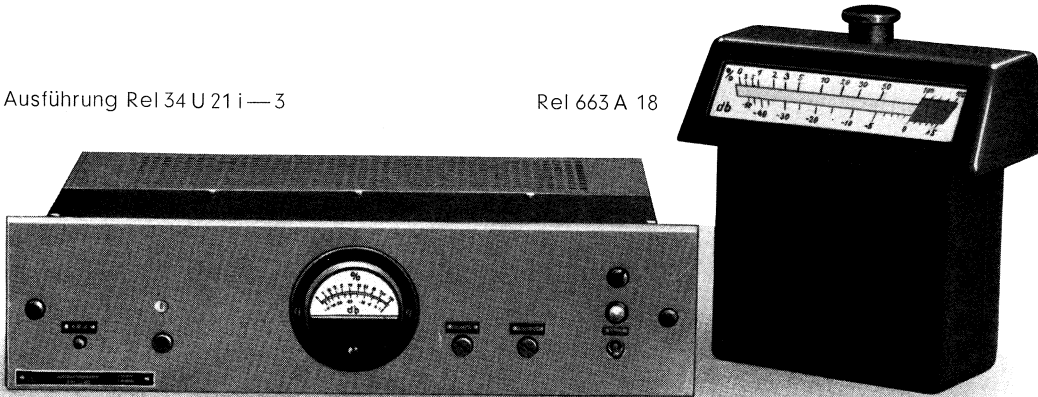
Rel 3 U 24

**ANWENDUNG** Der Aussteuerungsmesser ist ein Spannungsspitzenmesser mit annähernd logarithmischer Anzeige zum genauen Überwachen der Dynamik bei Rundfunkübertragungen, Magnetton-, Schallplatten- und Tonfilm-Aufnahmen. Die Ausführung Rel 3 U 24 hat eine lineare Skale.

Zur Anzeige dient ein eingebautes Doseninstrument oder, wenn es auf genaues und bequemes Ablesen ankommt, ein vom Aussteuerungsmesser getrenntes Lichtzeiger-Instrument mit Groß-

Ausführung Rel 34 U 21 i—3

Rel 663 A 18



skale, dessen Übersteuerungsbereich (100 bis 180%) rot ausgelegt ist. Zur Überwachung der Übertragung an anderen Stellen lassen sich neben diesem Hauptinstrument zwei weitere Lichtzeiger-Instrumente anschalten, und schließlich ist durch Anschluß eines Schreibzusatzes Rel 3 K 28 (S. 444) auch die Dynamikaufzeichnung des Programms oder der Schallaufnahme möglich. Für nebengeordnete Kontrollstellen kann ein Doseninstrument verwendet werden mit fast den gleichen elektrischen und dynamischen Eigenschaften wie das Lichtzeiger-Instrument.

Der Aussteuerungsmesser wird in verschiedenen Ausführungen geliefert:

Die *Ausführung Rel 34 U 21 i—3* ist für Studios gedacht. Durch ein besonderes Filter im Eingang werden Störspannungen über 20 kHz (etwa vom Tonband herrührend) nicht mit bewertet. Alle Bedienelemente haben Achsstümpfe mit Schlitz für „Münzenantrieb“. Das eingebaute Instrument hat zwei Skalen, zwischen denen zur Vermeidung der Ableseparallaxe ein Spiegel angeordnet ist. Die obere Skale reicht von 0,3 bis 180%, die untere von —50 bis +5 db. Hierzu gehört das Lichtzeiger-Instrument Rel 663 K 10 oder Rel 663 A 18 oder das Doseninstrument Ms sdr 14 Bv 56a. Alle Außenanschlüsse sind an Messerkontaktleisten nach DIN 41622 geführt.

Die *Ausführung Rel 34 U 21 g—3* berücksichtigt die Verhältnisse in den Rundfunk-Verstärkerämtern der Deutschen Bundespost. Sie hat deshalb zur Anpassung an den jeweiligen Meßpegel an Stelle des Begrenzungsfilters 20 kHz einen Pegelanpassungsschalter, mit dem Pegelunterschiede von  $5 \times \pm 0,05$  N (auf Wunsch auch  $5 \times \pm 0,5$  db) ausgeglichen werden können. Dieser Schalter und der Betriebsschalter haben normale Drehknöpfe und nur die Eichpotentiometer „1%“ und „100%“ Münzenantrieb. Die zugehörigen Instrumente (Lichtzeiger-Instrument Rel 663 K 8 oder Rel 663 A 16 und Tochter-Doseninstrument Ms sdr 14 Bv 54a) haben oben Prozent- und unten Nepereichung (bezogen auf den absoluten Pegel 0, das ist 1 mW an 600  $\Omega$ ).

Bei der *Ausführung Rel 34 U 21 e* ist der Aussteuerungsmesser Rel 34 U 21 g—3 in ein Holzgehäuse eingebaut. Das für Einbau in Bedienungspulte eingerichtete Lichtzeiger-Instrument Rel 663 A 16 kann zu diesem Gerät ebenfalls in einen Einbaukasten (Rel 3 U 91a) eingesetzt werden.

Das *Einbaugerät Rel 3 U 24* hat eine lineare Skale (0 bis 120%). Es wird — hinter einem HF-Meß-

gleichrichter, z.B. Rel 3 U 51/52 (S. 428) — bei Telegrafie- und Telefonie-Sendern eingesetzt; hier soll nur der obere Aussteuerungsbereich, dieser aber möglichst genau, ermittelt werden.

Die Lichtzeiger- und Tochter-Doseninstrumente haben Nullpunkt-Rücker, damit kleine Anzeige-Unterschiede gegenüber dem eingebauten Instrument ausgeglichen werden können.

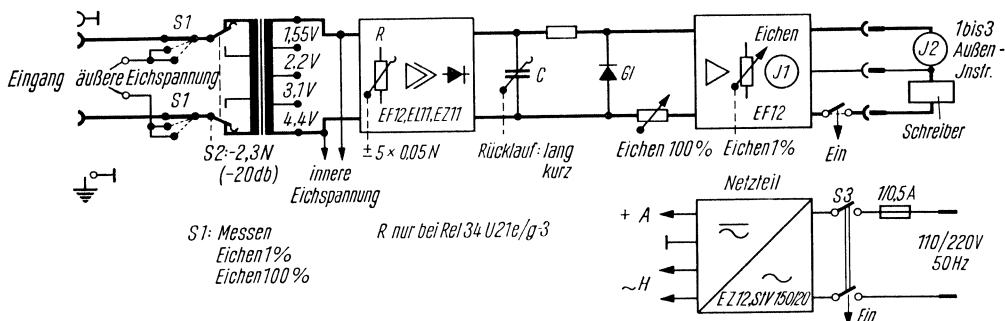
Die Aussteuerungsmesser können auch zu Pegelmessungen mit sinusförmigen Meßspannungen benutzt werden. Alle Ausführungen haben eine Taste, mit der unter Herabsetzung des Eingangswiderstandes die Empfindlichkeit um den Faktor 10 (entspricht 20 db oder 2,3 N) erhöht wird. Damit ist eine einfache Nachprüfung der „Fremdspannung“ (Störspannung) in Betriebspausen ermöglicht.

Die Betriebsspannungen liefert über einen eingebauten Netzteil das Wechselstromnetz 110/220 V.

### KENNWERTE

Frequenzbereich .....	30 bis 15 000 Hz
Größter Dynamik-Anzeigebereich .....	1:300 entsprechend 0,3 bis 180%
Übersteuerungsbereich (rot ausgelegt) .....	100 bis 180%
entspricht bei Rel 34 U 21i—3 .....	0 bis + 5 db
bei Rel 34 U 21e und Rel 34 U 21g—3 .....	1,4 bis 2 N
Erforderliche Eingangsspannung für 100-%-Marke .....	1,55; 2,2; 3,1; 4,4 V
Erhöhung der Eingangsempfindlichkeit (mit Taste) .....	um 20 db oder 2,3 N
Kleinste ablesbare Spannung (bei gedrückter Taste).....	etwa 0,5 mV
Frequenzabhängigkeit der 100-%-Marke .....	$\leq \pm 10\%$
Ansprechzeit für 90% vom Dauerausschlag .....	etwa 10 ms
Verzögerungszeit (Zeit zwischen Geschehen und Anzeige) .....	$\leq 0,2$ s
Rücklaufzeit für den Zeiger von 100% auf 10% (mit Lasche wählbar)	
kurz .....	zwischen 0,75 und 1,0 s
oder lang .....	zwischen 1,5 und 2,0 s
Überschwingen des Zeigers .....	$\leq 10\%$
Eingangswiderstand .....	$\geq 30$ k $\Omega$
bei erhöhter Empfindlichkeit (Drücken der Taste) .....	$\geq 300$ $\Omega$
Eichung aus „innerer Eichspannungsquelle“ .....	50 Hz
oder aus „äußerer Eichspannungsquelle“, z. B. ....	800 oder 1000 Hz
Netzanschluß .....	110/220 V $\pm 10\%$ ; 40 bis 60 Hz; etwa 55 VA

**ARBEITSWEISE** Die zu messende Tonfrequenz-Spannung wird in einem zweistufigen Verstärker verstärkt und in einer dritten Röhre gleichgerichtet. Der Scheitel der pulsierenden Gleichspannung ist dem Spitzenwert der Eingangsspannung proportional. Der Kondensator C wird in wenigen Millisekunden aufgeladen; er behält die Ladung so lange, aber auch nur so lange, daß die Spannungsspitze an dem schnell einschwingenden Drehspulinstrument J 2 (Lichtzeiger-Instrument) ab-





gelesen oder von einem Schreibgerät aufgezeichnet werden kann. Die gewünschte annähernd logarithmische Skalenteilung wird durch Spannungsteiler mit Kupferoxydulgleichrichtern (Gl) erreicht. Die Empfindlichkeit des Gerätes läßt sich durch Drücken einer Taste S 2 so weit erhöhen, daß auch die Fremdspannung überprüft werden kann. Die Ausführungen Rel 34 U 21 e und g—3 sind mit einem Pegelanpassungs-Schalter R ausgerüstet.

Jedes Lichtzeiger-Instrument hat zwei Skalen (s. unten). Die normale kleine Ausführung hat eine Skalenlänge von etwa 125 mm, die große Ausführung eine solche von etwa 170 mm. Bei den Dezibel-Skalen entspricht 0 db dem größten Ausgangspegel im Funkhaus (100% Aussteuerung = 0 db). Die Neperskala gibt absolute Spannungspegel an.

#### ZUBEHÖR, ABMESSUNGEN UND GEWICHTE

Gegenstand	Bezeichnung	Abmessungen in mm	Gewicht etwa kg	Preis
<b>AUSSTEUERUNGSMESSER (30 bis 15000 Hz)</b>				
für Studios (Einbaugerät) .....	Rel 34 U 21 i—3	520 × 134 × 270	13	
für Rundfunkleitungen				
Einbaugerät .....	Rel 34 U 21 g—3	520 × 134 × 270	13	
Kastengerät .....	Rel 34 U 21 e	550 × 232 × 320	18	
mit linearer Skale (Einbaugerät) .....	Rel 3 U 24	520 × 134 × 270	13	
<i>Zubehör</i>				
2 Röhren .....	EF 12	—	—	
je 1 Röhre .....	EL 11, EZ 11, EZ 12	—	—	
1 Stabilisator .....	StV 150/20	—	—	
1 Signallampe 12 V .....	Tlp 2c	—	—	
3 Schmelzeinsätze 0,5 oder 1 A (2 als Ersatz) ...	0,5/250 oder 1/250 DIN 41 571	—	—	
<i>Nach Bedarf</i>				
1 bis 3 normale Lichtzeiger-Instrumente				
mit %-/N-Skale .....	Rel 663 K 8	195 × 118 × 280	2,5	
mit %-/db-Skale .....	Rel 663 K 10	195 × 118 × 280	2,5	
mit linearer Skale .....	Rel 663 K 12	195 × 118 × 280	2,5	
1 bis 3 große Lichtzeiger-Instrumente				
mit %-/N-Skale .....	Rel 663 A 16	252 × 123 × 280	3	
mit %-/db-Skale .....	Rel 663 A 18	252 × 123 × 280	3	
dazu				
je 1 Beleuchtungslampe 12 V/15 W .....	Osram 7530	—	—	
je 1 Netztransformator .....	Rel 621 G 33	66 × 73 × 54	—	
je 1 Einbukaisten* .....	Rel 3 U 91 a	340 × 245 × 300	5	
oder Tochter-Doseninstrument**				
mit %-/N-Skale .....	Ms sdr 14 Bv 54 a	∅ 100 × 64	—	
mit %-/db-Skale .....	Ms sdr 14 Bv 56 a	∅ 100 × 64	—	
1 Schreibzusatz mit Zubehör				
Einbaugerät .....	Rel 3 K 28 a	550 × 168 × 200	12	} S. 444
Kastengerät .....	Rel 3 K 28 b	550 × 300 × 320	18	
für die tragbare Ausführung außerdem:				
1 Verbindungsleitung, z. B. ....	Rel Itg 546 c	1500	0,15	} S. 512
1 Instrumenten-Anschlußleitung .....	Rel Itg 274 b	1250	0,1	
1 Mehrfach-Kurzschlußstecker .....	Rel 651 B 5	—	—	
* Für Ausführungen Rel 663 A 16 oder 18: mit Netztransformator, Netzanschlußleitung, Schmelzeinsätzen 0,12/250 DIN 41571 und Signallampe 24 V				
** Nach 80 DIN 43 700				



## Aussteuerungsmesser

30 bis 15000 Hz

Rel 3 U 71

**ANWENDUNG** Dieser Aussteuerungsmesser in raumsparender Kassetten-Bauweise ist ebenso wie das auf S. 439 beschriebene Gerät ein Spannungsspitzenmesser mit annähernd logarithmischer Anzeige zum genauen Überwachen der Dynamik bei Rundfunkübertragungen, Magnetton-, Schallplatten- und Tonfilm-Aufnahmen. Der gesamte zu überwachende Amplitudenbereich wird auch hier mit einer einzigen Skale erfaßt. Zur Anzeige dient ein Lichtzeiger-Instrument mit Großskale, je nach Wunsch in Prozent und Dezibel oder in Prozent und Neper geeicht. Neben dem Hauptinstrument können zur Überwachung der Übertragungen an anderen Stellen weitere Lichtzeiger-Instrumente angeschaltet werden. Schließlich ist durch Anschluß eines Schreibzusatzes die nachträgliche Dynamikkontrolle der Schallaufnahmen möglich.



Der Aussteuerungsmesser ist vorzugsweise für die Verwendung in Rundfunkstudios bestimmt. Die Ausgangsspannung und Anzeigecharakteristik des Aussteuerungsmessers entsprechen der des Aussteuerungsmessers Rel 34 U 21 (S. 439), wodurch ein Austausch der Aussteuerungsmesser der beiden Bauarten ohne Wechsel des Lichtzeiger-Instruments möglich ist.

Die Betriebsspannungen liefert über den eingebauten Netzteil das Wechselstromnetz 220 V.

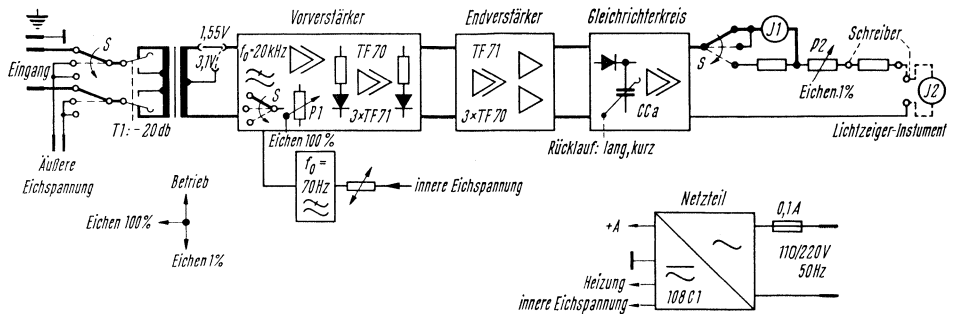
### KENNWERTE

Frequenzbereich .....	30 bis 15000 Hz
Meßbereich .....	0,3 bis 180%
Übersteuerungsbereich	
am Lichtzeiger-Instrument rot ausgelegt .....	100 bis 180%
Erforderliche Eingangsspannung	
für die 100%-Marke (Schaltstecker) .....	1,55 oder 3,1 V
Erhöhung der Eingangsempfindlichkeit (mit Taste) um .....	20 db
Kleinste ablesbare Spannung (bei gedrückter Taste) .....	etwa 0,5 mV
Frequenzabhängigkeit der 100%-Marke .....	≤10%
Ansprechzeit für 90% vom Dauerausschlag .....	etwa 10ms
Verzögerungszeit (Zeit zwischen Geschehen und Anzeige) .....	≤0,2 s
Rücklaufzeit von 100% auf 10% .....	etwa 0,75 oder 1,5 s (Schaltstecker)
Überschwingen des Zeigers	
bei einem Dauerton mit der Amplitude 100% .....	≤10 %
Eingangswiderstand .....	≥30 kΩ
bei erhöhter Empfindlichkeit (+20 db) .....	≥300 Ω
Netzanschluß .....	220 V +5, -15%; 40 bis 60 Hz; 15 VA

**ARBEITSWEISE** Das Gerät besteht aus einem Verstärkerteil mit Logarithmiergliedern, einem Endverstärker, einem Impulsspeicher mit Gleichspannungsverstärker und dem Netzteil.

Im Verstärkerteil folgt auf einen zweistufigen, gegengekoppelten Eingangsverstärker mit zwei Transistoren TF 71 ein Logarithmierglied zur Pressung der Maximalamplituden. Im Zwischenverstärker

mit den Transistoren TF 70 und TF 71 logarithmiert über spannungsabhängige Gegenkopplung die kleinsten Amplituden, während die mittleren und kleinen Amplituden im zweiten Logarithmierglied gepreßt werden. Der Skalenverlauf für Amplituden bei etwa 100% ist nahezu linear, damit die Übersteuerungsgrenze im Betrieb besser erkennbar ist. Der Endverstärker — gleichfalls ein Transistorverstärker — liefert die für den Impulsspeicher notwendige Leistung; er ist als Gegentaktverstärker aufgebaut.



Die im Impulsspeicher gespeicherten Spannungsspitzen steuern einen stabilisierten Gleichspannungsverstärker (CCa-Röhre), in dessen Anodenstromkreis das Lichtzeiger-Instrument und das eingebaute Eichinstrument liegen. In Reihe hierzu lassen sich weitere Instrumente und ein Aussteuerungsschreiber (Rel 3 K 28, S. 444) anschließen.

Die Rücklaufzeit des Zeigers kann, wie beim Aussteuerungsmesser Rel 34 U 21 (S. 439), von 0,75 auf 1,5 s umgeschaltet werden. Der Aussteuerungsgrad ist am Lichtzeiger-Instrument abzulesen, dessen Einschwingzeit und Verzögerungszeit so kurz sind, daß die Zeigerbewegung ausreichend mit den tatsächlichen Spannungsverhältnissen auf dem Übertragungsweg übereinstimmt.

Das eingebaute Meßinstrument dient nur zum Eichen und ist im Betrieb ausgeschaltet.

Die dem Netzteil entnommenen Gleichspannungen sind, soweit erforderlich, stabilisiert. Der Netzteil liefert auch eine konstante „innere Eichspannung“. Ein Tiefpaß beseitigt störende Einflüsse von Oberwellen der Netzfrequenz.

ZUBEHÖR, ABMESSUNGEN UND GEWICHTE

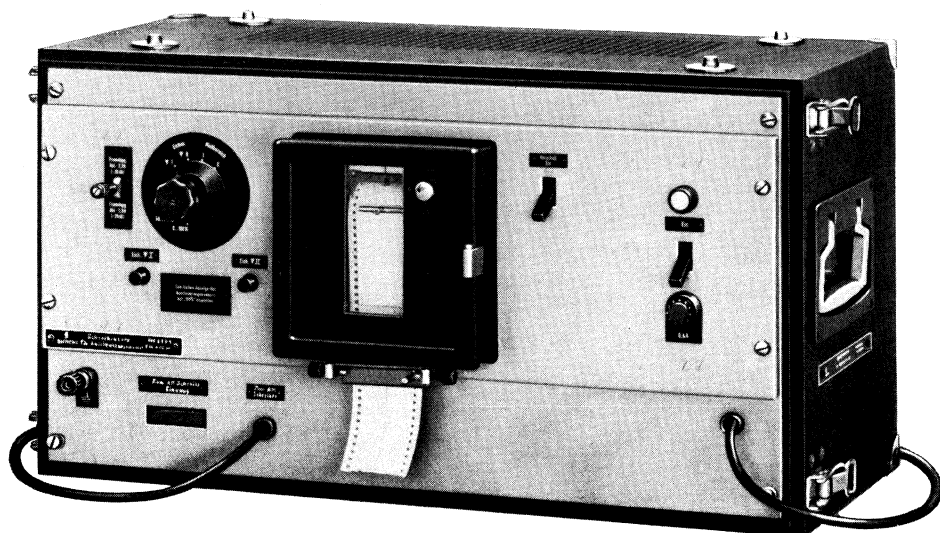
Gegenstand	Bezeichnung	Abmessungen in mm	Gewicht etwa kg	Preis
AUSSTEUERUNGSMESSER (30 bis 15000 Hz) .....	Rel 3 U 71	94 × 133 × 250	3,3	
<i>Zubehör</i>				
1 Röhre .....	CCa	—	—	
1 Stabilisator .....	108 C 1	—	—	
1 Signallampe 12 V.....	T lp 2c	—	—	
3 Schmelzeinsätze 0,1 A (2 als Ersatz) .....	0,1/250 DIN 41 571	—	—	
<i>Nach Bedarf</i>				
Lichtzeiger-Instrumente .....	wie bei Rel 34 U 21	—	—	S. 439
1 Schreibzusatz für Aussteuerungsmesser .....	Rel 3 K 28b	550 × 300 × 320	18	S. 444



## Schreibzusatz für Aussteuerungsmesser

Rel 3 K 28 a, b

**ANWENDUNG** Dieser Schreibzusatz arbeitet mit einem Wachsschreiber kleiner Einschwingzeit. In Verbindung mit dem *Aussteuerungsmesser* Rel 34 U 21 (S. 439) oder Rel 3 U 71 (S. 442) kann die tonfrequente Modulations-Spitzenspannung (Aussteuerung) einer Rundfunkübertragung in Überein-



stimmung mit dem in Studios, Verzweigungsämtern und Sendern benutzten Lichtzeiger-Instrument aufgeschrieben werden. Zusammen mit einem *Pegelsender* lassen sich Pegelkurven in Abhängigkeit von der Frequenz aufzeichnen (Frequenzbezugspunkte durch kurzzeitiges Austasten der Sendespannung). Da ein solcher Meßvorgang nur eine Minute dauert, ist er in einer Sendepause oder in der Vorbereitungszeit nach einer Umschaltung der Leitungen durchführbar.

Der Schreibzusatz zeichnet sich durch sehr einfache Bedienbarkeit und geringe Betriebskosten aus. Die Kurve wird durch einen Stift in die Wachsschicht des Papiers gedrückt; sie ist ohne Nachbehandlung sofort sichtbar.

Das Gerät gibt es in tragbarer Ausführung und als Einbaugerät.

Die Betriebsspannungen liefert über einen eingebauten Netzteil das Wechselstromnetz 110/220 V.

### KENNWERTE

Eingangswiderstand .....	5 k $\Omega$
Anzeigebereich:	
Meßbereich I, entsprechend einer Anzeige des Aussteuerungsmessers .....	0 bis 180% ( $-\infty$ bis +0,5 N; $-\infty$ bis + 5 db)
Meßbereich II, entsprechend einer Anzeige des Aussteuerungsmessers .....	50 bis 180% (-0,7 bis + 0,5 N; - 6 bis + 5 db)
Eingangsspannung des Aussteuerungsmessers für 100-%- (0-N-, 0-db-)Linie .....	1,55 oder 3,1 V und 2,2 oder 4,4 V

Dynamische Eigenschaften in Verbindung mit dem Aussteuerungsmesser:

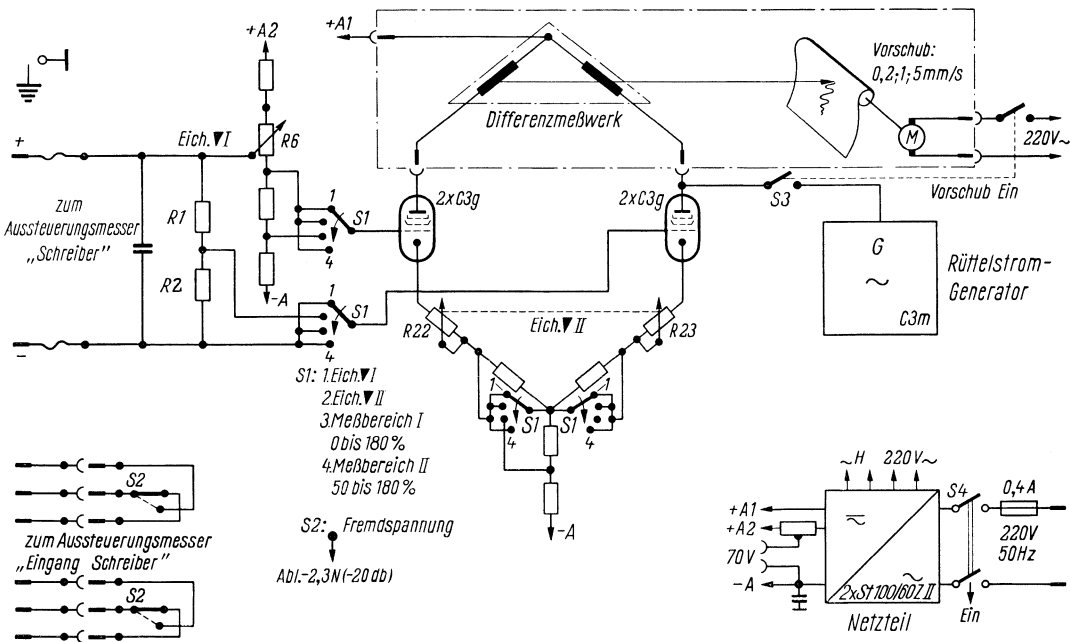
Ansprechzeit für 90% Dauerausschlag .....	10 ms
Verzögerungszeit .....	≤ 0,2 s
Überschwingen .....	≤ 10%

Schreibbreite .....

Papiervorschub, einstellbar .....

Netzanschluß .....

ARBEITSWEISE Der Schreibzusatz besteht aus einem Differenzmeßwerk (Drehmagnetprinzip größten Drehmoments) mit Wachsschreiber, einem Gleichstromverstärker und einem sogenannten „Rüttelstrom“-Generator, der den Wechselstrom zur Rüttelung des Schreibstiftes liefert.



Der Anodenstrom der Endröhre des Aussteuerungsmessers steigt mit kleiner werdender Eingangsspitzenspannung an. Er erzeugt an den Widerständen R1 und R2 des Schreibzusatzes einen Spannungsabfall, der das im Rhythmus des Anodenstroms schwankende Gitterpotential zweier parallelgeschalteten C 3g-Röhren bildet. Diese Röhren liegen in Reihe mit der einen Wicklung des Meßwerks. In Reihe mit der zweiten Wicklung ist ein gleiches Röhrenpaar mit fester Gittervorspannung geschaltet. Die Kathodenströme beider Zweige sind über einen gemeinsamen Widerstand geführt. Dadurch ändert sich mit dem Gitterpotential im zweiten Kreis auch das Kathodenpotential im ersten Kreis, so daß die Differenz der Ströme, die durch die Wicklungen fließen, vergrößert wird. Die Stromdifferenz bewirkt die Auslenkung des Drehmagneten. Der an der Achse des Drehmagneten befestigte Zeiger schreibt mit seinem Schreibstift die Amplitudenänderungen in die Wachsschicht des Registrierpapieres.

Der Papiervorschub ist mit Schalter S 3 einschaltbar, die Vorschubgeschwindigkeit mit einem Gangschalter wählbar. In der Stellung „Meßbereich I“ des Schalters S 1 stimmt der Skalenverlauf des

Schreibers mit dem der Aussteuerungsinstrumente überein, die Skale umfaßt also eine Breite von 5,5 N (45 db) entsprechend einer Dynamik von 1:300. Der Meßbereich II des Schalters S 1 ist vorwiegend für Pegelmessungen gedacht. Dabei ist die Skale auf  $-0,7$  bis  $+0,5$  N ( $-6$  bis  $+5$  db) gedehnt. Die Skale vom Aussteuerungsmesser und die Skalen der Auswertlineale werden durch entsprechende Einstellungen am Schreiber in Übereinstimmung gebracht. Ferner kann man zur Auswertung der geschriebenen Kurven mit den Linealen für jeden Meßbereich mit einem besonderen Schreibstift eine Bezugslinie (0-N-, 0-db-Linie) schreiben.

Mit Schalter S 2 läßt sich bei Fremdspannungs-Messungen die Empfindlichkeit des Aussteuerungsmessers um 2,3 N (20 db) erhöhen.

#### ZUBEHÖR, ABMESSUNGEN UND GEWICHTE

Gegenstand	Bezeichnung	Abmessungen in mm	Gewicht etwa kg	Preis
SCHREIBZUSATZ FÜR AUSSTEUERUNGSMESSER				
Einbaugerät .....	Rel 3 K 28a	520 × 168 × 200	12	
Kastengerät .....	Rel 3 K 28b	550 × 300 × 320	18	
<i>Zubehör</i>				
4 Röhren .....	C 3g	—	—	
1 Röhre .....	C 3m	—	—	
2 Stabilisatoren .....	StV 100/60 Z II	—	—	
3 Schmelzeinsätze 0,4 A (2 als Ersatz) .....	0,4/250 DIN 41 571	—	—	
1 Rolle Registrierpapier .....	Ms reg 509 Tz 20	—	—	
je 1 Auswertlineal:				
Neperteilung Bereich I .....	Rel besch 3 K 28 Bl.8	—	—	
Neperteilung Bereich II .....	Rel besch 3 K 28 Bl.9	—	—	
Dezibelteilung Bereich I .....	Rel besch 3 K 28 Bl.10	—	—	
Dezibelteilung Bereich II .....	Rel besch 3 K 28 Bl.11	—	—	
<i>Nach Bedarf</i>				
1 Aussteuerungsmesser				
Kastengerät .....	Rel 34 U 21 e f	550 × 232 × 320	18	} S. 439
Einbaugerät .....	Rel 34 U 21 g-3, i-3	520 × 134 × 270	13	
1 Verbindungsleitung .....	Rel Bv 657 C 4	—	—	
1 Rolle Registrierpapier .....	Ms reg 509 Tz 20	—	—	
1 Instrument-Anschlußleitung .....	9 Rel ltg 25 a	—	—	S. 512
1 Widerstand 5 kΩ (je umzuschaltenden Aussteuerungsmesser) .....	5 kΩ 2 DIN 41 402	—	—	
1 Pegelsender (30 bis 20 000 Hz), z. B. ....	Rel 3 W 212	—	—	S. 27

## Geräuschspannungsmesser 0,2 mV/100 V für Fernsprechleitungen

Rel 3 U 32 a, b, c

15 bis 5000 Hz

**ANWENDUNG** Mit diesem Geräuschspannungsmesser lassen sich Fremd- und Geräuschspannungen in NF-Fernsprechkanälen objektiv messen, ganz gleich, ob die Kanäle über Draht- oder Funkwege geführt werden, ob sie niederfrequent oder trägerfrequent gebündelt verlaufen. Das Gerät ent-



Ausführung Rel 3 U 32 a

spricht in seinen Kennwerten den Richtlinien des CCIF für „Psophometer“, und zwar werden bei Geräuschspannungsmessungen die Amplituden nach der vom CCIF empfohlenen Kurve bewertet. Die Fremd- oder Geräuschspannungen können während der Messung mit einem hochohmigen Hörer abgehört werden.

In Stellung „Fremdspannung“ mißt das Gerät den Effektivwert des gesamten störenden Frequenzgemisches; alle Frequenzen werden also gleich bewertet. In dieser Stellung läßt sich der Geräuschspannungsmesser ganz allgemein als hochohmiger Spannungsmesser mit Effektivwert-Anzeige verwenden (Frequenzbereich 15 bis 10 000 Hz, kleinste meßbare Spannung 40  $\mu$ V).

Zusammen mit dem *Zusatzgerät Rel 3 U 93* (S. 450) kann auch der Fernsprechformfaktor als Maß für die Störwirkung der Oberwellen in Starkstromanlagen bestimmt werden. Schließlich wird der Geräuschspannungsmesser im *Objektiven Bezugsdämpfungs-Meßplatz Rel 33 A 41* (S. 253) zum Messen der Rauschspannung von Fernsprechmikrofonen benutzt.

Zur Aufzeichnung der jeweiligen Meßgröße läßt sich ein *Schreiber* für etwa 40 bis 50  $\mu$ A (z. B. Fallbügelschreiber) anschließen.

Der Geräuschspannungsmesser ist gegen elektrische und magnetische Störfelder entsprechend den CCIF-Empfehlungen sorgfältig geschirmt. Für den zumeist beweglichen Einsatz wird das Gerät in Normalausführung als handlicher Lederkoffer, auf Wunsch auch in einem festen, mit zwei Traggriffen versehenen Eichenholzkasten geliefert; zum Einbau in Gestelle dient die Ausführung Rel 3 U 32c.

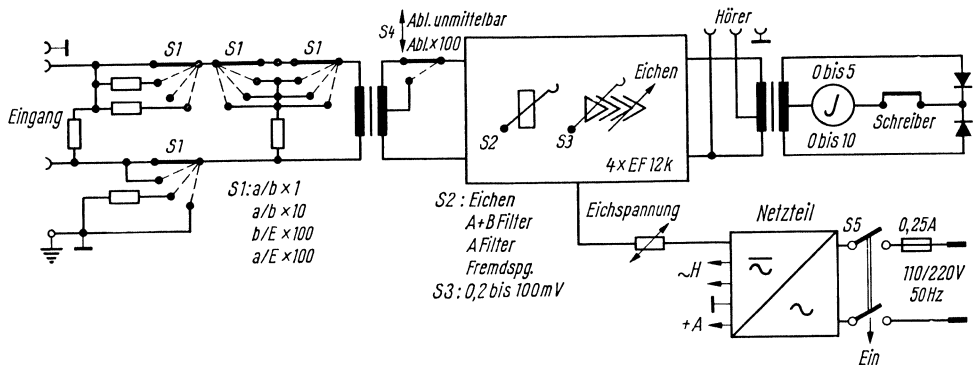
Die Betriebsspannungen werden über einen eingebauten Netzteil dem Wechselstromnetz 110/220 V entnommen oder bei Betrieb auf der Strecke über einen vorgeschalteten Wechselrichter Rel 54 A 2 (S. 520) einer 12-V-Batterie.

Zu Geräuschspannungsmessungen in Rundfunkkanälen dient der Geräuschspannungsmesser Rel 3 U 311/34 U 21 (S. 453), für den vom CCIF ein anderes Bewertungsfilter festgelegt ist.

## KENNWERTE

Frequenzbereich .....	15 bis 5000 Hz
Meßbereiche für Vollausschlag .....	0,2; 0,5; 1 mV; ...100 V
kleinste ablesbare Spannung .....	40 $\mu$ V
Meßunsicherheit bei 800 Hz .....	$\pm 3\%$
Frequenzabhängigkeit der Anzeige, bezogen auf 800 Hz	
bei Fremdspannungsmessungen	
zwischen 50 und 5000 Hz .....	$\pm 3\%$
zwischen 15 und 10000 Hz .....	$\pm 5\%$
bei Geräuschspannungsmessungen	
mit A-Filter .....	entsprechend CCIF-Kurve 1954
mit A- und B-Filter .....	entsprechend CCIF-Kurve + Frequenzgang der Teilnehmerstation einschließlich Amtsleitung
Eingangsscheinwiderstand	
bei Messung a/b $\times$ 1 (symmetrisch) .....	$\geq 10 \text{ k}\Omega$
a/b $\times$ 10 (symmetrisch) .....	etwa 10 $\text{k}\Omega$
a/E $\times$ 100 und b/E $\times$ 100 (unsymmetrisch) .....	etwa 100 $\text{k}\Omega$
Anschluß für Schreiber	
Stromverbrauch für Endausschlag .....	54 $\mu$ A $\pm 6\%$
größter zulässiger Widerstand des Schreibers .....	250 $\Omega$
Netzanschluß .....	110/220 V $\pm 10\%$ ; 40 bis 60 (100) Hz; etwa 20 VA

**ARBEITSWEISE** Die zu messenden Spannungen gelangen über einen doppelt geschirmten Eingangsübertrager auf den Eingang eines vierstufigen Verstärkers, dessen Verstärkung mit dem Schalter S 3 in neun Schritten veränderbar ist. Die verstärkten Spannungen werden in einem quadratisch



angesteuerten Trockengleichrichter gleichgerichtet und von einem Drehspulinstrument angezeigt, gegebenenfalls von einem mit diesem in Reihe liegenden Schreiber aufgezeichnet. Das Gerät mißt Effektivwerte. Der Verstärker ist stabilisiert und läßt sich am Regler „Eichen“ mit einer dem Netzteil entnommenen, selbsttätig konstant gehaltenen Wechselspannung („Eichspannung“) eichen. Bei Verwendung als Fremdspannungsmesser arbeitet der Verstärker frequenzunabhängig. Bei Geräuschspannungsmessungen wird die mittlere Charakteristik des Ohres und des Fernhörers ent-



sprechend den neuesten CCIF-Bestimmungen (1954) durch das „A-Filter“ (über die gesamte Meßschaltung verteilt) nachgebildet. Ein zweites ebenfalls mit dem Schalter S 2 schaltbares „B-Filter“ bildet den Frequenzgang der Teilnehmerstation einschließlich der Zuleitung zum Amt nach, so daß im Amt auf den Teilnehmer bezogene Geräuschspannungen gemessen werden können.

Mit dem Umschalter S 1 lassen sich sowohl die Spannungen Ader/Ader als auch die Spannungen Ader/Erde messen.

Die Leitung wird — falls ihr Wellenwiderstand von 600  $\Omega$  abweicht über einen Fernleitungsübertrager — mit 600  $\Omega$  (Aufsteckwiderstand Rel 3 B 33 p) abgeschlossen. Liegt an den Meßpunkten eine Gleichspannung, so läßt sich der Eingangsübertrager des Geräuschspannungsmessers durch einen Kondensator von etwa 10  $\mu$ F schützen.

#### ZUBEHÖR, ABMESSUNGEN UND GEWICHTE

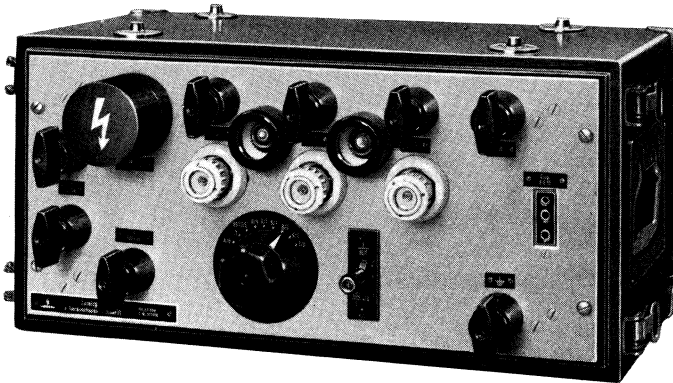
Gegenstand	Bezeichnung	Abmessungen in mm	Gewicht etwa kg	Preis
GERÄUSCHSPANNUNGSMESSER FÜR FERNSPRECHLEITUNGEN, 0,2 mV/100 V (15 bis 5000 Hz)				
in Koffer- (Normal-) Ausführung .....	Rel 3 U 32a	550 × 266 × 220	18	
im Holzkasten .....	Rel 3 U 32b	550 × 266 × 280	20	
für Gestelleinbau .....	Rel 3 U 32c	520 × 236 × 190	17	
<i>Zubehör</i>				
4 Röhren .....	EF 12k	—	—	
1 Signallampe 12 V .....	T 1p 2c	—	—	
3 Schmelzeinsätze 0,25 A (2 als Ersatz) .....	0,25/250 DIN 41 571	—	—	
<i>Nach Bedarf</i>				
1 Aufsteckwiderstand (600 $\Omega$ ) .....	Rel 3 B 33p	50 × 22 × 67	0,1	
1 geschirmte Verbindungsleitung, z. B. ....	Rel 1tg 547a, ..e	250, ..2000	0,2	} S. 512
oder	Rel 1tg 546a, ..d	500, ..2000	0,2	
1 Meßhörer (2 × 1000 $\Omega$ ), z. B. ....	9 Fg tph 2a	—	—	
1 Schreiber, z. B. Siemens-Punktschreiber* ....	auf Anfrage	—	—	
oder Siemens-Tintenschreiber mit HF-Schwingkreis-Verstärker .....	SD 12	—	—	
1 Wechselrichter 12 V <sub>-</sub> /220 V <sub>~</sub> .....	Rel 54 A 2	270 × 266 × 180	7	S. 520
1 Zusatzgerät (für Fernsprechformfaktor- Messungen) .....	Rel 3 U 93	405 × 198 × 280	14	S. 450
1 Kondensator etwa 10 $\mu$ F .....	—	—	—	
1 Anpassungsübertrager .....	—	—	—	
* Ausführung nach Wahl als Einkurven-, Zweifarben-, Dreifarben-, Sechsfarbensschreiber				

**Zusatzgerät**

**Rel 3 U 93**

zum Geräuschspannungsmesser Rel 3 U 32

ANWENDUNG Das *Zusatzgerät* Rel 3 U 93 dient zusammen mit dem Geräuschspannungsmesser für Fernsprechleitungen Rel 3 U 32 (S. 447) zum Messen der *Störspannungen* und *Störströme* (s. S. 541) in Starkstromleitungen. Der *Fernsprechformfaktor* ergibt sich daraus als das Verhältnis der ge-



messenen Störspannung zur Betriebsnennspannung. Auf Grund dieser Messungen kann ermittelt werden, ob die Störgeräusche in Fernsprechverbindungen von Starkstromleitungen herrühren oder ob die Geräusche in der Fernsprechanlage selbst entstehen. Die Störquellen in der Starkstromanlage lassen sich durch Messungen an verschiedenen Stellen schnell auffinden. Darüber hinaus bilden die Meßergebnisse bei der Neuverlegung von Fernsprech-Kabel- und -Freileitungen eine Grundlage für die Planung, z. B. zur Festlegung des erforderlichen Abstandes zwischen Starkstrom- und Fernsprechleitung sowie für die Wahl der Kabelabschirmung (s. auch S.198) usw.

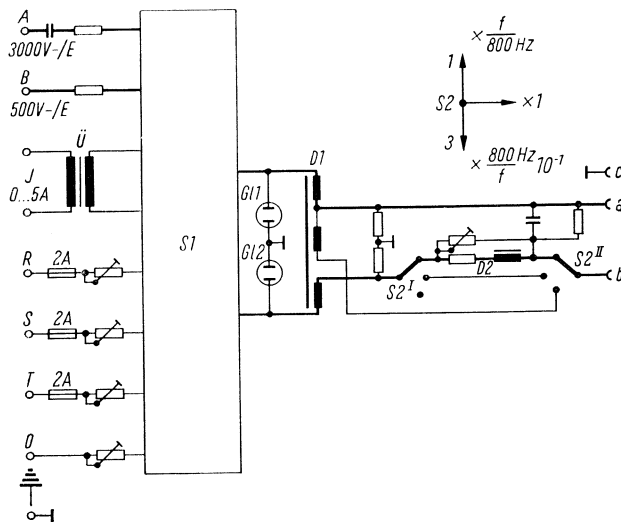
Betriebsspannungen für das Gerät werden nicht benötigt.

**KENNWERTE**

- Netzspannung für unmittelbaren Anschluß
  - bei Drehstromnetzen (Klemme R, S, T, O):
  - verkettete Spannung ..... bis 380 V
  - Phasenspannung gegen Erde ..... bis 220 V
  - bei Zwei- und Dreileiternetzen für Gleich- und Wechselstrom
  - (Klemmen R, S, O) ..... bis  $\pm 250$  V gegen Erde
  - bei höheren Betriebsspannungen sind Spannungswandler vorzuschalten
  - bei Gleichstrom-Bahnnetzen
  - (Klemmen A, B) ..... bis 3000 V gegen Erde
  - (Klemme B nur bis 500 V gegen Erde isoliert)
- Zulässige Betriebsströme bei unmittelbarem Anschluß
- (Klemmenpaar J) ..... bis 5 A, darüber Stromwandler
- Ankopplung an die Starkstromleitung:
  - Stellung „x1“ von S 2 ..... frequenzunabhängig
  - Stellung „x  $\frac{f}{800 \text{ Hz}}$ “ von S 2 ..... frequenzproportional
  - Stellung „x  $\frac{800 \text{ Hz}}{f}$ “ von S 2 ..... frequenzreziprok

	Stellung von S 2	
	Mitte	oben unten
Spannungsteilung im Zusatzgerät,		
bezogen auf 800 Hz .....	1 " $\frac{f}{800 \text{ Hz}}$ "	" $\frac{800 \text{ Hz}}{f} \cdot 10^{-1}$ "
bei Anschluß an R, S, T, O .....	100:1	1000:1
bei Anschluß an A, B .....	1000:1	10000:1
Störspannung an den Eingangsklemmen des Zusatzgerätes bei einer Anzeige von 1 mV im Geräuschspannungsmesser		
bei Anschluß an R, S, T, O .....	0,1 V	1 V
bei Anschluß an A, B .....	1 V	10 V
Übertragungswiderstand $\frac{U_{\text{Ausgang}}}{I_{\text{Eingang}}}$ des Zusatzgerätes		
für Strommessungen .....	0,1 $\Omega$	0,01 $\Omega$
Störstrom entsprechend einer Anzeige von 1 mV im Geräuschspannungsmesser .....	10 mA	100 mA
Eingangswiderstand (zusätzliche Bürde des Wandlers) am Klemmenpaar J .....		etwa 2 m $\Omega$
Übertragungsfehler des Zusatzgerätes .....		$\pm 2\%$

ARBEITSWEISE Zum objektiven Vergleich wird der Effektivwert der Störspannung oder des Stromes der Starkstromleitung mit dem Geräuschspannungsmesser bei vorgeschaltetem A-Filter über das Zusatzgerät gemessen. Dabei bewertet man die Fremd- und Oberwellenspannung erstens



nach dem Störgewicht und zweitens nach dem Frequenzgang der Kopplung zwischen Starkstromleitung und Fernmeldeanlage. Das sogenannte „Störgewicht“ berücksichtigt die unterschiedliche Empfindlichkeit des menschlichen Ohres und der Fernhörer für die einzelnen Frequenzen; der Frequenzgang ist im A-Filter des Geräuschspannungsmessers nachgebildet.

Die wichtigsten Arten der Kopplungen zwischen Starkstromleitung und Fernmeldeleitung werden durch drei Spannungsteilerschaltungen nachgebildet. Ein Beispiel für die frequenzproportionale Kopplung ist die kapazitive Beeinflussung einer Fernsprech-Freileitung durch eine Hochspannungs-

Freileitung. Auch die induktive Beeinflussung einer Fernsprech-Freileitung z. B. durch den Strom einer Fahrleitung wächst proportional mit der Frequenz. Dagegen ist für die induktive Beeinflussung eines Fernmeldekabels eine frequenzunabhängige Kopplung anzunehmen, da die induktive Schutzwirkung des Kabelmantels proportional mit der Frequenz wächst und dadurch den der Frequenz proportionalen Gang der Gegeninduktanz wieder ausgleicht. Mißt man an Stelle des Störstromes der Fahrleitung ihre Störspannung, so ist für die induktive Beeinflussung eines Fernsprechkabels eine frequenzreziproke Kopplung anzunehmen, da der Störstrom der induktiven Fahrleitung im frequenzreziproken Verhältnis zur Störspannung steht.

Außerdem sind im Zusatzgerät die Spannungsteiler eingebaut, die die zu messenden Spannungen oder Ströme an den Meßbereich des Geräuschspannungsmessers anpassen. Ein Umschalter ermöglicht die Messung von erdsymmetrischen und erdunsymmetrischen Störspannungen.

Bei der *frequenzunabhängigen Kopplungsart* (Stellung „x1“ von S 2) ist die Ankopplung des Geräuschspannungsmessers an die Starkstromleitung rein ohmisch. Bei der *frequenzproportionalen Kopplungsart* (Stellung des Schalters S 2 auf „f/800 Hz“) wird die dem Geräuschspannungsmesser zugeführte Spannung nicht mehr an Widerständen, sondern an einer Drossel (D 1) abgegriffen.

Bei der *frequenzreziproken Bewertung*  $\left(\frac{800 \text{ Hz}}{f} \cdot 10^{-1}\right)$  wird über die Widerstände eine frequenzunabhängige Teilung der Spannungen vorgenommen und in einem nachgeschalteten Teiler die frequenzreziproke Übertragung geschaffen.

#### ZUBEHÖR, ABMESSUNGEN UND GEWICHTE

Gegenstand	Bezeichnung	Abmessungen in mm	Gewicht etwa kg	Preis
ZUSATZGERÄT ZUM GERÄUSCHSPANNUNGSMESSER..	Rel 3 U 93	405 × 198 × 280	14	
<i>Zubehör</i>				
2 Signalglimmlampen 130 V, Zündspannung 85 V	Osram Best.-Nr. 753200 Edisonsockel 14	—	—	
5 Schmelzeinsätze 2 A (2 als Ersatz) .....	E 16/2 DIN 49360 (flink)	—	—	
<i>Nach Bedarf</i>				
1 Geräuschspannungsmesser 0,2 mV/100 V für Fernsprechleitungen .....	Rel 3 U 32a	550 × 266 × 220	18	S. 447
1 Verbindungsleitung, z. B. ....	Rel 1tg 546a, ...d	500, ...2000	0,2	S. 512

**Geräuschspannungsmesser 10 mV/10 V  
für Rundfunk**  
30 bis 15 000 Hz

Rel 3 U 311  
Rel 34 U 21

**ANWENDUNG** Die Übertragung von Rundfunkprogrammen stellt hohe Forderungen an die Geräuschfreiheit der Übertragungskanäle. Im Übertragungsweg vom Aufnahme- bis zum Sender darf daher die Geräuschspannung (frequenzbewertete Fremdspannung) bestimmte Werte nicht



überschreiten. Bei einer Dynamik von 1:100 soll das Geräusch höchstens 1/10 der niedrigsten, also 1/1000 der höchsten Nutzspannung betragen.

Der Geräuschspannungsmesser für Rundfunk, der sich aus dem Verstärker mit Filter Rel 3 U 311 und dem Aussteuerungsmesser Rel 34 U 21 (S. 439) zusammensetzt, dient zur Ermittlung der Geräuschspannungen an den einzelnen Punkten der Rundfunk-Übertragungswege. Das Filter bewertet die einzelnen Teilfrequenzen des Geräusches entsprechend ihrem Störeindruck im menschlichen Ohr; ohne Filter mißt man die Fremdspannung.

Vom Geräuschspannungsmesser für Fernsprechleitungen Rel 3 U 32 (S. 447) unterscheidet sich der Geräuschspannungsmesser für Rundfunk durch eine definierte, spitzenwertähnliche Anzeige gegenüber der Effektivwert-Anzeige, seinen bis 15 000 Hz erweiterten Frequenzbereich und durch die reine Ohr-Bewertung gegenüber der Ohr-Fernhörer-Bewertung bei Fernsprechleitungen. Die Anwendungsmöglichkeiten beider Geräte erfaßt die Ausführung Rel 3 U 33 (S. 456).

Der Gerätesatz wird in Holzgehäusen mit Traggriffen oder für den Einbau in Meßgestelle geliefert. Die Betriebsspannungen liefert über einen eingebauten Netzteil das Wechselstromnetz 110/220 V.

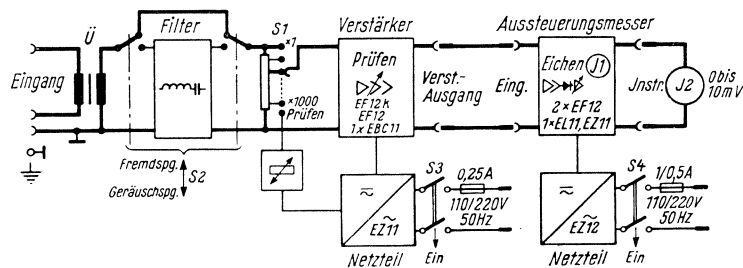
**KENNWERTE**

Frequenzbereich .....	30 bis 15 000 Hz
Meßbereiche .....	10; 100 mV; 1 und 10 V
kleinste ablesbare Spannung .....	0,1 mV

**B 9**

Meßunsicherheit .....	$\leq \pm 10\%$
Frequenzabhängigkeit der Anzeige, bezogen auf 1000 Hz	
in Stellung „Fremdspannung“ .....	$\leq \pm 10\%$
in Stellung „Geräuschspannung“ .....	entspr. der CCIR-Kurve für Rundfunk
Toleranz gegenüber der CCIR-Kurve für Rundfunk .....	etwa $\pm 10\%$
Integrationszeit .....	etwa 200 ms
Die elektrische Zeitkonstante des Meßkreises und die Eigenschwingungsdauer des Instruments entsprechen weitgehend den Steudelschen Bedingungen	
Eingangsscheinwiderstand .....	$\geq 10 \text{ k}\Omega$
Netzanschluß .....	110/220 V $\pm 10\%$ ; 42 bis 60 (100) Hz; 20 + 55 VA

ARBEITSWEISE Für die objektive, jederzeit wiederholbare Messung einer Geräuschspannung wird die unterschiedliche Bewertung einzelner Frequenzen durch das menschliche Ohr in einem Bewertungsfiler nachgebildet. Da ein Geräusch schon störend wirkt, wenn es die Hörschwelle des Ohres überschreitet, muß die Bewertungskurve einen ähnlichen Verlauf wie die Kurve gleicher Lautstärke an der Hörschwelle haben. Das Übertragungsmaß des Filters wurde 1949 vom CCIR als „Psophometerkurve für Rundfunk“ neu festgelegt. Die Geräuschspannung eines Frequenz-



gemisches entspricht dabei der Spannung eines 1000-Hz-Normaltones, der den gleichen Stördruck hervorruft wie das Frequenzgemisch. Für einen reinen 1000-Hz-Ton ist also die Geräuschspannung gleich der unbewerteten Fremdspannung. Das logarithmische Amplituden-Verhältnis (in Neper oder Dezibel) der Störschwingung zur Bezugsschwingung (1000 Hz) heißt das Störgewicht  $G$ . Für die Bezugsfrequenz ist das Störgewicht  $G = 0$ . Für Frequenzen zwischen 1000 und 8500 Hz sind die Störgewichte  $G$  positiv. Der höchste Störwert von  $+0,97 \text{ N}$  liegt bei 5000 Hz. Die Störwirkung dieser Frequenz ist also größer als die der Bezugsfrequenz von 1000 Hz; ein 60-Hz-Ton stört dagegen wesentlich weniger.

Neben dieser Frequenzbewertung von sinusförmigen Spannungen soll ein hochwertiger Geräuschspannungsmesser für Rundfunk auch Spannungsspitzen anzeigen, soweit deren steilster Verlauf eine Zeit von wenigstens 0,3 ms ausfüllt. Außerdem müssen die von U. Steudel aufgestellten Bedingungen für die Bewertung von einzelnen Knacken und Knackfolgen erfüllt werden. Diese besagen, daß die Lautstärke periodisch sich wiederholender Knacke gegenüber einem einzelnen Knack um etwa 10 phon wächst, wenn sich der die Lautstärke bedingende Druckimpuls mehr als 50mal je Sekunde wiederholt. Die Instrumentenskale soll eine annähernd logarithmische Teilung aufweisen. Diesen Forderungen entspricht der hier beschriebene Geräuschspannungsmesser.

Die zu messende Spannung gelangt über den erdsymmetrischen Eingangsübertrager  $\ddot{U}$  in Stellung „Fremdspannung“ des Schalters S 2 unmittelbar und in Stellung „Geräuschspannung“ über ein Filter zum Eingang eines dreistufigen Verstärkers (Rel 3 U 311), der wiederum auf einen Aussteuerungsmesser (Rel 34 U 21) arbeitet. Das Filter hat ein Übertragungsmaß, das als mittlerer Frequenz-

gang der Ohrempfindlichkeit vom CCIR festgelegt ist; ein Gemisch von Störfrequenzen wird damit objektiv dem subjektiven Störeindruck im Ohr entsprechend bewertet.

Die Verstärker sind stabilisiert; zur „inneren Eichung“ des gesamten Verstärkers wird eine dem Netz entnommene geregelte Eichspannung benutzt oder eine 800-Hz-Eichspannung von 3,1 V angelegt. Das im Verstärker Rel 3 U 311 eingebaute Instrument J 2 wird als Tochterinstrument in den Meßkreis des Richtverstärkers (mit Instrument J 1) eingeschleift.

Da man sich in der Rundfunkleitungstechnik auf feste Spannungswerte an den Meßpunkten bezieht, zeigt auch das Instrument des Geräuschspannungsmessers die angelegte Spannung an. Eine Umrechnung in absolute oder relative Pegelwerte ist leicht möglich (s. Anhang, S. 534).

#### ZUBEHÖR, ABMESSUNGEN UND GEWICHTE

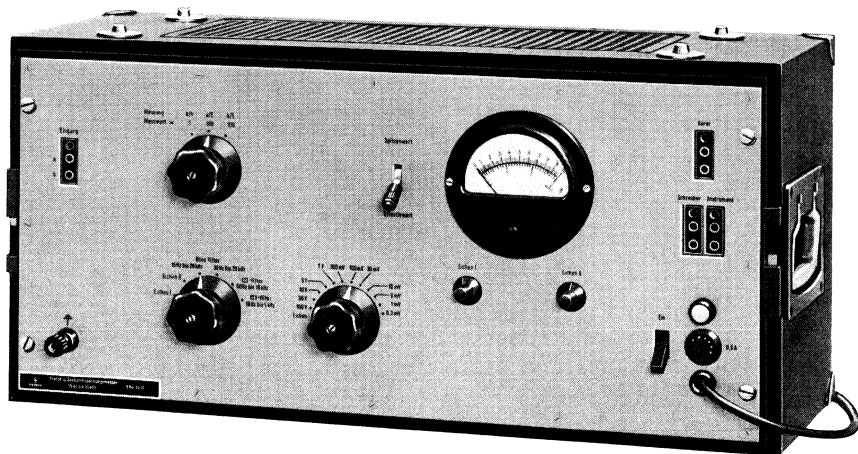
Gegenstand	Bezeichnung	Abmessungen in mm	Gewicht etwa kg	Preis	
GERÄUSCHSPANNUNGSMESSER 10 mV/10 V FÜR RUNDFUNK (30 bis 15000 Hz)					
bestehend aus:					
<i>Filter und Verstärker</i>					
Kastengerät .....	Rel 3 U 311 o	550 × 270 × 300	20	} S. 439	
Einbaugerät .....	Rel 3 U 311 p	520 × 236 × 190	16		
<i>Zubehör</i>					
je 1 Röhre .....	EF 12k, EF 12, EBC 11, EZ 11	—	—		
3 Schmelzeinsätze 0,25 A (2 als Ersatz) .....	0,25/250 DIN 41 571	—	—		
<i>Aussteuerungsmesser</i>					
Kastengerät .....	Rel 34 U 21 e	550 × 232 × 320	18		
Einbaugerät .....	Rel 34 U 21 g-3	520 × 134 × 270	13		
<i>Zubehör</i>					
2 Röhren .....	EF 12	—	—		
je 1 Röhre .....	EL 11, EZ 11, EZ 12	—	—		
1 Stabilisator .....	StV 150/20	—	—		
1 Signallampe 12 V .....	Rafi Nr. 821	—	—		
2 Schmelzeinsätze (2 als Ersatz)					
0,5 A bei 220 V .....	0,5/250 DIN 41 571	—	—		
1 A bei 110 V .....	1/250 DIN 41 571	—	—		
1 geschirmte Verbindungsleitung (nur für Kastengerät) .....	Rel Itg 546b	1000	0,1	S. 512	
2 Wechselrichter 12 V~/220 V~ .....	Rel 54 A 2	270 × 266 × 180	7	S. 520	

## Geräuschspannungsmesser 0,3 mV/100 V für Fernsprechleitungen und für Rundfunk

Rel 3 U 33a, b

15 bis 20000 Hz

**ANWENDUNG** Dieser Geräuschspannungsmesser dient zur objektiven Ermittlung der Fremd- und Geräuschspannungen in NF-Fernsprech- und Rundfunkübertragungs-Kanälen; er erfaßt also die Anwendungsmöglichkeiten des Geräuschspannungsmessers für Fernsprechleitungen Rel 3 U 32 (S.447) und des Geräuschspannungsmessers für Rundfunk Rel 3 U 311 (S. 453). Darüber hinaus hat dieses



Gerät einen größeren Frequenzbereich. Es kann ferner in den Schalterstellungen „Fremdspannung“ und „Geräuschspannung“ Effektivwerte messen oder durch eine besondere Spitzenbewertung auch Knackspannungen lautstärkerichtig anzeigen. Das Gerät entspricht daher den CCIF-Forderungen (Effektivwert-Messungen) und den von Steudel gefundenen Erkenntnissen (Knackbewertung). Die unmittelbare Messung beider Werte ist insofern von besonderem Interesse, als zwischen ihnen noch kein bekannter Zusammenhang besteht.

Für die frequenzabhängige Bewertung der Effektiv- oder Spitzenspannung sind vier Arten mit dem Schalter S 2 wählbar:

1. frequenzlinear 15 bis 20000 Hz
2. frequenzlinear 30 bis 20000 Hz
3. nach CCIF-Bewertungskurve C 60 bis 10000 Hz
4. nach CCIF-Bewertungskurve A 15 bis 5000 Hz

In den ersten beiden Stellungen mißt das Gerät die Fremdspannung, d. h. es bewertet alle Frequenzen im Gemisch gleich. Die obere Frequenzgrenze von 20000 Hz bestimmt ein Tiefpaß, der die höheren Frequenzanteile so stark dämpft, daß sie nicht mehr angezeigt werden. Die tiefen Frequenzen unter 30 oder 15 Hz sperrt ein umschaltbarer Hochpaß. Mit diesen Umschaltmöglichkeiten kann man in Stellung 1 von S 2 die Störspannung des 16<sup>2</sup>/<sub>3</sub>-Hz-Bahnnetzes in Fernsprechleitungen erfassen, in Stellung 2 den CCIF-Forderungen über Fremdspannungsmessungen an Rundfunkleitungen genügen. In Stellung 3 bewertet der Geräuschspannungsmesser die Frequenzen nach der CCIF-Kurve für Rundfunkübertragungen (C-Filter: Ohr-Bewertung) und in Stellung 4 nach der Kurve für Fernsprechleitungen (A-Filter: Telefon- und Ohr-Bewertung).

Das Gerät ist gegen elektrische und magnetische Störfelder sorgfältig geschirmt. Es gibt das Gerät in der Ausführung Rel 3 U 33a in einem festen, mit zwei Traggriffen versehenem Stahlblechgehäuse und in der Ausführung Rel 3 U 33b als Einbaugerät.

Die Betriebsspannungen liefert über den eingebauten Netzteil das Wechselstromnetz 110/220 V.



## KENNWERTE

Frequenzbereich .....	15 bis 20000 Hz
Meßbereiche (Vollausschlag) .....	300 $\mu$ V; 1, 3, 10, 30, 100, 300 mV; 1, 3, 10, 30, 100 V
Kleinste ablesbare Spannung .....	50 $\mu$ V
Meßunsicherheit bei 1000 Hz .....	$\leq \pm 3\%$
Frequenzabhängigkeit der Anzeige, bezogen auf 1000 Hz	
bei Fremdspannungs-Messungen .....	$\leq \pm 5\%$
bei Geräuschspannungs-Messungen	
in Stellung A-Filter (15 bis 5000 Hz) .....	nach CCIF-Kurve 1954
in Stellung C-Filter (60 bis 10000 Hz) .....	nach CCIF-Kurve 1954
Anzeige wählbar zwischen .....	Effektivwert-Anzeige und Spitzenwert-Anzeige*
Skalenverlauf .....	annähernd linear
Eingangswiderstand	
bei Messungen $a/b \times 1$ und $/ > 30$ Hz .....	symmetrisch $\geq 10$ k $\Omega$
von 15 bis 30 Hz und Spannungen $< 10$ mV .....	symmetrisch $\geq 7$ k $\Omega$
bei Messungen $a/E \times 100$ und $b/E \times 100$ .....	unsymmetrisch, 100 k $\Omega \pm 5\%$
Dynamische Eigenschaften:	
bei Effektivwert-Messung:	
Einschwingzeit des Instruments,	
umschaltbar auf .....	etwa 200 ms (nach CCIF) und 1s
bei Spitzenwert-Messung:	
Integrationszeit entsprechend 80% des Dauerausschlags .....	etwa 200 ms**
Anschluß für Schreiber mit unterdrücktem Nullpunkt:	
Strombereich .....	1 bis 3,5 mA
größter zulässiger Widerstand des Schreibers .....	5 k $\Omega$
Netzanschluß .....	110/220 V $\pm 10\%$ ; 42 bis 60 Hz; 75 VA

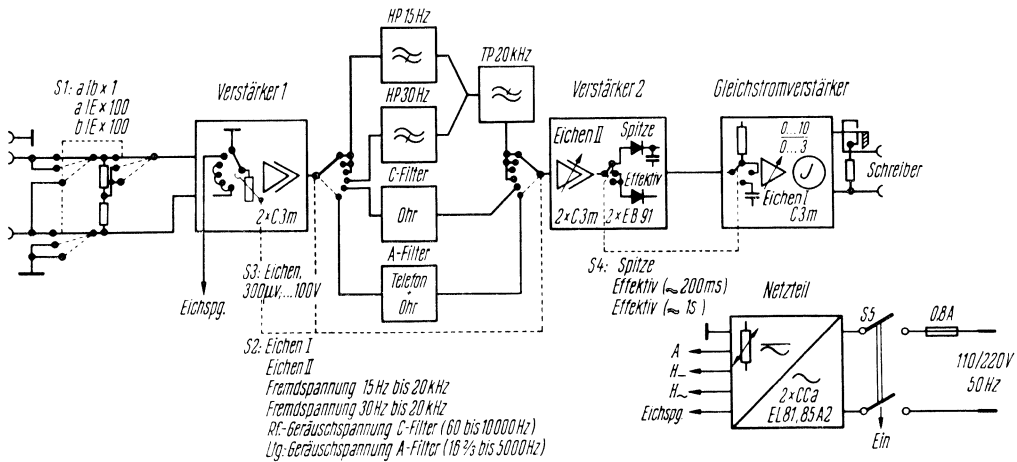
**ARBEITSWEISE** Die zu messende Spannung gelangt über den Schalter S 1 zum Empfindlichkeits-schalter S 3 mit zwölf Meßbereichen. In den unempfindlichen Meßbereichen wird die Spannung bereits vor dem Eingangsübertrager heruntergeteilt (Schalter S 1), um Übersteuerungen durch hohe Spannungen niedriger Frequenz zu vermeiden. Hinter dem Eingangsübertrager liegt dann der eigentliche Meßbereichschalter (S 3) und der zweistufige Verstärker (1). Erst hinter diesem Verstärker liegen die Bewertungsfilter oder bei Fremdspannungs-Messungen ein Hochpaß und ein Tiefpaß. In dieser Anordnung sind die Filter wegen der ausreichend großen Nutzspannung relativ unempfindlich gegen äußere störende Magnetfelder, so daß die dafür vom CCIF empfohlenen Werte mit großer Sicherheit gehalten werden.

Die Ausgangsspannung der Filter wird im zweistufigen Verstärker (2) verstärkt und darauf gleichgerichtet. Dabei kann mit Schalter S 4 von Effektivwert- auf Spitzenwert-Gleichrichtung mit Impulsspeicherung umgeschaltet werden. Für die Effektivwert-Gleichrichtung hat der Schalter S 4 noch eine weitere Stellung, in der durch Zuschalten eines RC-Gliedes die wirksame Einschwingzeit des Instruments von 200 ms (CCIF-Empfehlung) auf etwa 1 s verlängert werden kann. Die Skale des Instruments ist annähernd linear.

\* Lautstärkerichtige Bewertung von Geräuschspannungen, insbesondere Knackspannungen, nach Steudel.

\*\* Gegeben durch die elektrischen Zeitkonstanten des Impulsspeichers und der wirksamen Einschwingdauer des Instruments, die weitgehend den Steudelschen Bedingungen entsprechen.

Die gleichgerichtete Spannung wird einem einstufigen Gleichstromverstärker zugeführt, in dessen Anodenkreis das Anzeiginstrument liegt. Der Anschluß eines Schreibgerätes ist vorgesehen.



Die Anodenspannung des Gerätes ist elektronisch stabilisiert. Dadurch werden Störausschläge durch Netzstöße vermieden, die sich infolge der hohen Empfindlichkeit des Gerätes, der tiefen Grenzfrequenz des Verstärkers und der Spitzenwert-Gleichrichtung besonders bemerkbar machen würden.

#### ZUBEHÖR, ABMESSUNGEN UND GEWICHTE

Gegenstand	Bezeichnung	Abmessungen in mm	Gewicht etwa kg	Preis	
<b>GERÄUSCHSPANNUNGSMESSER FÜR FERNSPRECHLEITUNGEN UND FÜR RUNDUNK</b> (15 bis 20000 Hz)					
Kastengerät .....	Rel 3 U 33a	550 × 266 × 280	25	} S. 512	
Einbaugerät .....	Rel 3 U 33b	520 × 236 × 190	22		
<i>Zubehör</i>					
5 Röhren .....	C 3m	—	—		
je 2 Röhren .....	EB 91, CCa	—	—		
1 Röhre .....	EL 81	—	—		
3 Schmelzeinsätze 0,8 A (2 als Ersatz) .....	0,8/250 DIN 41 571	—	—		
1 Signallampe 12 V .....	T 1p 2c	—	—		
<i>Nach Bedarf</i>					
1 geschirmte Verbindungsleitung, z. B. ....	Rel 1tg 547a, ... c	250, ... 2000	0,2		
oder	Rel 1tg 546a, ... d	500, ... 2000	0,2		
1 Schreiber, z. B. Schreibzusatz für Aussteuerungsmesser .....	Rel 3 K 28	550 × 300 × 320	18	S. 444	

**Überlagerungsempfänger**

30 Hz bis 1 MHz

Rel 3 U 412

**Überlagerungsempfänger**

30 Hz bis 1 MHz

Rel 3 U 420

**ANWENDUNG** Diese Überlagerungsempfänger dienen in erster Linie als selektive Meßverstärker bei Messungen nach dem Null- und Vergleichsverfahren, z. B. bei Kopplungs-, Scheinwiderstands- und Nebensprechdämpfungs-Messungen an Fernsprechkabeln. Die Geräte können aber auch als



Ausführung  
Rel 3 U 412

selektive Spannungsmesser zum Messen kleiner Spannungen im Frequenzgebiet von 30 Hz bis 1 MHz benutzt werden, sowie zum Messen der einzelnen Spannungsanteile eines Frequenzgemisches, z. B. von Oberschwingungen einer Grundwelle und somit zu Klirrfaktorbestimmungen.

Die Ausführung Rel 3 U 420 wird man bevorzugt einsetzen, wenn es auf hohe Empfindlichkeit und Genauigkeit besonders ankommt.

Jedem der beiden Überlagerungsempfänger kann zum Messen sehr kleiner Spannungen (bis zu  $0,3 \mu\text{V}$  herab) ein Vorverstärker Rel 3 U 42 (S. 462) vorgeschaltet werden.

Die Betriebsspannungen liefert über den eingebauten Netzteil das Wechselstromnetz 110/220 V.

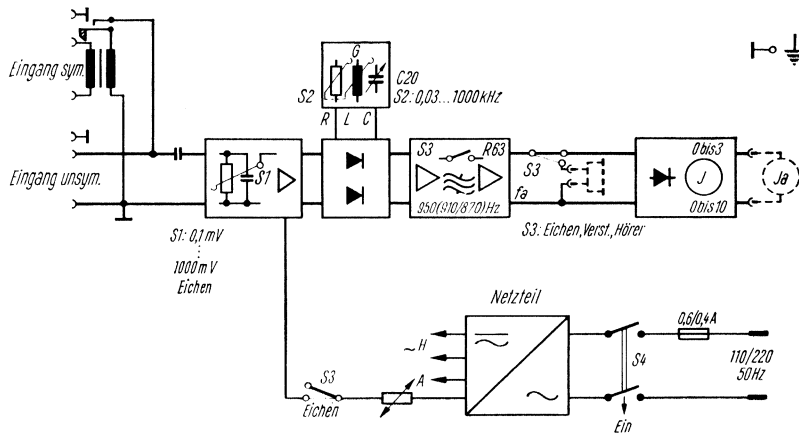
**KENNWERTE**

	Ausführung Rel 3 U 412	Rel 3 U 420
Frequenzbereich .....	30 Hz bis 1 MHz	
in sieben (acht)		
Bereichen von .....	30 bis 300 Hz; 0,3 bis 3; 3 bis 10 kHz	...; 0,3 bis 1;
	10 bis 30; 30 bis 100; 100 bis 300 kHz; 0,3 bis 1 MHz	1 bis 3 kHz; ...
Unsicherheit der Frequenzeichung .....	$\pm 3\%$ $\pm 5$ Hz	
Spannungsmeßbereiche .....	100, 300 $\mu\text{V}$ , 1 mV, ... 1 V	
kleinste ablesbare Spannung .....	30 $\mu\text{V}$	10 $\mu\text{V}$
kleinste mit Meßhörer wahrnehmbare Spannung .....	3 $\mu\text{V}$	3 $\mu\text{V}$
	im Frequenzbereich I (30 bis 300 Hz) gelten die 10-fachen Werte	



	Ausführung Rel 3 U 412	Rel 3 U 420
Meßunsicherheit		
im Bereich 300 Hz bis 300 kHz	$\pm 5\%$	$\pm 3\%$
im Bereich 30 bis 300 Hz und 30 kHz bis 1 MHz	$\pm 15\%$	$\pm 10\%$
Ausgangsfrequenz	etwa 950 Hz	etwa 910 oder 870 Hz
Bandbreite		
„schmales Band“	etwa 10 Hz	etwa 10 Hz
„breites Band“	etwa 100 Hz	etwa 200 Hz
Eingangsscheinwiderstand		
symmetrisch 100 Hz bis 30 kHz	$> 10 \text{ k}\Omega$	
30 bis 100 Hz und 30 kHz bis 1 MHz	$> 1 \text{ k}\Omega$	
unsymmetrisch	etwa 300 k $\Omega$ parallel 50 pF	
Eigenklirrdämpfung	etwa 7 N	
Netzanschluß	110/220 V $\pm 10\%$ ; 42 bis 60 Hz; 35 oder 45 VA	

ARBEITSWEISE Die zu messende Spannung gelangt unmittelbar (unsymmetrisch) oder über einen von zwei Übertragern (symmetrisch) zu einem Eingangsspannungsteiler (S1) und von hier über einen Breitband-Verstärker zu einem Gegentaktmodulator. Der Breitband-Verstärker der Aus-



führung Rel 3 U 412 ist einstufig, der der Ausführung Rel 3 U 420 zweistufig. Die Steuerung für den Modulator liefert der eingebaute Generator G, der bei tiefen Frequenzen in RC-Schaltung und bei hohen Frequenzen in LC-Schaltung arbeitet. Seine sieben (acht) Frequenzbereiche ergeben sich durch Umschalten (S2) von R und L. In jedem Bereich läßt sich die Frequenz mit einem Drehkondensator C 20 stetig einstellen. Die im Modulator entstehende Differenzschwingung  $f_a$  wird über einen zweistufigen Resonanzverstärker dem Anzeigekreis oder dem Meßhörer zugeführt, wobei sich der 950-Hz-Bandpaß mit der Bandbreite von 10 Hz zwischen die beiden Verstärkerstufen schalten läßt. Die schmale Bandbreite von 10 Hz ist für die Messung bei Frequenzen  $< 5000$  Hz notwendig und vor allem bei sehr kleinen Spannungen (z. B. Rauschspannungen) vorteilhaft. Der Bandpaß der Ausführung Rel 3 U 420 ist umschaltbar (910 oder 870 Hz).

Die Eingangsübertrager (30 Hz bis 30 kHz und 30 kHz bis 1 MHz) werden in den entsprechenden Frequenzbereichen über Relais zwangsläufig mit umgeschaltet. Für besonders gute Symmetrierung, z. B. bei Messungen hoher Dämpfungen, kann auf die Buchsen „Eingang, sym.“ der symmetrische Aufsteckübertrager Rel 3 B 214 (0,1 bis 1 MHz) gesteckt werden. Sein Übersetzungsverhältnis 2:1 erhöht auch den Eingangsscheinwiderstand der Überlagerungsempfänger.

Zum Einstellen der Empfindlichkeit für absolute Spannungsmessungen wird in Stellung „Eichen“

des Schalters S3 dem Eingang eine stabilisierte 50-Hz-Spannung aus dem Netzteil zugeführt. Die Empfindlichkeit läßt sich mit einem stetig veränderbaren Regler (R 63) auf Sollwert bringen.



Ausführung Rel 3 U 420

ZUBEHÖR, ABMESSUNGEN UND GEWICHTE

Gegenstand	Bezeichnung	Abmessungen in mm	Gewicht etwa kg	Preis
ÜBERLAGERUNGSEMPFÄNGER (30 Hz bis 1 MHz) .....	Rel 3 U 412	550 × 300 × 280	26	
<i>Zubehör</i>				
4 Röhren .....	18042	—	—	
1 Stabilisator .....	StV 100/25 z	—	—	
oder	108 C 1	—	—	
3 Schmelzeinsätze (2 als Ersatz) .....				
0,4 A bei 220 V .....	0,4 C DIN 41 571	—	—	
0,6 A bei 110 V .....	0,6 C DIN 41 571	—	—	
ÜBERLAGERUNGSEMPFÄNGER (30 Hz bis 1 MHz) .....	Rel 3 U 420	550 × 300 × 280	30	
<i>Zubehör</i>				
5 Röhren .....	C 3 g	—	—	
1 Stabilisator .....	StV 100/60 z II	—	—	
1 Signallampe 6 V .....	T 1p 2b	—	—	
3 Schmelzeinsätze (2 als Ersatz)				
0,4 A bei 220 V .....	0,4 C DIN 41 571	—	—	
0,6 A bei 110 V .....	0,6 C DIN 41 571	—	—	
<i>Nach Bedarf für beide Ausführungen</i>				
1 Verbindungsleitung, z. B. ....	Rel Itg 546 a, ... d	500, ... 2000	0,2	S. 512
1 Vorverstärker (100 Hz bis 1 MHz) .....	Rel 3 U 42	550 × 232 × 280	15	S. 462
1 Aufsteckübertrager (0,1 bis 1 MHz) .....	Rel 3 B 214	66 × 50 × 20	0,2	

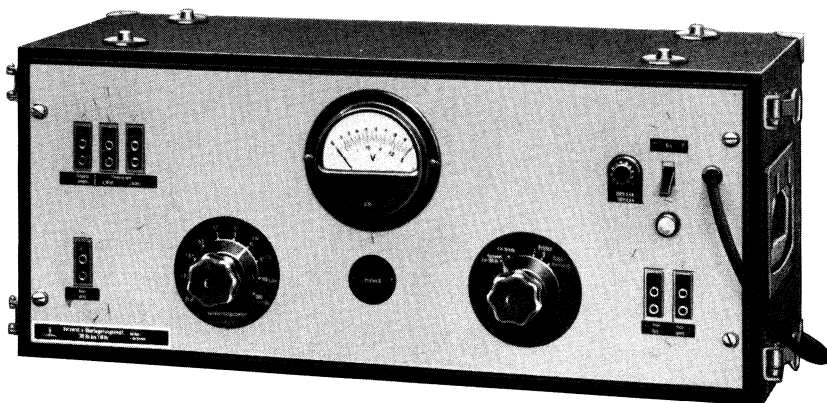
B 9

## Vorverstärker für Überlagerungsempfänger

Rel 3 U 42

100 Hz bis 1 MHz

**ANWENDUNG** Dieser Vorverstärker ist insbesondere ein Vorsatzgerät für Überlagerungsempfänger, z. B. für die Ausführungen Rel 3 U 412 (S. 459) und Rel 3 U 420 (S. 459). Mit einem dieser Geräte ergibt sich bei  $0,3 \mu\text{V}$  Vollausschlag, so daß sehr große Dämpfungen ( $> 16 \text{ N}$ ) gemessen werden



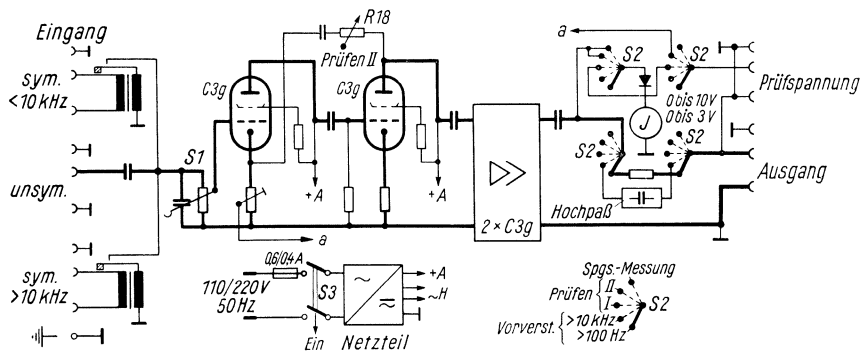
können. Der Vorverstärker wird auch allein verwendet, z. B. als aperiodischer Spannungsmesser, wobei Spannungsmessungen von 10 V bis herab zu  $0,3 \text{ mV}$  möglich sind.

Die Betriebsspannungen liefert über einen eingebauten Netzteil das Wechselstromnetz 110/220 V.

### KENNWERTE

Frequenzbereich .....	100 Hz bis 1 MHz
mit eingeschaltetem Hochpaß .....	10 kHz bis 1 MHz
Verstärkungsfaktor, regelbar in neun Schritten .....	0,03; 0,01; ...; 100; 300
Unsicherheit der Verstärkung bei $\pm 10\%$ Netzspannungsschwankungen .....	$\pm 1\%$
Frequenzgang von 1 bis 300 kHz .....	$\pm 2\%$
von 0,1 bis 1 kHz und von 300 bis 1000 kHz .....	$\pm 10\%$
Spannungsmessung:	
Meßbereich (neun Schritte mit Schalter S 1) .....	1 mV; 3 mV; ...; 3 V; 10 V
kleinste ablesbare Spannung .....	0,3 mV
Meßunsicherheit von 1 bis 300 kHz .....	$< \pm 3\%$
von 0,1 bis 1 kHz und von 300 bis 1000 kHz .....	$< \pm 10\%$
Spannungsmößbereich in Verbindung mit dem	
Überlagerungsempfänger Rel 3 U 412/420 (S. 459) .....	$0,3 \mu\text{V}$ ; ...; 30 V
Eingangsscheinwiderstand:	
unsymmetrisch .....	300 k $\Omega$ parallel 80 pF
symmetrisch $< 10 \text{ kHz}$ .....	300 k $\Omega$ parallel 8 H parallel 500 pF
symmetrisch $> 10 \text{ kHz}$ .....	300 k $\Omega$ parallel 80 mH parallel 100 pF
Ausgangsscheinwiderstand .....	etwa 1 k $\Omega$
Ausgangsstörspannung	
Stellung $> 100 \text{ Hz}$ (ohne Hochpaß) .....	$< 20 \text{ mV}$
Stellung $> 10 \text{ kHz}$ (mit Hochpaß) .....	$< 2 \text{ mV}$
Netzanschluß .....	110/220 V $\pm 10\%$ ; 42 bis 60 Hz; 35 VA

**ARBEITSWEISE** Der Vorverstärker ist ein vierstufiger RC-gekoppelter Meßverstärker. Die zu messende Spannung liegt bei erdunsymmetrischen Meßobjekten unmittelbar, bei erdsymmetrischen über Eingangsübertrager ( $< 10\text{ kHz}$ ;  $> 10\text{ kHz}$ ) am Regler (S 1). Die vier Stufen sind paarweise gegengekoppelt; die Verstärkung des ersten Stufenpaares ist nachstellbar (R 18). Die verstärkte Eingangsspannung wird wahlweise an die Ausgangsbuchsen (nur Verstärkung) oder nach Gleichrichtung an das eingebaute Meßinstrument gelegt (Spannungsmessung).



Für Spannungen kleiner als  $14\text{ N}$  ( $< 1\text{ }\mu\text{V}$ ) müssen die eigenen Störspannungen ungewöhnlich klein sein. Die Anodenspannungen sind deshalb besonders sorgfältig gesiebt und die beiden ersten Röhren mit Gleichstrom geheizt. Für Messungen bei Frequenzen  $> 10\text{ kHz}$  können niederfrequente Störungen, die infolge des Funkeffektes und durch Erschütterungen auftreten, durch einen eingebauten Hochpaß unterdrückt werden. Zur Messung des Absolutwertes der Spannung muß die Verstärkung bekannt und zeitlich konstant sein. Eine weitgehende Unabhängigkeit von Netzspannungsschwankungen und Röhreneinflüssen wird durch starke Gegenkopplung erreicht.

Um eine Überwachung der Verstärkung durch eine einfache Vergleichsmessung zu ermöglichen, sind am Schalter S 2 die Stellungen „Prüfen I“ und „Prüfen II“ vorgesehen. Es ist dazu eine Wechselfspannung erforderlich, die an die Buchsen „Prüfspannung“ zu legen ist. Die Größe der Spannung wird bei „Prüfen I“ mit dem eingebauten Instrument unmittelbar und bei „Prüfen II“ über den Verstärker und ein vorgeschaltetes Dämpfungsglied von  $5,7\text{ N}$  gemessen.

**ZUBEHÖR, ABMESSUNGEN UND GEWICHTE**

Gegenstand	Bezeichnung	Abmessungen in mm	Gewicht etwa kg	Preis
VORVERSTÄRKER FÜR ÜBERLAGERUNGSEMPFÄNGER (100 Hz bis 1 MHz) .....	Rel 3 U 42	550 × 232 × 280	15	} S. 459 } S. 512
Zubehör				
4 Röhren .....	C 3g	—	—	
3 Schmelzeinsätze (2 als Ersatz)				
0,4 A bis 220 V .....	0,4/250 DIN 41 571	—	—	
0,6 A bei 110 V .....	0,6/250 DIN 41 571	—	—	
1 Signallampe 6 V .....	T lp 2 b	—	—	
Nach Bedarf				
1 Überlagerungsempfänger .....	Rel 3 U 412	550 × 300 × 280	26	
oder	Rel 3 U 420	550 × 300 × 280	30	
1 geschirmte Verbindungsleitung, z. B. ....	Rel Itg 546a	500	0,2	
oder	Rel Itg 547b	500	0,2	

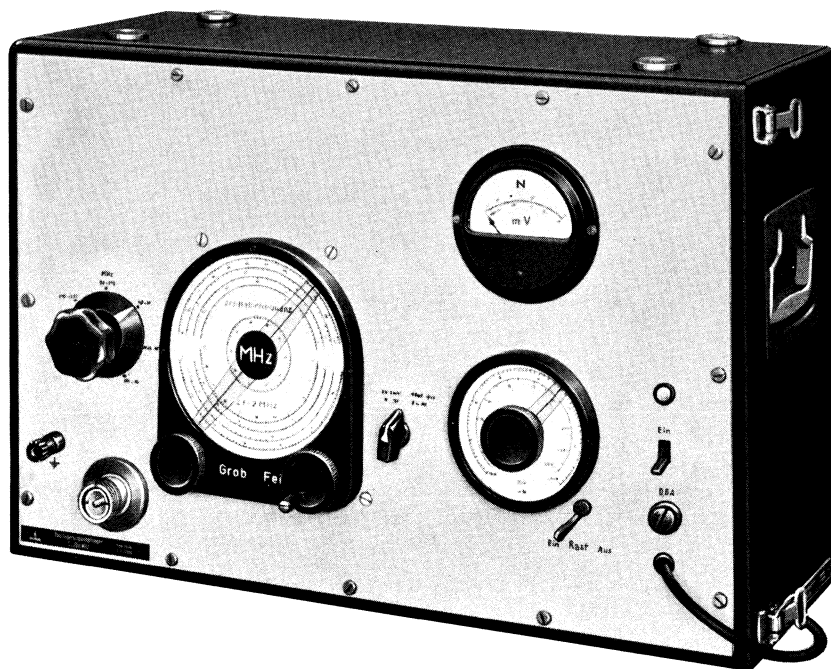


## Überlagerungsempfänger

5 bis 250 (1000) MHz

Rel 3 U 415

**ANWENDUNG** Dieser Überlagerungsempfänger dient ganz allgemein zur Anzeige und auch zum Messen kleiner HF-Spannungen im Frequenzbereich 5 bis 250 MHz. In Verbindung mit einer Meßstromquelle lassen sich Dämpfungswerte zwischen 0 und 10 N bestimmen, da die Einstellelemente



entsprechend in Neper geeicht sind. Der Überlagerungsempfänger erfüllt damit die Aufgaben eines Anzeigeverstärkers mit Eichleitung. Diese Anordnung gewährleistet ein sicheres Arbeiten und schaltet jeden Frequenzfehler bei Dämpfungsmessungen aus. Die in sieben Bereiche unterteilte Abstimmenskala zeigt die Frequenz des Oszillators an, so daß unter Berücksichtigung der Zwischenfrequenz von 2 MHz mit hinreichender Genauigkeit auch Frequenzmessungen möglich sind.

Die Betriebsspannungen liefert über den eingebauten Netzteil das Wechselstromnetz 110/220 V.

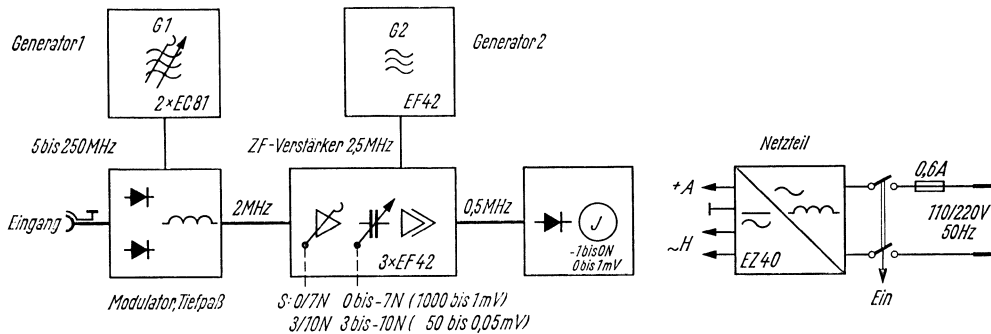
### KENNWERTE

Frequenzbereich (in sieben Teilbereichen) .....	5 bis 250 MHz
mit Oberwellen des Generators 1 .....	bis 1000 MHz
Unsicherheit der Frequenzzeichnung .....	$\pm 1\%$
Feineinstellung $\Delta f/f$ .....	$10^{-4}$
Bandbreite der Zwischenfrequenz .....	etwa 150 kHz
1. Zwischenfrequenz .....	2 MHz; 2. Zwischenfrequenz .....
Spannungsmessbereich .....	50 $\mu$ V bis 1 V
kleinste ablesbare Spannung .....	20 $\mu$ V
Frequenzgang der Spannungsanzeige .....	$\leq 15\%$
Netzspannungsabhängigkeit der Verstärkung .....	$\leq \pm 2\%$
Unsicherheit der Instrument-Anzeige .....	$\leq \pm 2\%$



Meßbereich für Pegel- und Dämpfungsmessungen .....	0 bis 10 N
Meßunsicherheit bei Pegel- und Dämpfungsmessungen	
bis 7 N .....	$\pm 0,05$ N
7 bis 10 N .....	$\pm 0,08$ N
Eigenklirrdämpfung bei Eingangspegel $\leq -2$ N .....	$\geq 8$ N
Eingangswiderstand (Koaxialbuchse 6/16) .....	etwa 60 $\Omega$
Netzanschluß .....	110/220 V $\pm 5\%$ ; 42 bis 60 Hz; etwa 60 VA

ARBEITSWEISE Die zu messende Spannung wird auf eine Mischstufe gegeben und dort der vom Generator G 1 gelieferten Spannung überlagert. Der Generator hat sieben umschaltbare Frequenzbereiche. Die entstehende Zwischenfrequenz von 2 MHz gelangt über einen Tiefpaß und einen



Meßbereichschalter S (0 bis 7 N, 3 bis 10 N) auf einen dreistufigen ZF-Verstärker. Ein geeichter, stetig veränderbarer Spannungsteiler, der bei einem Regelbereich von 7 N in Stufen von 0,5 N gerastet ist, ermöglicht eine sehr schnelle Messung und eine wesentlich erhöhte Genauigkeit des Meßergebnisses. Damit bei hoher Verstärkung keine Pfeifgefahr besteht, wird die erste Zwischenfrequenz mit 2,5 MHz (G 2) auf 0,5 MHz umgesetzt. Die verstärkten und in einem Richtleiter gleichgerichteten Spannungen zeigt das Drehspulinstrument J an.

#### ZUBEHÖR, ABMESSUNGEN UND GEWICHTE

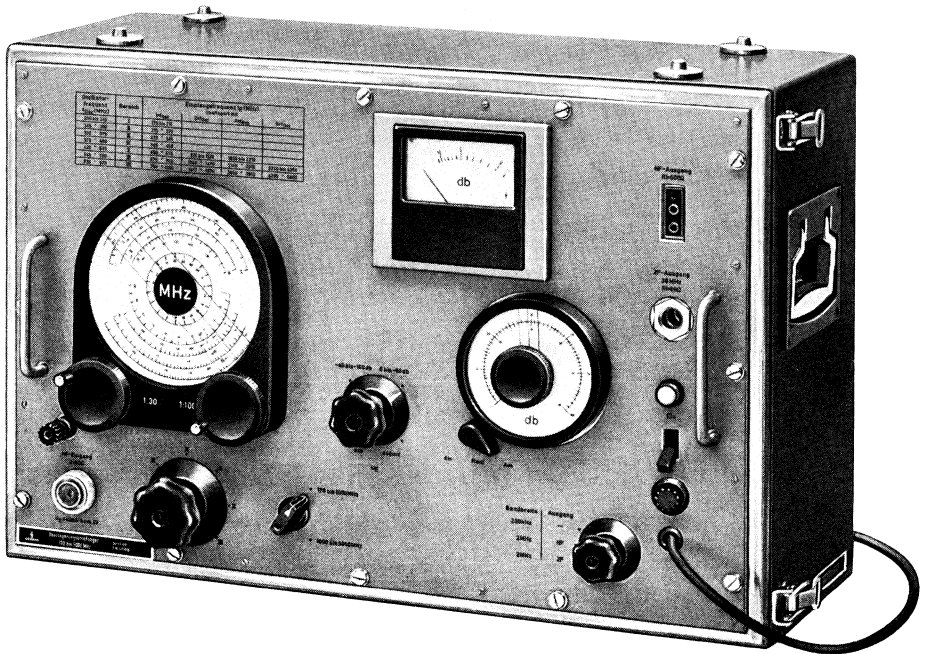
Gegenstand	Bezeichnung	Abmessungen in mm	Gewicht etwa kg	Preis	
ÜBERLAGERUNGSEMPFÄNGER (5 bis 250 (1000) MHz) .....	Rel 3 U 415	545 × 360 × 280	30	} S. 512	
<i>Zubehör</i>					
2 Röhren .....	EC 81	—	—		
4 Röhren .....	EF 42	—	—		
1 Röhre .....	EZ 40	—	—		
1 Stabilisator .....	StV 150/20	—	—		
3 Schmelzeinsätze 0,6 A (2 als Ersatz) .....	0,6/250 DIN 41 571	—	—		
1 Signallampe 12 V .....	T 1p 2c	—	—		
<i>Nach Bedarf</i>					
1 Verbindungsleitung, z. B. ....	Rel ltg 555 a, c	300, ... 4000	0,6		
oder 1 Verbindungsleitung .....	Rel ltg 532 a, ... h	300, ... 3000	0,2		
mit Übergangsstück 6/16 auf 4/13 .....	Rel stp 17a	—	—		

## Überlagerungsempfänger

Rel 3 U 418 a, b

0,17 bis 5 GHz

**ANWENDUNG** Dieser Überlagerungsempfänger dient zum Bestimmen von HF-Spannungen im Frequenzbereich von 0,17 bis 5 GHz entsprechend einer Wellenlänge von 176 bis 6 cm. Insbesondere ist das Gerät zusammen mit einer Meßstromquelle zum Messen von Dämpfungen bis



etwa 110 db geeignet, außerdem für Messungen von Schein- und Kopplungswiderständen, zum Aufnehmen von Antennendiagrammen usw. Ferner wird der Überlagerungsempfänger als Nullindikator für Brückenmessungen sowie als selektives Anzeigeeinstrument bei Meßleitungen eingesetzt. Die in sieben Teilbereiche unterteilte Frequenz-Abstimmenskala zeigt jeweils die Frequenz des eingebauten Oszillators an, so daß unter Berücksichtigung der Zwischenfrequenz mit guter Genauigkeit auch Frequenzmessungen möglich sind.

Die nach der Demodulation amplitudenmodulierter HF-Spannungen entstehenden NF-Spannungen können z. B. zur weiteren Untersuchung einem Kathodenstrahl-Oszillographen zugeführt werden. Die ZF-Spannung liegt ebenfalls an einem besonderen Ausgang, so daß sich über einen angeschalteten Meßdemodulator auch FM-Signale messen lassen.

Die Betriebsspannungen liefert über den eingebauten Netzteil das Wechselstromnetz 110/220 V.

### KENNWERTE

Frequenzbereich durch Überlagerung mit

Oszillatorfrequenz (in sieben Teilbereichen) . . . . . 0,17 bis 1 GHz

Oberwellen der Oszillatorfrequenz . . . . . bis 5 GHz

Unsicherheit der Frequenzzeichnung . . . . .  $\pm 1\%$

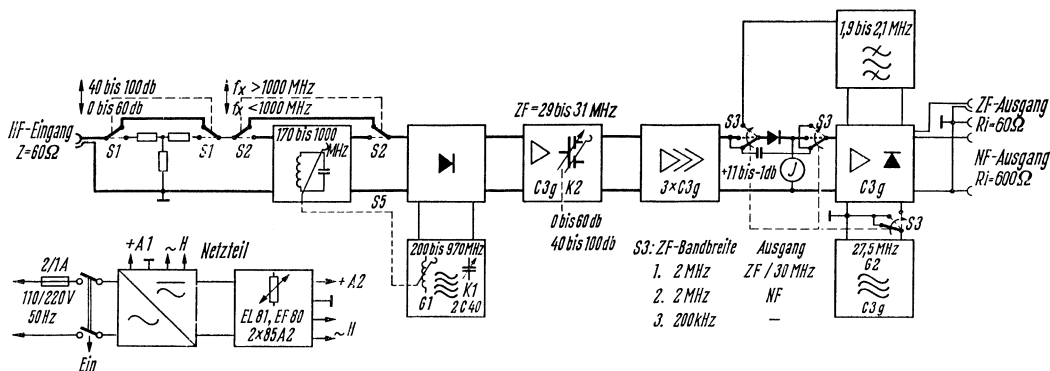
Eingangswiderstand		
Koaxialleitung 6/16 (Ausführung Rel 3 U 418 a) .....		60 $\Omega$
N-Connector (Ausführung Rel 3 U 418 b) .....		50 $\Omega$
	Schalter S1 auf	
Reflexionsfaktor am Eingang:	0 bis 60 db	40 bis 100 db
bis 1 GHz .....	$\leq 0,08$	$\leq 0,25$
über 1 GHz .....	$\leq 0,15$	etwa 0,5
	Bandbreite	
Spannungsmessbereich:	200 kHz	2 MHz
kleinste für Vollausschlag erforderliche Eingangsspannung bei Überlagerung mit der Grundfrequenz $f_0$ .....	etwa 13 $\mu\text{V}$	etwa 40 $\mu\text{V}$
mit $2 \times f_0$ .....	etwa 40 $\mu\text{V}$	etwa 120 $\mu\text{V}$
mit $4 \times f_0$ .....	etwa 130 $\mu\text{V}$	etwa 400 $\mu\text{V}$
mit $6 \times f_0$ .....	etwa 400 $\mu\text{V}$	etwa 1200 $\mu\text{V}$
kleinste meßbare Spannung (bis 1 GHz) .....	etwa 2,5 $\mu\text{V}$	etwa 7 $\mu\text{V}$
größte zulässige Eingangsspannung .....	4 V	4 V
Dämpfungsmessbereich .....		bis 110 db
verteilt auf:		
Dämpfungsschalter .....		0/40 db
Spannungsteiler, stetig einstellbar .....		0 bis 60 db
Instrumentenskale .....		-1 bis +11 db
Unsicherheit des gemessenen Pegelunterschiedes .....		$\leq \pm 1\% \pm 0,2$ db
Zwischenfrequenz .....		30 MHz
Bandbreite, umschaltbar .....		etwa 200 kHz und 2 MHz
NF-Ausgang:		
Frequenzbereich .....		50 Hz bis 1 MHz
Ausgangsspannung an 600 $\Omega$ .....		bis etwa 1 V
Innenwiderstand .....		etwa 600 $\Omega$
ZF-Ausgang:		
Frequenz .....		$30 \pm 1$ MHz
Ausgangsspannung an 60 $\Omega$ .....		bis 0,6 V
Innenwiderstand .....		etwa 60 $\Omega$
Netzanschluß .....		110/220 V $\pm 10\%$ ; 40 bis 60 Hz; etwa 85 VA

ARBEITSWEISE Die zu messende HF-Spannung gelangt über den Dämpfungsschalter S1 zum Mischteil. Der Oszillator G1 arbeitet in kapazitiver Dreipunktschaltung mit der Scheibentriode 2 C 40. Sein Frequenzbereich von 200 bis 970 MHz wird in sieben umschaltbaren Teilbereichen mit dem Drehkondensator K1 überstrichen. Zur Mischung dient ein Richtleiter. Um dessen Eingangswiderstand an den Wellenwiderstand 60  $\Omega$  anzupassen, werden ihm für die Teilbereiche unterhalb 1000 MHz mit Schalter S2 Transformationsglieder vorgeschaltet.

Die ZF-Spannung gelangt über den einstufigen Vorverstärker und einen kapazitiven Teiler zum ZF-Verstärker. Der Teiler ist stetig und mit Rastung in Schritten von 5 db einstellbar.

Die ZF-Spannung wird an einem Instrument mit Dezibeleichung angezeigt und gleichzeitig über eine Trennstufe an die Buchse „NF-Ausgang“ geführt. Die ZF-Spannung selbst liegt außerdem

an der Buchse „ZF-Ausgang“. Die Zwischenfrequenz (30 MHz) kann durch den zweiten Überlagerer auf 2 MHz bei einer Bandbreite von 200 kHz umgesetzt werden; dabei erhöht sich die Gesamtempfindlichkeit.



#### ZUBEHÖR, ABMESSUNGEN UND GEWICHTE

Gegenstand	Bezeichnung	Abmessungen in mm	Gewicht etwa kg	Preis
<b>ÜBERLAGERUNGSEMPFÄNGER</b> (0,17 bis 5 GHz)				
Ausführung 60 Ω	Rel 3 U 418 a	je 550×368×280	je 25	
Ausführung N-Connector	Rel 3 U 418 b			
<i>Zubehör</i>				
6 Röhren	C 3g	---	---	
je 1 Röhre	EF 80, EL 83, 2 C 40	---	---	
2 Stabilisatoren	85 A 2	---	---	
4 Eisenwasserstoff-Widerstände	3 bis 9 V; 0,4 A Osram, Soffittenform	---	---	
1 Eisenwasserstoff-Widerstand	3 bis 9 V; 0,8 A Osram, Soffittenform	---	---	
3 Schmelzeinsätze (2 als Ersatz)				
2 A bei 110 V	2/250 DIN 41 571	---	---	
1 A bei 220 V	1/250 DIN 41 571	---	---	
1 Signallampe 12 V	T 1p 2c	---	---	
<i>Nach Bedarf</i>				
1 Verbindungsleitung, z. B.	Rel Itg 555 a	300, ... 4000	0,6	} S. 512
1 Verbindungsleitung, z. B.	Rel Itg 532 a, ... f	300, ... 2000	0,2	
1 Verbindungsleitung, z. B.	Rel Itg 546 a, ... d	500, ... 2000	0,2	
	oder Rel Itg 547 a, ... e	250, ... 2000	0,2	
Für Messungen an Vierpolen				
2 Dämpfungsglieder (0 bis 5 GHz)				
10 db	Rel 3 B 314	65 × 30 ∅	0,17	} S. 144
20 db	Rel 3 B 315	100 × 30 ∅	0,24	

**PPM-Prüfoszillograph**

Rel 3 K 27

**ANWENDUNG** Dieser Prüfoszillograph dient zur Prüfung und Betriebsüberwachung von End- und Zwischenstellen der Richtfunk-Einrichtungen mit Pulsphasenmodulation, und zwar der Systeme PPM 24/300 und PPM 24/2500, soweit sie mit Taktpuls-Synchronisation arbeiten. Das Gerät läßt sich jedoch auf Zwischenstellen auch bei solchen Systemen einsetzen, die mit Kennton-Synchronisation arbeiten.



Bei Ausfällen ermöglicht der Oszillograph mit Hilfe der Meßpunkte am PPM-Gestell und Funkgestell die rasche Eingrenzung des Fehlers, und zwar kann mit dem Gerät die Pulsfolge zwischen zwei Taktpulsen, der sogenannte Pulsrahmen, an den verschiedenen Stellen des Send- und Empfangsweges innerhalb der Geräte oszillographiert werden. Der Gleichlauf der Ablenkfrequenz mit der Frequenz der zu messenden Spannung wird durch Fremd- oder Eigen-Synchronisation hergestellt. Da der Frequenzbereich der Zeitablenkung von 4 bis 32 kHz reicht, ist das Gerät auch in vielen anderen Fällen verwendbar. — Für PPM-Systeme, die mit Kennton-Synchronisation arbeiten, gibt es den allgemein einsetzbaren PPM-Prüfoszillographen Rel 3 U 126 (S. 474).

Die Betriebsspannungen liefert über den eingebauten Netzteil das Wechselstromnetz 110/220 V.

**KENNWERTE**

*Senkrechte Ablenkung:*

- Empfindlichkeit . . . . . etwa 0,5 mm/V
- Eingangswiderstand . . . . . etwa 0,5 oder 1 MΩ
- Eingangskapazität ohne Anschlußkabel . . . . . etwa 20 pF
- Größte zulässige Eingangsspannung . . . . . 80 V<sub>eff</sub>

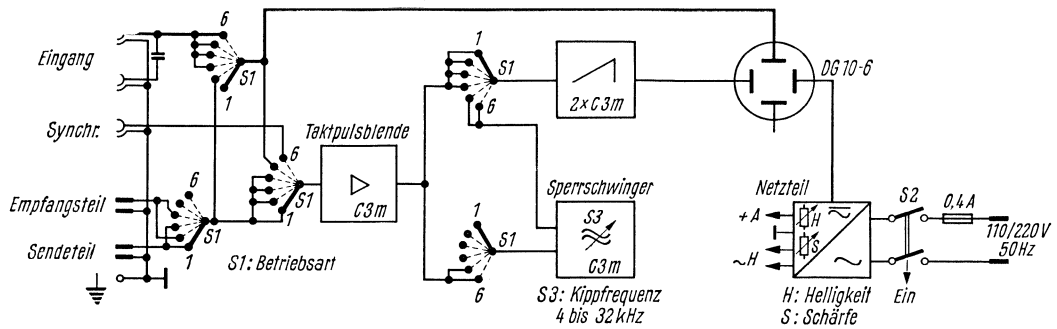
*Waagerechte Ablenkung:*

- Ablenkfrequenz, starr . . . . . 8 kHz
- oder stetig veränderbar . . . . . 4 bis 32 kHz
- Rücklaufzeit . . . . . etwa 2 μs

*Netzanschluß* . . . . . 110/220 V ± 5%; 40 bis 60 Hz; 35 VA

**ARBEITSWEISE** Die zu untersuchende Spannung gelangt unmittelbar zu den Y-Platten der Kathodenstrahlröhre DG 10—6. Mit dem Schalter S1 sind sechs Betriebsarten einstellbar.





S 1 in Stellung	Eingang an	Synchronisation	Kippfrequenz
1	Sendeteil	Sendeteil	8 kHz
2	Empfangsteil	Empfangsteil	
3	Meßzuleitung	* Sendeteil	
4		Empfangsteil	
5	Meßzuleitung	eigen	4 bis 32 kHz
6		fremd	

Auf Stellung 5 wird geschaltet, wenn der Taktpuls ausfällt oder eine veränderbare Zeitablenkfrequenz gewünscht wird. Ein in seiner Frequenz von 4 bis 32 kHz veränderbarer Sperrschwinger liefert Steuerpulse an die Kippschaltung. Gleichzeitig wird die zu messende Spannung an den (hochohmigen) Eingang der als Verstärker geschalteten Taktpulsblende gelegt, verstärkt, differenziert und als Synchronisierspannung dem Sperrschwinger zugeführt.

In Stellung 6 läßt sich das Gerät ganz allgemein einsetzen.

Die Abmessungen des Prüfoszillographen sind so gewählt, daß er auf jedes der Gestelle der End- und Zwischenstellen aufgesetzt werden kann. Gestell und Oszillograph verbindet ein Mehrfachkabel mit Steckerleiste (9 Rel Bv 657 C 8), das je zwei Meßadern für die Prüfung des Sende- und Empfangsweges, ferner die Leitungen für die Netzspannung enthält. Weitere Meßpunkte können über die Leitung Rel Itg 599 e angeschlossen werden. Für den Betrieb in anderen Meßplätzen ist eine besondere Netzanschlußleitung (9 Rel Bv 35 K 27) vorgesehen; die Meßpunkte werden in diesem Falle über die Verbindungsleitung 9 Rel Bv 657 C 7 angeschlossen.

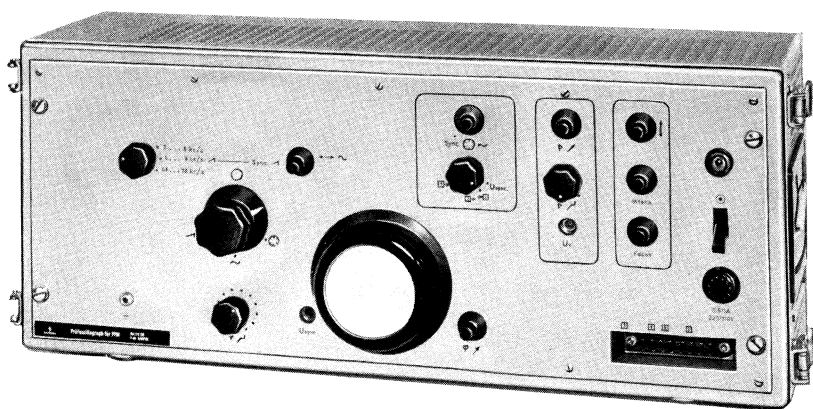
#### ZUBEHÖR, ABMESSUNGEN UND GEWICHTE

Gegenstand	Bezeichnung	Abmessungen in mm	Gewicht etwa kg	Preis	
PPM-PRÜFOSZILLOGRAPH .....	Rel 3 K 27	550 × 232 × 240	20	S. 512	
<i>Zubehör</i>					
1 Kathodenstrahlröhre .....	DG 10—6	—	—		
4 Röhren .....	C 3m	—	—		
1 Signallampe 24 V .....	T Ip 2d	—	—		
3 Schmelzeinsätze 0,4 A (2 als Ersatz) .....	0,4/250 DIN 41 571	—	—		
1 Verbindungsleitung .....	Rel Itg 599 e	1500	0,2		
1 Verbindungsleitung .....	9 Rel Bv 657 C 8	1000	0,2		
<i>Nach Bedarf</i>					
1 Netzanschlußleitung .....	9 Rel Bv 35 K 27	1500	0,2		
1 Verbindungsleitung .....	9 Rel Bv 657 C 7	2500	0,3		

## PPM-Prüfoszillograph

Rel 3 U 126

**ANWENDUNG** Dieser Prüfoszillograph ist ebenso wie die auf S. 469 beschriebene Ausführung ein Betriebsmeßgerät für die Prüfung und Betriebsüberwachung der End- und Zwischenstellen der Richtfunkeinrichtungen mit Pulsphasenmodulation, z. B. der Systeme PPM 24/300, PPM 24/2000 und PPM 24/2500. Bei diesem Oszillographen ist es jedoch gleich, ob die Systeme mit Kennton-



oder mit Taktpuls-Synchronisation arbeiten. Ein besonderer Vorzug des Gerätes ist die Möglichkeit der Darstellung des Pulsrahmens auf einem Kreis (polare Ablenkung), so daß der Ausfall eines Sprechkanals sofort und eindeutig zu erkennen ist. Ein anderer Vorzug ist der, daß sich ein einzelner Puls sehr breit darstellen läßt, was z. B. bei Rundfunkübertragung zur günstigsten Ausnutzung des Hubes wichtig ist.

Der Oszillograph ermöglicht mit Hilfe der Meßpunkte am PPM-Gestell und am Funkgestell eine rasche Fehlereingrenzung, denn mit dem Gerät können eine Pulsfolge, z. B. der Pulsrahmen, oder einzelne Pulse an den verschiedenen Stellen des Send- und Empfangsweges oszillographiert werden. Der Gleichlauf der Ablenkfrequenz mit der zu messenden Spannung läßt sich durch Eigen- oder Fremdsynchronisation erreichen.

Die Abmessungen des Prüfoszillographen sind so gewählt, daß er auf jedes der Gestelle der End- und Zwischenstellen aufgesetzt werden kann. Gestell und Oszillograph verbindet ein Mehrfachkabel mit Steckerleiste (Rel Bv 657 C 55), das vier Meßadern für die Prüfung des Send- und Empfangsweges, ferner die Leitungen für die Netzspannung enthält. Das Nebensprechen zwischen den an der Messerleiste liegenden Leitungen ist auf der Pulsebene so gering, daß es für den praktischen Betrieb ohne Bedeutung ist. Ebenso wird durch den Prüfoszillograph keine störende Spannung über die Leitungswege auf das System gebracht. Für den Einsatz in anderen Meßplätzen gibt es die Verbindungsleitung Rel Itg 591f und die Netzanschlußleitung 9 Rel Bv 35 K 27.

Die Betriebsspannungen liefert über den eingebauten Netzteil das Wechselstromnetz 110/220 V.

### KENNWERTE

*Polare Ablenkung:*

Ablenkfrequenz .....	8 kHz
Kreisdurchmesser .....	etwa 50 mm
Pulse nach innen, Höhe .....	etwa 3 mm

*Senkrechte Ablenkung:*

Empfindlichkeit (mit Verstärker) ..... von etwa 0,2 bis 200  $V_{ss}/cm$   
 GröÙte verzerrungsfreie Auslenkhöhe ..... etwa 25 mm  
 Eingangswiderstand ..... 1 M $\Omega$  parallel 30 pF  
 Obere Frequenzgrenze ..... etwa 2 MHz  
 Untere Frequenzgrenze ..... etwa 500 Hz

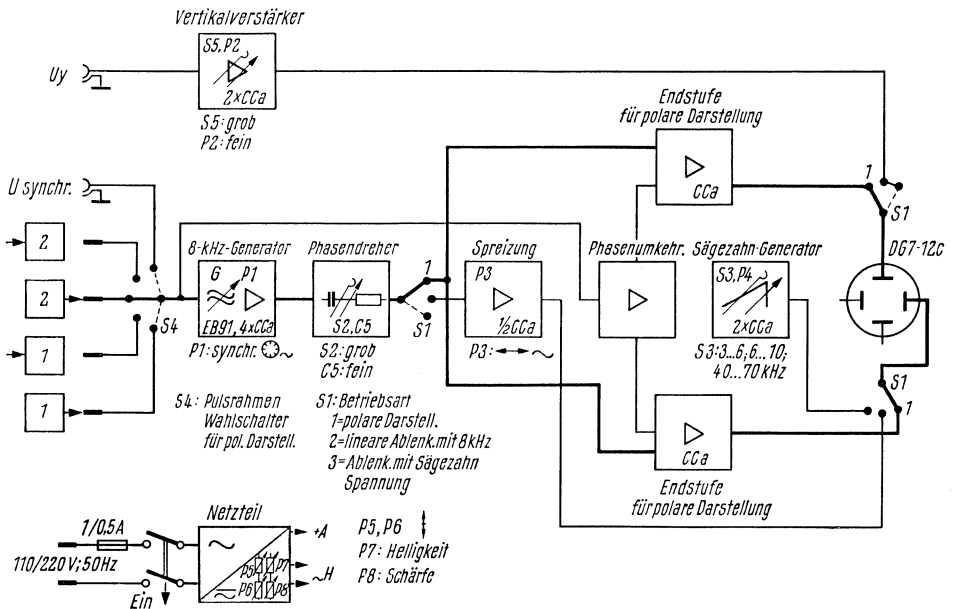
*Waagerechte Ablenkung:*

Mit 8 kHz: Zeitbasis, veränderbar ..... etwa 10 bis 40  $\mu s$   
 Mit Sägezahn: Kippfrequenz ..... etwa 3 bis 6; 6 bis 10; 40 bis 70 kHz

Netzanschluß ..... 110/220 V  $\pm 5\%$ ; 40 bis 60 Hz; 100 VA

ARBEITSWEISE Drei Meßarten sind mit dem Schalter S1 einstellbar:

Stellung 1: Die an der Messerleiste liegenden Pulsrahmen lassen sich wahlweise polar darstellen; es ist jeweils der gesamte Rahmen kontrollierbar. Die Ablenkfrequenz beträgt 8 kHz, synchronisiert wird durch die Folgefrequenz der ankommenden Pulse, die über eine Regelspannung den



Schwingkreis des 8-kHz-Generators mit Hilfe einer Reaktanzröhre steuern. Die Synchronisation arbeitet auch bei modulierten Pulsen; es ist also gleich, ob das System mit Kennton- oder mit Taktpuls-Synchronisation arbeitet.

Stellung 2: Es wird ein Teil des Pulsrahmens linear dargestellt. Die Eingangsspannung liegt an der Buchse Uy und wird über einen Vertikalverstärker den Platten zugeführt. Die waagerechte Ablenkung übernimmt der mittlere, lineare Teil einer 8-kHz-Sinusspannung; der Rücklauf wird abgedunkelt. Mit Hilfe des Phasendrehers „grob“ (S2) kann jeder Puls um 30° weitergerückt und mit „fein“ (C5) nochmal um etwa  $\pm 5^\circ$  verschoben werden. Dadurch läßt sich jeder Puls einzeln beobachten. Synchronisation wie unter „Stellung 1“ beschrieben.



Stellung 3: Für die Anzeige der Ersatzpulse bei Ausfall der normalen Pulse wird eine Sägezahn-ablenkung angewandt. Ihre Frequenz ist umschaltbar (S3) auf 3 bis 6, 6 bis 10 und 40 bis 70 kHz, dazwischen fein (P4) regelbar. Vertikale Verstärkung ist möglich. Bei einer Eingangsspannung von 200 mV<sub>ss</sub> und größter Verstärkung ergibt sich eine Auslenkung von 10 mm; bei kleinster Verstärkung setzt eine Auslenkung von 10 mm eine Eingangsspannung von 200 V<sub>ss</sub> voraus. Die Synchronisation geschieht durch das ankommende Signal selbst, das dem Sägezahn-Generator zugeführt wird.

#### ZUBEHÖR, ABMESSUNGEN UND GEWICHTE

Gegenstand	Bezeichnung	Abmessungen in mm	Gewicht etwa kg	Preis
PPM-PRÜFOSZILLOGRAPH .....	Rel 3 U 126	550 × 232 × 280	24	
<i>Zubehör</i>				
11 Röhren .....	CCa	—	—	
1 Röhre .....	EB 91	—	—	
1 Kathodenstrahlröhre .....	DG 7—12c	—	—	
Signallampe 12 V .....	T 1p 2c	—	—	
3 Schmelzeinsätze (2 als Ersatz)				
1 A bei 110 V .....	1/250 DIN 41571	—	—	
0,5 A bei 220 V .....	0,5/250 DIN 41 571	—	—	
1 Verbindungsleitung .....	Rel Bv 657 C 55	1500	0,2	
1 Verbindungsleitung .....	Rel ltg 591 f	2000	0,2	S. 591
1 Netzanschlußleitung .....	9 Rel Bv 35 K 27	1500	0,2	
1 Verbindungsleitung .....	Rel ltg 641 e	1500	0,2	

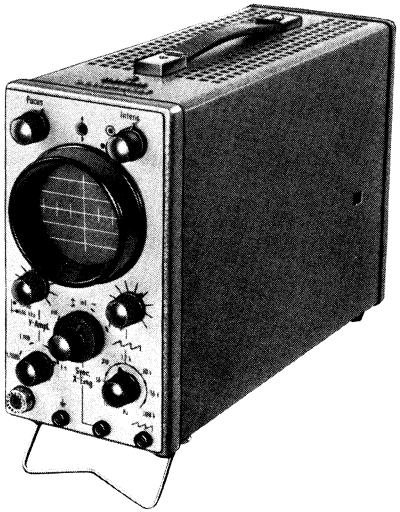
**B 9**

**OSCILLARZET**

Ms-List.-Nr. 275175

2 Hz bis 600 kHz und 1 Hz bis 5 MHz

**ANWENDUNG** Der OSCILLARZET ist ein kleiner tragbarer Elektronenstrahl-Oszillograph, der wegen seiner Handlichkeit und einfachen Bedienbarkeit außer für allgemeine Messungen im Laboratorium auch für Kontrollmessungen in Werkstätten und beim Kundendienst eingesetzt wird.



Ausgerüstet mit einer scharf zeichnenden Elektronenstrahlröhre sowie mit einem von Schmalband- auf Breitband-Stellung umschaltbaren Y-Verstärker, ist der OSCILLARZET vielseitig verwendbar, z.B. in der Fernseh- und Impulstechnik.

Die Betriebsspannungen liefert über einen eingebauten Netzteil das Wechselstromnetz 110, ... 250 V.

**KENNWERTE**

*Elektronenstrahlröhre* ..... DG 7—36 mit Planschirm 70 mm  $\varnothing$

*Y-Verstärker*

Empfindlichkeit:

Schmalband-Stellung (2 Hz bis 600 kHz) ..... etwa 2,1 mV<sub>eff</sub>/cm (1700 mm/V<sub>ss</sub>)

Breitband-Stellung (1 Hz bis 5 MHz) ..... etwa 12,5 mV<sub>eff</sub>/cm (290 mm/V<sub>ss</sub>)

Y-Platten, unmittelbar angeschlossen,

unsymmetrisch ..... etwa  $4 \cdot 10^3$  mV<sub>eff</sub>/cm (0,9 mm/V<sub>ss</sub>)

symmetrisch ..... etwa  $2 \cdot 2 \cdot 10^3$  mV<sub>eff</sub>/cm (2·0,45 mm/V<sub>ss</sub>)

Idealer Spannungssprung ..... Anstiegszeit 75 ns, Überschwingen  $\leq 2\%$

Dachschräge bei 50-Hz-Rechteckwellen .....  $\leq 3\%$

Verstärkung

in Stufen ..... 1:1, 1:10, 1:100, 1:1000

stetig ..... 1:11

### X-Verstärker

Frequenzbereich ..... 1 Hz bis 500 kHz  
 Empfindlichkeit ..... etwa  $280 \text{ mV}_{\text{eff}}/\text{cm}$  ( $12,5 \text{ mm}/V_{\text{ss}}$ )  
 Verstärkung ..... stetig einstellbar, frequenzabhängig

### Zeitablenkung

Frequenzbereich  
 in sechs Schritten und (stark überlappt) fein einstellbar .... 40 Hz bis 300 kHz

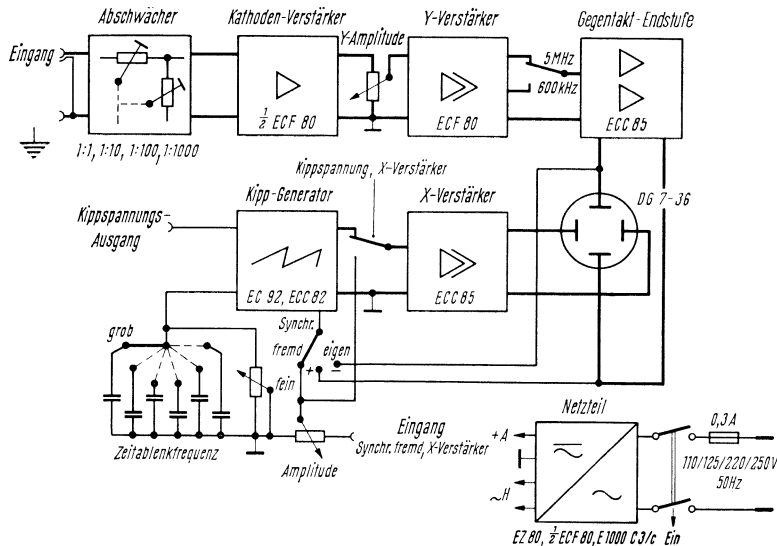
### Synchronisierung

Wahlweise Eigensynchronisierung nach Plus- oder nach Minuspulsen oder  
 Synchronisierung durch Fremdspannung ..... von 2 bis  $200 V_{\text{eff}}$   
 Synchronisieramplitude ..... stetig einstellbar

Netzteil ..... 110, 125, 220 und 250 V  $\pm 10\%$ ; 50 bis 60 Hz; etwa 50 VA

ARBEITSWEISE Die Elektronenstrahlröhre wird in der Helligkeit mit dem Drehknopf „Intens“, in der Schärfe mit dem Drehknopf „Focus“ eingestellt (s. Bild S. 474). Nach Entfernen von zwei Steckern sind die Y-Platten unmittelbar zugänglich.

Der Y-Verstärker ist frequenz- und phasenkompensiert; er überträgt daher Rechteckspannungen



ohne Verzerrungen. Die Amplitude ist mit dem Abschwächer in Schritten und mit einem Potentiometer fein einstellbar. Bandbreite und Empfindlichkeit werden mit einem Schiebeschalter, der mit dem Potentiometer gekoppelt ist, eingestellt.

Der X-Verstärker für die Sägezahnspannung der Zeitablenkung oder für eine von außen angelegte Spannung — wenn eine Spannung als Funktion einer anderen beobachtet werden soll — ist in

B 9

seiner Verstärkung für die außen angelegte Spannung mit dem mittleren großen Drehknopf stetig einstellbar. Die Sägezahnspannung wird in einem Multivibrator-Kippgerät erzeugt. Die Kippfrequenz ist in sieben Schritten und stetig einstellbar. Die Sägezahnspannung kann hochohmig abgenommen werden.

Die Synchronisierung zum Erzielen eines stehenden Kurvenbildes ist auf drei Arten möglich: Durch eine Fremdspannung sowie durch Eigensynchronisierung nach Plus- oder nach Minuspulsen vom Y-Endverstärker aus. Die Amplitude ist stetig einstellbar.

Im Netzteil werden die benötigten Spannungen erzeugt; Anodenspannungen sind, soweit erforderlich, stabilisiert.

ZUBEHÖR, ABMESSUNGEN UND GEWICHTE

Gegenstand	Ms-Listen-Nr.	Abmessungen in mm	Gewicht etwa kg	Preis
TRAGBARER EINSTRAHL-OSZILLOGRAPH OSCILLARZET (2 Hz bis 600 kHz, 1 Hz bis 5 MHz) .....	275 175	120 × 225 × 315	7,5	
<i>Zubehör</i> Elektronenstrahlröhre DG 7—36 .....	275 180	Schirm 70 mm Ø	0,5	
<i>Nach Bedarf</i> HF-Tastteiler mit Anschlußleitung und HF-Stecker, zur Signalverfolgung, Herabsetzen der Eingangsspannung 1:10 .....	275 185	1000 (Anschlußleitung)	0,12	
HF-Tastrichter mit Anschlußleitung und HF-Stecker, zur Signalverfolgung, Sichtbarmachen der Amplitudenmodulation einer HF-Trägerwelle ..	275 207	1000 (Anschlußleitung)	0,2	
Nachzeichengerät zum parallaxefreien Nachzeichnen stehender Kurven .....	275 228	Grundfläche 240 × 160	2,5	

**OSCILLAR I/14**

0,5 Hz bis 14 MHz

Ms-List.-Nr. 275 201

**ANWENDUNG** Der Frequenzbereich des OSCILLAR I/14 ermöglicht seinen Einsatz z. B. bei Messungen an Geräten und Verbindungen für Fernschreiben, NF- und TF-Fernsprechen, Fernsehen (in der Video- oder TF-Lage bei koaxialen Leitungen) und für Messungen im Rundfunkwellenbereich.



Sein phasenkorrigierter Y-Verstärker zeigt über die ganze Bandbreite eine geradlinig verlaufende Frequenzgangkurve. Signale werden deshalb praktisch naturgetreu wiedergegeben. Eine stetig einstellbare Eichspannung erlaubt ein genaues Vergleichen der Scheitelwerte der Eingangsspannungen. Eine Zeitdehnung, mit der die Zeitachse an jeder beliebigen Stelle des Oszillogramms bis zum sechsfachen gedehnt werden kann, gibt die Möglichkeit, auch Einzelheiten des Schirmbildes genau zu untersuchen.

Die Betriebsspannungen liefert über einen eingebauten Netzteil das Wechselstromnetz 110, ... 250 V.

**KENNWERTE**

- Oszillographenröhre* ..... mit Planschirm 130 mm  $\varnothing$ , nutzbare Bildbreite 100 mm, elektrostatische Ablenkung in beiden Koordinatenrichtungen, X- und Y-Platten unmittelbar anschließbar
- Anodenspannung ..... 1,5 kV
- Nachbeschleunigungsspannung ..... 3 kV
- Ablenkempfindlichkeit .....  $S_x$  etwa 40 mm/V;  $S_y$  etwa 0,95 mm/V
- Größte Spannung an Y-Platten, unmittelbar ..... 750 V<sub>SS</sub>  
mit vorgeschalteter Dämpfung ..... 300 V<sub>SS</sub>
- Größte Schreibgeschwindigkeit bei einmaliger Ablenkung und Aufnahme mit Fluorapapierfilm, relative Öffnung 1:1,5, Verkleinerung 1:4 ..... etwa 10 km/s

Kapazität gegen Erde (bei geerdeten übrigen Elektroden)

- bei einer Y-Platte ..... etwa 4 pF
- bei einer X-Platte ..... etwa 6 pF

*Y-Verstärker*

- Frequenzbereich ..... 0,5 Hz bis 14 MHz
- Empfindlichkeit ..... etwa 0,2 mm/mV<sub>ss</sub>
- Eingangswiderstand ..... 2 MΩ parallel zu 40 pF

*X-Verstärker*

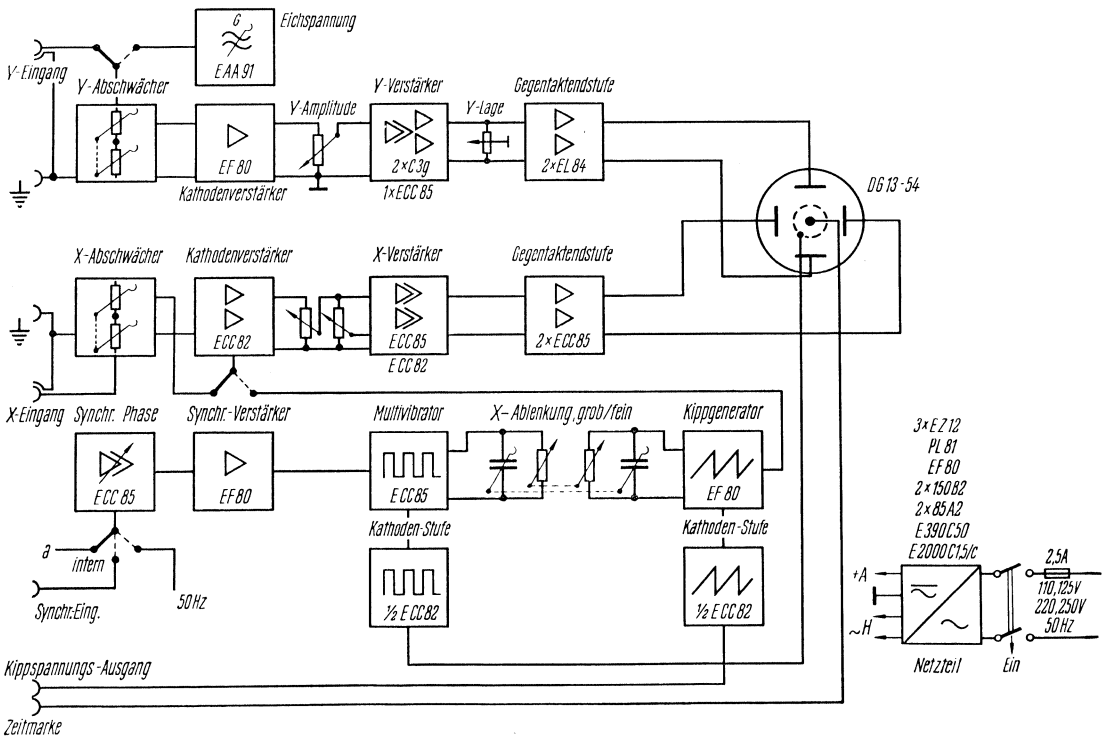
- Frequenzbereich ..... 0 bis 700 kHz
- Empfindlichkeit ..... etwa 0,15 mm/mV<sub>ss</sub>
- Eingangswiderstand ..... 1 MΩ
- Verstärkung stetig einstellbar, Abfall an den Grenzen bei beiden Verstärkern — 30%

*Zeitablenkung*

- periodisch ..... 0,01 s/cm bis 0,1 μs/cm
- einmalig ..... 0,01 s/cm bis 3 μs/cm
- einmalige Ablenkung ... mit prellfreiem Kontakt oder durch äußeren Impuls

Netzanschluß ..... 110, 125, 220, 250 V ± 10%; 50 bis 60 Hz; etwa 300 VA

ARBEITSWEISE Mit dem Steller „Y-Verstärker“ wird die Eingangsspannung in drei dekadischen Schritten und stetig eingestellt, mit dem Steller „Eichspannung“ die Eichspannung in neun Schritten von 10 bis 1 V und stetig. Die „X-Ablenkung“ ist in sieben Schritten und stetig einstell-



bar; in einem achten Schritt wird der Verstärker zum Messen einer Spannung als Funktion einer anderen an die Eingangsbuchse gelegt. Mit dem Schalter „Synch.“ wird die Synchronisierungsart gewählt, und zwar „intern“, aus dem Y-Verstärker abgeleitet, „50 Hz“, dem Netzteil entnommen, sowie „extern“, wobei die Buchse „Synchr.“ an die Synchronisierung angeschlossen ist. In einer weiteren Stellung kann der Zeitablenkkreis durch äußeren Impuls oder durch Tastendruck einmal ausgelöst werden. Mit einem stetigen Steller werden die Synchronisieramplitude und die Polarität gewählt.

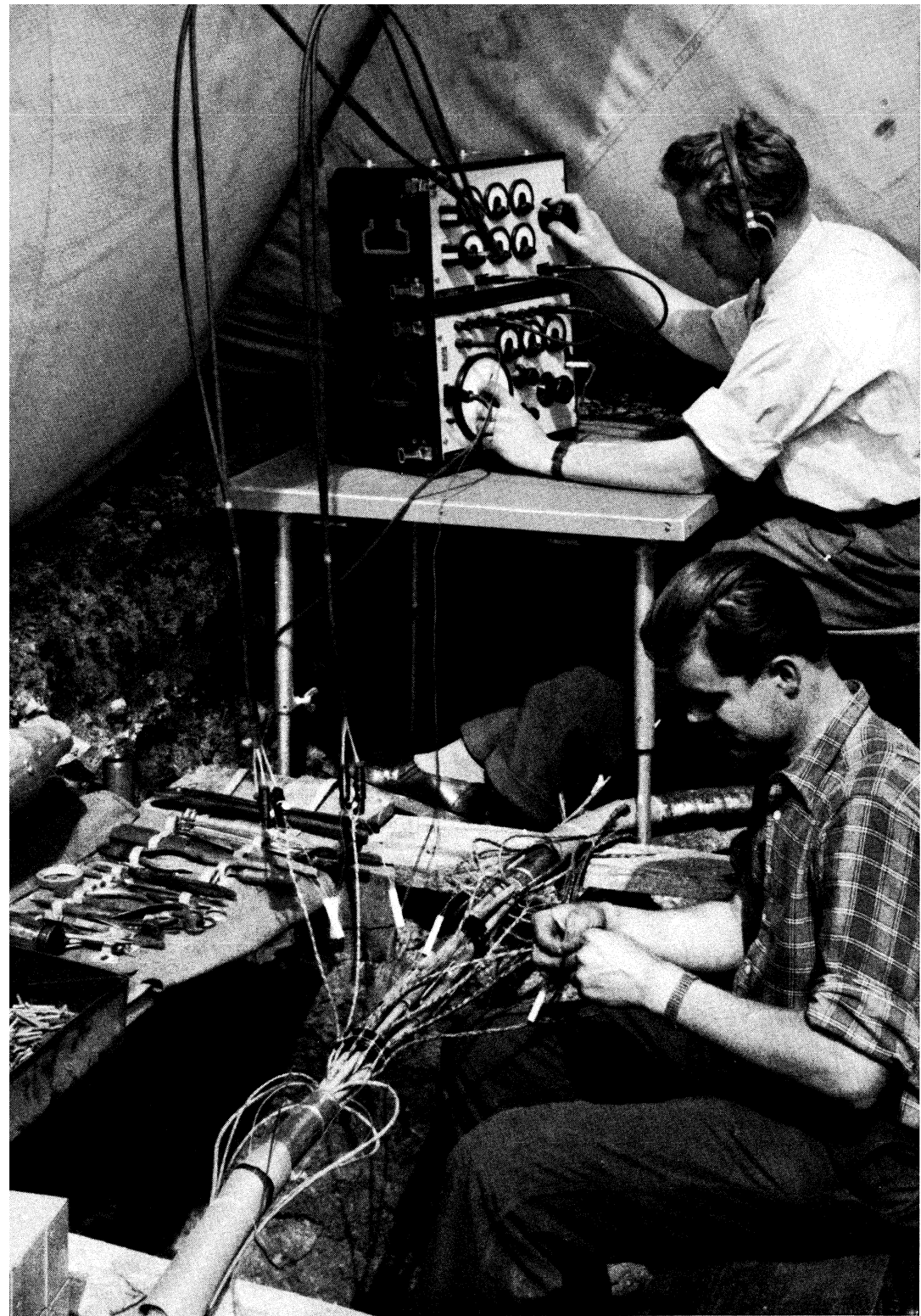
Die Dehnung kann in drei Stufen und stetig bis zum sechsfachen Betrag der Zeitachse eingestellt werden. Mit dem Steller „X-Punktlage“ ist jedes beliebige Teilstück der Kurve für die Dehnung herausgreifbar.

Ferner sind Einsteller für die Y-Punktage, die Helligkeit, Schärfe und für eine Rot- oder Gelb-Skalenbeleuchtung vorgesehen. Die Buchse „Zeitmarke“ ermöglicht den Anschluß für Spannungen zum Modulieren des Strahlstromes und damit zum Geben von Zeitmarken.

#### ZUBEHÖR, ABMESSUNGEN UND GEWICHTE

Gegenstand	Ms-Listen-Nr.	Abmessungen in mm	Gewicht etwa kg	Preis
TRAGBARER EINSTRAHL-OSZILLOGRAPH OSCILLAR I/14 (0,5 Hz bis 14 MHz) .....	275 201	450 × 260 × 350	28	
<i>Zubehör</i>				
Ersatz-Oszillographenröhre .....	275 204	Schirm 130 mm Ø	0,6	
<i>Nach Bedarf</i>				
HF-Tastteiler mit Anschlußleitung und HF-Stecker, zur Signalverfolgung, Herabsetzen der Eingangsspannung 1:10 .....	275 206	1000 (Anschlußleitung)	0,12	
HF-Tastrichter mit Anschlußleitung und HF-Stecker, zur Signalverfolgung, Sichtbarmachen der Amplitudenmodulation einer HF-Trägerwelle	275 207	1000 (Anschlußleitung)	0,2	
Nachzeichengerät zum parallaxenfreien Nachzeichnen stehender Kurven .....	275 228	Grundfläche 240 × 160	2,5	
Fotovorsatz zum Aufnehmen stehender periodischer Oszillogramme bis 1 MHz oder einmaliger Vorgänge bis 10 km/s Schreibgeschwindigkeit für Kleinbildkamera 24 mm × 36 mm .....	auf Anfrage	Länge 280	2	
für Rolleicord 6 cm × 6 cm .....	auf Anfrage	Länge 300	0,7	
Registrierkamera (Bauart Siemens-Sörensen) für Stand-, Ablauf- und Trommelaufnahmen ..	275 250	285 × 395 × 315	29	

**B 9**



Kopplungs-Meßbrücke und Umschalter für Nebenvierermessungen mit Zuleitungsabgleich eingesetzt in einem Montagezelt als Meßplatz für den Kopplungsausgleich der symmetrischen Vierer eines Nachrichten-Weitverkehrskabels



# B 10

## Meßzubehör

### ÜBERSICHT

Gerät	Bezeichnung Rel 3	Frequenzbereich	Bereich	Unsicherheit	Seite
Toleranz-Meßgerät .....	R 513	800 Hz	$\pm 0,5$ bis $\pm 20\%$	$\pm 1,5$ Skalenteile	410
Zuleitungsabgleich- Kondensator .....	B 94	eingesetzt im NF-Bereich	$\pm 120, \dots \pm 80$ pF	—	483
Umschalter für Neben- vierermessungen .....	B 97		$k_4 \dots_{12}; a_4 \dots_{12}$	—	484
Umschalter für Neben- vierermessungen mit Zuleitungsabgleich- Kondensatoren .....	B 93		$\pm 120, \dots \pm 80$ pF	—	486
Meßübertrager .....	B 27 b B 27 a B 22 a	20 bis 20000 Hz 300 Hz bis 500 kHz beide Bereiche	Betriebs- dämpfung $\leq 0,05$ N	—	488
Viererabschluß .....	B 327	100 bis 20000 Hz		—	
Stufenwiderstände .....	B 41 B 43	0 bis 500 kHz	$\left. \begin{array}{l} 0,1 \Omega \text{ bis } 12,2 \text{ k}\Omega \\ 1 \Omega \text{ bis } 1,22 \text{ M}\Omega \end{array} \right\}$	$\pm 1\%$	492
Stufenleitwert .....	B 42				
Stufenkondensator .....	B 51	bis 500 kHz	$40 \text{ pF}$ bis $1,22 \mu\text{F}$	$\pm 1\%$	496
Große veränderbare Nachbildung .....	L 311	bis 600 kHz	$L, C, R$	$\pm 1\%$	498
Nachbildungssucher .....	L 21	NF-Bereich	Aufsteckelemente	—	500
Veränderbare Spulenfeldergänzung .....	L 212	NF-Bereich	$L, C$	$\pm 1\%$	502
Abschlußwiderstände 4/13 .	B 333 a, ... h B 336 a	bis 30 MHz bis 10 MHz	$\left. \begin{array}{l} 51, \dots 90 \Omega \\ 150 \Omega \end{array} \right\}$	$\pm 0,5\%$	504

B10

Gerät	Bezeichnung Rel 3	Frequenzbereich	Bereich	Unsicherheit	Seite
Verbindungsstücke 6/16 ...	Kab stv 2	bis 7 GHz	—	—	505
Durchgangs- steckverbindungen 6/16..	Rel stv 19b U 911 b	bis 450 MHz	—	—	505
Durchgangs- steckverbindungen 6/16..	Rel stv 19a U 911 a				
Abschlußwiderstände 6/16 .	B 324 b	bis 850 MHz	150/200 W	$r \leq 0,07$	505
	B 338	2,4 bis 2,7 GHz	5 (10) W	$r \leq 0,025$	
	B 37	bis 3 GHz	0,5 (1) W	$r \leq 0,015$	
	B 325	bis 5 GHz	0,5 (1) W	$r \leq 0,02$	
Kurzschlußleitung 6/16 ....	B 323	bis 7 GHz	150 mm	$< 0,02$ mm	
Übergangsstück 6/16 auf 58 × 29.....	B 95	3,3 bis 5 GHz	—	$r \leq 0,045$	508
Abschlußwiderstand 58 × 29 .....	B 319		2 (4) W	$r \leq 0,04$	
Kurzschlußleitung 58 × 29 .....	B 320		100 mm	$\pm 0,01$ mm	
Übergangsstück 3,5/9,5 auf 34 × 15 .....	B 341	5,85 bis 8,2 GHz	—	$r \leq 0,1$	510
Abschlußwiderstand 34 × 15 .....	B 339		1 (2) W	$r \leq 0,01$	
Kurzschlußleitung 34 × 15 .....	B 342		80 mm	$\pm 0,01$ mm	
Übergangsstück 3,5/9,5 auf 22 × 10 .....	B 345	8,2 bis 12,4 GHz	—	$r \leq 0,1$	510
Abschlußwiderstand 22 × 10 .....	B 343		0,5 W	$r \leq 0,01$	
Kurzschlußleitung 22 × 10 .....	B 346		50 mm	$\pm 0,01$ mm	
Verbindungsleitungen symmetrische .....	Rel ltg...	NF, TF, HF, UHF	—	—	512
koaxiale .....					
Übergangsstecker .....	Rel stv ...	—	—	—	512
Wechselrichter .....	54 A 2	12 V <sub>-</sub> /220 V ~	60 VA	—	520

## Zuleitungsabgleich-Kondensator

Rel 3 B 94

**ANWENDUNG** Dieses Gerät ermöglicht als Zusatzgerät z. B. zur Kopplungs-Meßbrücke Rel 3 R 313 (S. 222) die durchgehende Messung der Kopplungen  $k_1 \dots k_3$ ,  $e_1 \dots e_3$ . Die Regelbereiche der einzelnen Abgleichkondensatoren sind ausreichend für die bei üblichen Längen und gutem Zustand der Zuleitungen zu erwartenden Abgleichwerte.

Das Gerät erweist sich somit als ein wichtiges Meßzubehör bei Kopplungsmessungen auf der Bau-  
strecke, aber auch bei der Prüfung und Abnahme von Werkslängen.

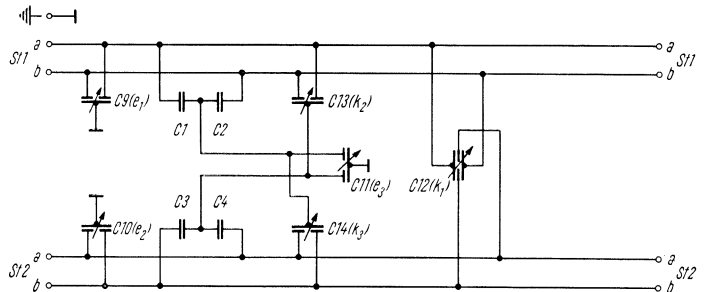


### KENNWERTE

Regelbereich der Abgleichkondensatoren

- für  $k_1, e_1, e_2 \dots$  etwa  $\pm 120$  pF
- für  $k_2, k_3 \dots \dots$  etwa  $\pm 100$  pF
- für  $e_3 \dots \dots \dots$  etwa  $\pm 80$  pF

**ARBEITSWEISE** Zum Abgleich der  $k$ -Kopplungen dienen der Doppeldifferentialkondensator C12 ( $k_1$ ) und die Differentialkondensatoren C13 ( $k_2$ ) und C14 ( $k_3$ ), kurz  $k_1, k_2, k_3$  genannt und auch so am Gerät bezeichnet. Die Kondensatoren  $e_1$  (C9),  $e_2$  (C12) und  $e_3$  (C11) sind gleichfalls Differentialkondensatoren mit je zwei Teilkapazitäten. Der  $e_1$ -,  $e_2$ - und  $e_3$ -Abgleich wird *vor* den  $k$ -Abgleichen vorgenommen. Damit sich beim  $e_3$ -Abgleich die bereits abgeglichenen  $e_1$ - und  $e_2$ -Kopplungen der Zuleitungen nicht mehr ändern, muß der Kondensator C11 symmetrisch an die elektrischen Mitten der beiden Stämme angeschlossen werden. Diese elektrischen Mitten ergeben sich mit den Festkondensatoren C1/C2 (Stamm 1) und C3/C4 (Stamm 2).



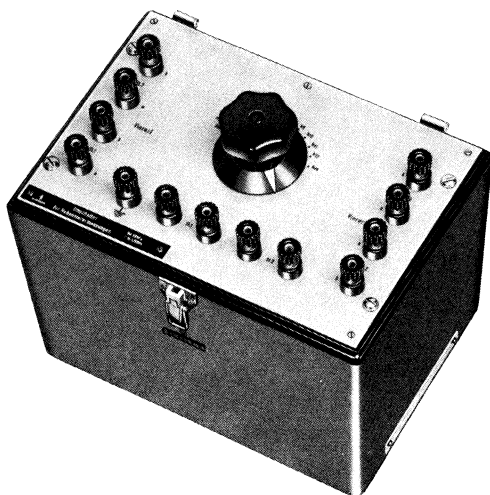
### ZUBEHÖR, ABMESSUNGEN UND GEWICHTE

Gegenstand	Bezeichnung	Abmessungen in mm	Gewicht etwa kg	Preis
ZULEITUNGSABGLEICH-KONDENSATOR	Rel 3 B 94	256 × 180 × 171	1,5	
Nach Bedarf 2 Verbindungsleitungen, z. B. ....	Rel ltg 547 a, ... c	250, ... 1000	0,2	S. 512

## Umschalter für Nebenvierermessungen

Rel 3 B 97

ANWENDUNG Dieser Umschalter ist ein Hilfsgerät z.B. zur Kopplungs-Meßbrücke Rel 3 R 313 (S. 222) und zur Dämpfungs-Meßeinrichtung Rel 3 D 23/24 (S. 240). Mit dem Umschalter können die notwendigen Schaltungen zum Messen der kapazitiven Kopplungen ( $k_4 \dots k_{12}$ ) und entsprechenden



Nebensprechdämpfungen ( $a_4 \dots a_{12}$ ) zwischen zwei Vierern (Vierer I und II) einfach und übersichtlich hergestellt werden.

In der Ausführung Rel 3 B 93 (S. 486) ist der Umschalter mit dem Zuleitungsabgleich-Kondensator Rel 3 B 94 (S. 483) zusammengefaßt.

### KENNWERTE

#### Kapazitive Eigenkopplung

zwischen den Klemmen des Vierers I:

Kapazitive Übersprechkopplung  $k_4 \dots k_{12} \dots \dots \dots < 1 \text{ pF}$

Kapazitive Mitsprechkopplungen  $k_2$  oder  $k_3 \dots \dots \dots < 1 \text{ pF}$

Erdkopplungen  $e_1, e_2$  oder  $e_3 \dots \dots \dots < 10 \text{ pF}$

zwischen den Klemmen des Vierers I gegen Vierer II:

Kapazitive Übersprechkopplungen  $k_4$  bis  $k_{12} \dots \dots \dots < 0,1 \text{ pF}$

#### Kapazitive Eigen-Nebensprechdämpfungen

lassen sich aus den Eigenkopplungswerten  $k_1, k_2$  oder  $k_3$  bei gegebener Kreisfrequenz  $\omega = 2\pi f$  und bekanntem „Z“ errechnen.

#### Induktive Eigenkopplung bei der Frequenz $f = 10 \text{ kHz}$

zwischen den Klemmen des Vierers I:

Induktive Übersprechkopplung  $m_1 \dots \dots \dots < 2 \text{ nH}$

zwischen den Klemmen des Vierers I gegen Vierer II:

Induktive Übersprechkopplungen  $m_4$  bis  $m_{12} \dots \dots \dots < 1 \text{ nH}$

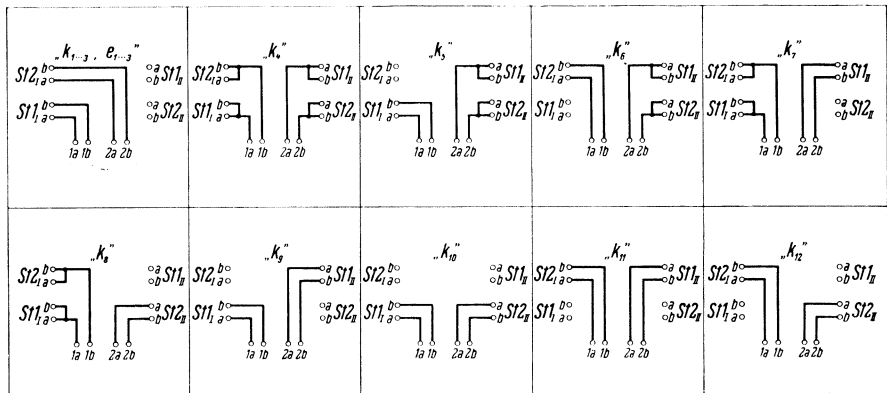
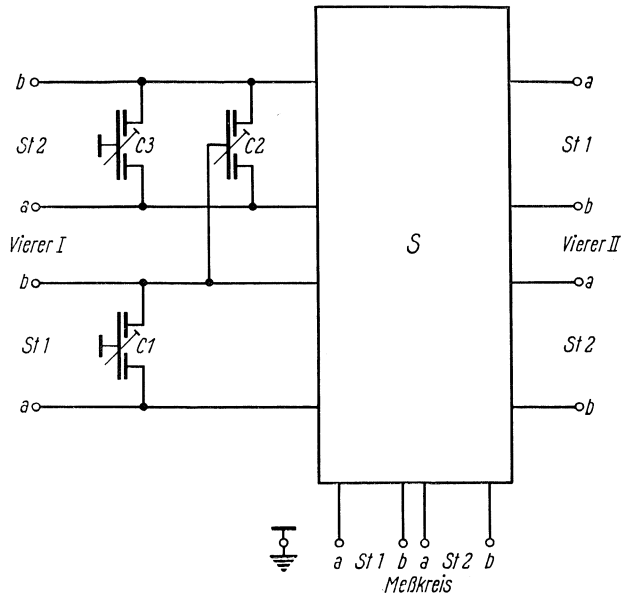
#### Induktive Eigen-Nebensprechdämpfungen

lassen sich aus den angegebenen Eigenkopplungen  $m_1$  oder  $m_4$  bis  $m_{12}$  errechnen.

**ARBEITSWEISE** Die Verbindungen zwischen den Klemmen (Stamm 1, Stamm 2) des jeweiligen Meßgerätes und den Klemmen der zu messenden Vierer (Vierer I und Vierer II) werden mit einem geschirmten Schalter (S) vorgenommen. In der Stellung „ $k_1 \dots 3, e_1 \dots 3$ “ stellt man die einzelnen Meßschaltungen  $k_1, k_2, k_3$  und  $e_1, e_2, e_3$  am Schalter der Kopplungs-Meßbrücke ein. Beim Messen der Übersprechdämpfung  $a_1$  oder der Mitsprechdämpfung  $a_2$  übernimmt diese entsprechende Aufgabe der im Mitsprechzusatz eingebaute Schalter.

Eigenkopplungen in der Stellung  $k_1 \dots 3, e_1 \dots 3$  sind mit kleinen Festkapazitäten sowie mit Hilfe der drei Differentialkondensatoren  $C_1, C_2$  und  $C_3$  (Feinabgleich für  $k_1$  bis  $k_3$ ) ausgeglichen.

Die Nebenviererkopplungen  $k_4$  bis  $k_{12}$  und Nebenviererdämpfungen  $a_4$  bis  $a_{12}$  werden in den entsprechenden Stellungen des Umschalters gemessen. Durch besondere Maßnahmen sind die Eigenkopplungen sehr klein ( $< 0,1$  pF) gehalten.



**ZUBEHÖR, ABMESSUNGEN UND GEWICHTE**

Gegenstand	Bezeichnung	Abmessungen in mm	Gewicht etwa kg	Preis
UMSCHALTER FÜR NEBENVIERERMESSUNGEN . . . . .	Rel 3 B 97	245 × 205 × 250	6	
<i>Zubehör</i>				
1 Abschirmkappe . . . . .	Rel mse 245 a, Tz 3	143 × 37 × 26	0,2	
<i>Nach Bedarf</i>				
Verbindungsleitungen, z.B. . . . . .	Rel Itg 547 a, . . . c	250, . . . 1000	0,2	S. 512



## Umschalter für Nebenvierermessungen mit Zuleitungsabgleich-Kondensatoren

Rel 3 B 93

ANWENDUNG Dieses Gerät ist ein Zusammenbau des Umschalters Rel 3 B 97 (S. 484) und des Zuleitungsabgleich-Kondensators Rel 3 B 94 (S. 483); er wird zweckmäßigerweise als Hilfsgerät z. B. zur Kopplungs-Meßbrücke Rel 3 R 313 (S. 222) und zur Dämpfung-Meßeinrichtung Rel 3 D 23/24 (S. 240) dann eingesetzt, wenn Umschalter *und* Abgleichkondensatoren erforderlich sind (vgl. auch Bild auf S. 480).



Mit dem Umschalter können die notwendigen Schaltungen zum Messen der kapazitiven Kopplungen und entsprechenden Nebensprechdämpfungen zwischen zwei Vierern (Vierer I und II) einfach und übersichtlich hergestellt werden.

Die Abgleichkondensatoren zum Ausgleich der kapazitiven Kopplungen der Zuleitungen für die Kopplungen  $k_1, k_2, k_3$  und  $e_1, e_2, e_3$  erweisen sich als ein wichtiger Zusatz zur Kopplungs-Meßbrücke vor allem bei Kabelmessungen auf der Baustrecke, aber auch bei der Prüfung und Abnahme von Werkslängen, weil sie nach einmaligem Abgleich die durchgehende Messung der Kopplungen  $k_1$  bis  $e_3$  ermöglichen. Der Regelbereich der einzelnen Abgleichkondensatoren ist ausreichend für die bei üblichen Längen und gutem Zustand der Zuleitungen zu erwartenden Abgleichwerte.

### KENNWERTE

#### Kapazitive Eigenkopplung

zwischen den Klemmen des Vierers I:

Kapazitive Übersprechkopplung  $k_1$  .....  $< 1 \text{ pF}$

Kapazitive Mitsprechkopplung  $k_2$  oder  $k_3$  .....  $< 1 \text{ pF}$

Erdkopplungen  $e_1, e_2$  oder  $e_3$  .....  $< 10 \text{ pF}$

#### Regelbereich der Abgleichkondensatoren

für  $k_1, e_1, e_2$  ..... etwa  $\pm 120 \text{ pF}$

für  $k_2, k_3$  ..... etwa  $\pm 100 \text{ pF}$

für  $e_3$  ..... etwa  $\pm 80 \text{ pF}$

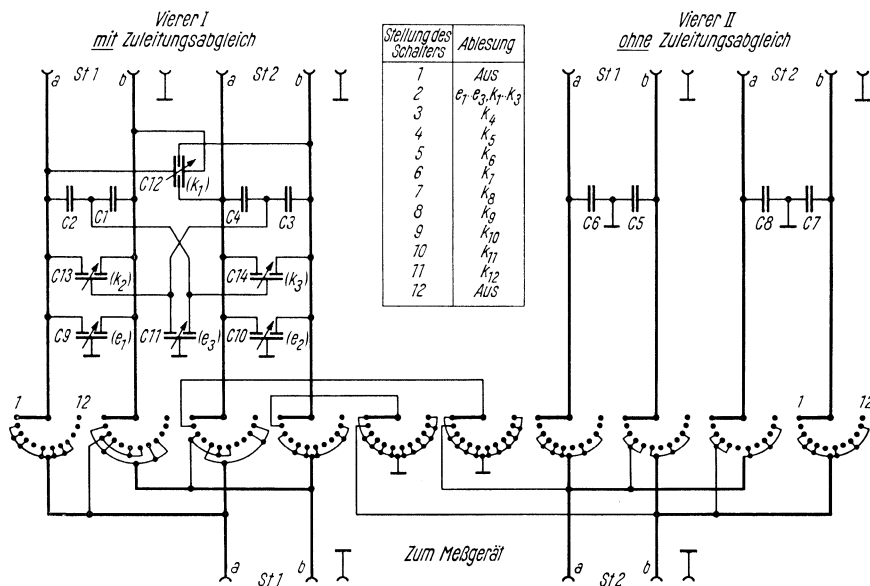
#### Abhängigkeit der Einstellungen

für  $k_1, k_2$  und  $k_3$  untereinander ..... kann durch Wiederholung des  $k$ -Abgleiches beseitigt werden

für  $e_1, e_2$  und  $e_3$  untereinander ..... besteht nicht

- Kapazitive Übersprechkopplung  $k_4$  bis  $k_{12}$  .....  $< 0,1 \text{ pF}$
- Kapazitive Eigen-Nebensprechdämpfungen  
 lassen sich aus den Eigenkopplungswerten  $k_1, k_2$  oder  $k_3$  bei gegebener Kreisfrequenz  $\omega = 2\pi f$  und bekanntem „Z“ errechnen.
- Induktive Eigenkopplung bei der Frequenz  $f = 10000 \text{ Hz}$   
 zwischen den Klemmen des Vierers I:  
 Induktive Übersprechkopplung  $m_1$  .....  $< 2 \text{ nH}$   
 zwischen den Klemmen des Vierers I gegen Vierer II:  
 Induktive Übersprechkopplungen  $m_4$  bis  $m_{12}$  .....  $< 1 \text{ nH}$
- Induktive Eigen-Nebensprechdämpfungen  
 lassen sich aus den angegebenen Eigenkopplungen  $m_1$  oder  $m_4$  bis  $m_{12}$  errechnen.

ARBEITSWEISE Hier kann auf den entsprechenden Text auf S. 483 und S. 485 verwiesen werden. Der Zuleitungsabgleich ist nur bei den Imvierer-Messungen  $k_1 \dots_3, e_1 \dots_3$  erforderlich. Die Abgleichkondensatoren liegen deshalb, wie das Schaltbild erkennen läßt, nur in einer Umschaltgruppe (Vierer I).



ZUBEHÖR, ABMESSUNGEN UND GEWICHTE

Gegenstand	Bezeichnung	Abmessungen in mm	Gewicht etwa kg	Preis
UMSCHALTER FÜR NEBENVIERER-MESSUNGEN MIT ZULEITUNGS-ABGLEICH-KONDENSATOREN .....	Rel 3 B 93	410 × 235 × 280	12,5	} S. 512
Nach Bedarf				
4 geschirmte Verbindungsleitungen, z. B. ....	Rel Itg 547e	2000	0,2	
2 geschirmte Verbindungsleitungen, z. B. ....	Rel Itg 546a	500	0,1	



**Meßübertrager**

20 bis 20 000 Hz

Rel 3 B 27 b

**Meßübertrager**

300 Hz bis 500 kHz

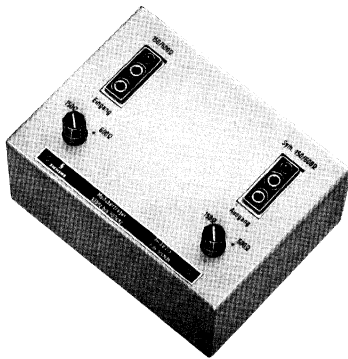
Rel 3 B 27 a

**Meßübertrager**

20 bis 20 000 Hz, 300 Hz bis 500 kHz

Rel 3 B 22 a

**ANWENDUNG** Diese Meßübertrager haben als Stromquellenübertrager die Aufgabe, eine gegen Erde unsymmetrische Spannung zu symmetrieren. Besonders bei der Messung der Nebensprech-Dämpfungen und -Kopplungen, ferner bei allen Symmetriemessungen werden in der Regel sehr hohe Ansprüche an die Symmetrie der Stromquelle gestellt.



Ausführung Rel 3 B 27

Die Meßübertrager sind in einem kleinen Metallgehäuse untergebracht, das gleichzeitig als Außenschirm dient. Die Ausführung Rel 3 B 27b ist für den Frequenzbereich 20 bis 20 000 Hz, die Ausführung Rel 3 B 27a für 300 Hz bis 500 kHz eingerichtet. Durch Parallelschalten ihrer Teilwicklungen mit Hilfe von Drehtasten können beide Seiten der Übertrager wahlweise für  $Z = 600 \Omega$  oder  $150 \Omega$  geschaltet werden. Der Meßübertrager Rel 3 B 22a enthält beide Übertrager und erfaßt damit den Frequenzbereich 20 Hz bis 500 kHz.

**KENNWERTE**

**Frequenzbereich**

- bei Ausführung Rel 3 B 27b ..... 20 bis 20 000 Hz
- bei Ausführung Rel 3 B 27a ..... 300 Hz bis 500 kHz
- bei Ausführung Rel 3 B 22a ..... 20 bis 20 000 Hz und 300 Hz bis 500 kHz

**Betriebsdämpfung**

- bei 800 Hz .....  $\leq 0,05$  N
- an den Bereichsgrenzen .....  $\leq 0,2$  N

Kapazitätsdifferenzen der symmetrischen Seite gegen Erde .....  $< 1$  pF  
(auch bei einseitiger Erdung der unsymmetrischen Seite)

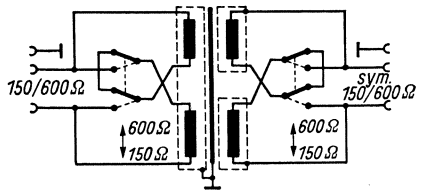
**Übersetzungs- und (Scheinwiderstands)-Verhältnis**

- wahlweise einstellbar ..... 1:1 (600  $\Omega$ :600  $\Omega$ ), 2:1 (600  $\Omega$ :150  $\Omega$ )  
1:2 (150  $\Omega$ :600  $\Omega$ ), 1:1 (150  $\Omega$ :150  $\Omega$ )

Übertragbare Leistung .....  $\leq 1$  W

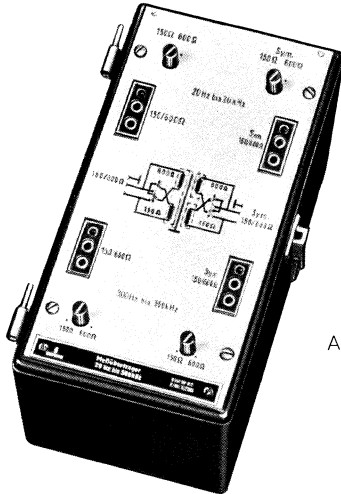


ARBEITSWEISE Jeder Meßübertrager ist statisch vollkommen geschirmt. Ein geerdeter Schirm umgibt die Eingangswicklung, so daß jede unmittelbare kapazitive Kopplung zwischen Eingangs-



und Ausgangswicklung vermieden wird. Die Erdsymmetrie der Ausgangswicklung ergibt sich durch einen symmetrischen Aufbau ihrer Schirmung, wobei die eine Hälfte der voneinander isolierten Schirme mit dem Anfang, die andere Hälfte mit dem Ende der Wicklung verbunden ist. Verbleibende Differenzen der Schaltung sind durch einen (einstellbaren) Abgleichkondensator ausgeglichen.

Beide Seiten der Übertrager können durch eine Drehtaste für  $Z = 600\ \Omega$  oder  $150\ \Omega$  geschaltet werden.



Ausführung Rel 3 B 22

ZUBEHÖR, ABMESSUNGEN UND GEWICHTE

Gegenstand	Bezeichnung	Abmessungen in mm	Gewicht etwa kg	Preis
<b>MESSÜBERTRAGER</b>				
20 bis 20000 Hz .....	Rel 3 B 27b	145 × 110 × 85	1,5	
300 Hz bis 500 kHz .....	Rel 3 B 27a	145 × 110 × 85	1,5	
20 bis 20000 Hz und 300 Hz bis 500 kHz . . . .	Rel 3 B 22a	140 × 250 × 180	2,5	
<i>Nach Bedarf</i>				
2 Verbindungsleitungen, z. B. ....	Rel ltg 546a, ...d	500, ...2000	0,2	} S. 512
oder	Rel ltg 547a, ...e	250, ...2000	0,2	



## Viererabschluß

100 bis 20 000 Hz

Rel 3 B 327

**ANWENDUNG** Beim Messen des Nah- und Fernnebensprechens an Fernsprechleitungen mit Phantomkreis-Ausnutzung wird die Bildung der Phantomkreise mit Viererabschlüssen vorgenommen. Der Viererabschluß Rel 3 B 327 eignet sich wegen seiner besonders hohen Symmetrie vor allem



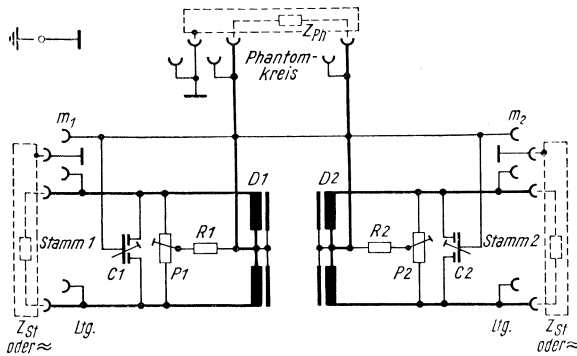
für Messungen an Fernkabeln und Rundfunk-Sonderkabeln (z.B. mit der Dämpfungs-Meßeinrichtung Rel 3 D 23/24, S. 240). Damit sich in allen Fällen dasselbe Gerät verwenden läßt, werden aufsteckbare Abschlußwiderstände ( $Z_{\text{Stamm}}$  und  $Z_{\text{Phantomkreis}}$ ) mitgeliefert, die den Normalwerten der Wellenwiderstände von Stamm und Phantomkreis entsprechen und sich in der Regel wie 2:1 verhalten. In zwei mitgelieferte Leerstecker können Widerstände von beliebigem Wert eingebaut werden. Der Gesamtaufwand für die verschiedenen Meßfälle ist so auf das geringste Maß gebracht.

### KENNWERTE

Frequenzbereich .....	100 bis 20 000 Hz
Eigenübersprechdämpfung für $Z \geq 400 \Omega$	
von 300 Hz bis 6 kHz .....	$\geq 18$ N
von 100 bis 300 Hz und von 6 bis 20 kHz .....	$\geq 17$ N
Eigenübersprechdämpfung für $Z \leq 400 \Omega$	
von 100 Hz bis 20 kHz .....	$\geq 16$ N
Eigenmitsprechdämpfung	
von 300 Hz bis 6 kHz .....	$\geq 13$ N
von 100 bis 300 Hz und von 6 bis 20 kHz .....	$\geq 12,5$ N
Abweichung der Abschlußwiderstände vom Sollwert .....	$\leq \pm 2\%$
Werte gelten für Temperaturen .....	-10 bis +40° C

**ARBEITSWEISE** Der Viererabschluß besteht im wesentlichen aus zwei gleich großen Drosselspulen (D 1, D 2). Die Mittelabgriffe beider Drosseln ergeben die Anschlußpunkte für den Phantomkreis. Für die Stammschaltungen ist der Scheinwiderstand jeder Drossel hochohmig; die Abschlüsse für

die Stämme bilden daher die jeweils aufgesteckten Abschlußwiderstände  $Z_{St}$ . Im Phantomkreis werden die Teilwicklungen von den Strömen gegensinnig durchflossen, so daß kein Induktionsfluß entsteht. Somit ist nur der geringe Gleichstromwiderstand wirksam, der gegenüber dem Abschlußwiderstand  $Z_{Ph}$  für den Phantomkreis vernachlässigt werden kann.



Zur Erzielung einer hohen Mitsprechdämpfung werden die restlichen Unsymmetrien der Drosseln durch je ein Potentiometer (P1 und P2) und je einen Differentialkondensator (C1 und C2) ausgeglichen, Übersprechkopplungen durch Schirmung der beiden Stammschaltungen weitgehend vermieden.

Das Gerät ist in einem Metallgehäuse untergebracht, das zugleich als Abschirmung dient. Der abnehmbare Schutzdeckel enthält auf der Innenseite Platz für die Unterbringung der mitgelieferten 13 Aufsteckwiderstände und der beiden Leerstecker.

#### ZUBEHÖR, ABMESSUNGEN UND GEWICHTE

Gegenstand	Bezeichnung	Abmessungen in mm	Gewicht etwa kg	Preis
VIERERABSCHLUSS (100 bis 20 000 Hz) ...	Rel 3 B 327	266 × 137 × 180	1,8	
<i>Zubehör</i>				
Aufsteckwiderstände				
2 × 1600 Ω .....	Rel 3 B 337 a	je 49 × 44 × 22	je 0,1	
2 × 1200 Ω .....	Rel 3 B 337 b			
2 × 800 Ω .....	Rel 3 B 337 c			
2 × 600 Ω .....	Rel 3 B 337 d			
1 × 400 Ω .....	Rel 3 B 337 e			
1 × 300 Ω .....	Rel 3 B 337 f			
2 × 150 Ω .....	Rel 3 B 337 m			
1 × 75 Ω .....	Rel 3 B 337 l	—	—	
2 Leerstecker .....	Rel stp 160 a			
<i>Nach Bedarf</i>				
Aufsteckwiderstände				
200 Ω .....	Rel 3 B 337 g	je 49 × 44 × 22	je 0,1	
190 Ω .....	Rel 3 B 337 h			
175 Ω .....	Rel 3 B 337 i			
100 Ω .....	Rel 3 B 337 n			
90 Ω .....	Rel 3 B 337 k			
2 geschirmte Verbindungsleitungen zum Anschluß von Stamm 1 und 2, z. B. ....	Rel ltg 547 f	1000	0,2	} S. 512
oder	Rel ltg 547 g	3000	0,4	

**Stufenwiderstand 12,2 kΩ**

0 bis 500 kHz

Rel 3 B 41

**Stufenwiderstand 1,22 MΩ**

0 bis 500 kHz

Rel 3 B 43

ANWENDUNG Diese Stufenwiderstände werden in erster Linie als Meßwiderstände verwendet, so bei Brücken- und Vergleichsmessungen, beispielsweise zusammen mit dem Differential-Übertrager für Scheinwiderstands-Messungen Rel 3 R 214 (S. 160). Außerdem dienen sie in Verbindung mit



Ausführung  
Rel 3 B 43

Ausführung  
Rel 3 B 41

einem Stufenkondensator (z. B. Rel 3 B 51, S. 496) als komplexe Abschlußwiderstände für Messungen an Kabeln und ganz allgemein als veränderbare Vor- und Nebenwiderstände z. B. zur Spannungsregelung am Ausgang von Stromquellen. Auch im Frequenzbereich über 500 kHz können sie als Regelwiderstände und je nach Widerstandswert noch als Meßwiderstände eingesetzt werden. Der Einfluß der Schaltwerte läßt sich aus den Kennwerten berechnen, also berücksichtigen.

KENNWERTE

	Rel 3 B 41	Rel 3 B 43
Frequenzbereich	0 bis 500 kHz	
Widerstandsbereich $R$	0,1 Ω bis 12,22 kΩ	1 Ω bis 1,22 MΩ
Betragsunsicherheit		
für $R > 10 \Omega$	$\pm 1\% \pm 30 \text{ m}\Omega$	$\pm 1\% \pm 50 \text{ m}\Omega$
für $R < 10 \Omega$	$\pm 2\% \pm 30 \text{ m}\Omega$	$\pm 2\% \pm 50 \text{ m}\Omega$
Schaltwiderstand $R_s$	etwa 100 mΩ	
Schaltinduktivität $L_s$	etwa 1 μH	
Schaltkapazität (Teilwerte):		
$C_{a/b}$	etwa 25 pF + n · 0,6 pF	
$C_{a/E}$	etwa 20 pF + n · 0,8 pF	
$C_{b/E}$	etwa 80 pF	

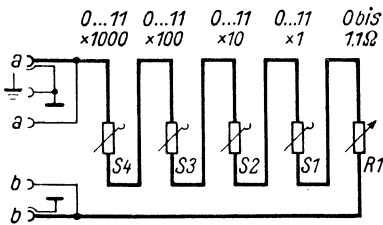
Schaltleitwert (Teilwerte):

- $G_{a/b}$  ..... etwa  $(0,8 \mu S + n \cdot 0,15 \mu S) f_m / 300 \text{ kHz}$   
 $G_{a/E}$  ..... etwa  $(1 \mu S + n \cdot 0,2 \mu S) f_m / 300 \text{ kHz}$   
 $G_{b/E}$  ..... etwa  $3 \mu S \cdot f_m / 300 \text{ kHz}$

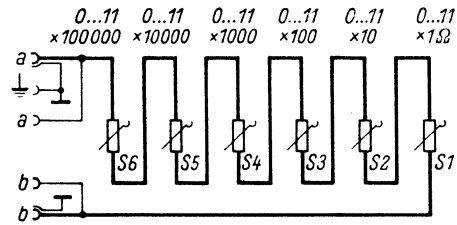
Dabei ist  $f_m$  die Meßfrequenz in Kilohertz und  $n$  die Anzahl der Schaltschritte, die zwischen der höchsten eingestellten Widerstandsstufe und den noch höheren einschaltbaren Stufen vorhanden ist.

- Zeitkonstante  $\tau_R$  ..... etwa  $L_s / R - C_s \cdot R$   
 Zulässige Belastung bei  $R < 50 \Omega$  ..... 0,5 W  
 bei  $R > 50 \Omega$  ..... 1 W

**ARBEITSWEISE** Der Stufenwiderstand Rel 3 B 41 besteht aus vier Widerstandsstufen, die mit Schichtwiderständen bestückt sind, und einem Drahtwiderstand mit bifilarer Wicklung für den stetigen Bereich 0 bis 1,1  $\Omega$ . Die Ausführung Rel 3 B 43 hat sechs Widerstandsstufen. Die Widerstandsbereiche der einzelnen Stufen überlappen sich und verhalten sich wie 1:10.



Ausführung Rel 3 B 41



Ausführung Rel 3 B 43

Bei Messungen mit dem Differential-Übertrager Rel 3 R 214 können die Schaltinduktivität und der konstante Anteil der Schaltkapazität im X-Zweig nachgebildet werden.

Die Geräte haben ein Metallgehäuse, das gleichzeitig als Außenschirm dient. Zur Verbindung der Widerstandsschaltung mit der Meßschaltung dienen entweder die Anschlußbuchsen für eine geschirmte symmetrische Leitung mit Dreifachsteckern oder die beiden konzentrischen Buchsen „a“ und „b“ für zwei getrennte koaxiale Leitungen. Bei unsymmetrischer Schaltung kann es vorteilhaft sein, nur die Buchse „a“ über eine koaxiale Leitung mit der Meßschaltung und die Buchse „b“ über einen Kurzschlußstecker unmittelbar mit dem Gehäuseschirm zu verbinden. Die Kennwerte der Anschlußleitungen sind gegebenenfalls zu berücksichtigen.

**ZUBEHÖR, ABMESSUNGEN UND GEWICHTE**

Gegenstand	Bezeichnung	Abmessungen in mm	Gewicht etwa kg	Preis
STUFENWIDERSTAND (0 bis 500 kHz) 12,2 k $\Omega$	Rel 3 B 41	137 x 266 x 180	1,5	
STUFENWIDERSTAND (0 bis 500 kHz) 1,22 M $\Omega$	Rel 3 B 43	137 x 266 x 180	1,5	
<i>Nach Bedarf</i>				
1 symmetrische Verbindungsleitung, z. B. ....	Rel Itg 546a, .. d	500, ... 2000	0,2	} S. 512
oder	Rel Itg 547a, .. e	250, ... 2000	0,2	
2 koaxiale Verbindungsleitungen, z. B. ....	Rel Itg 533b, .. d	500, ... 1000	0,2	
1 Kurzschlußstecker .....	Rel stp 40 p	65 x 13 $\varnothing$	0,05	



## Stufenleitwert 120 mS

Rel 3 B 42

0 bis 500 kHz

ANWENDUNG Dieser Stufenleitwert dient z.B. in Verbindung mit dem Differential-Übertrager Rel 3 R 214 (S. 160) und einem Stufenkondensator, z.B. Ausführung Rel 3 B 51 (S. 496), zum Messen des Scheinleitwertes von Kabeln. Außerdem lassen sich zusammen mit dem Stufenkon-



densator komplexe Abschlußwerte für Messungen an Kabeln herstellen, bei denen der Abschlußleitwert dem frequenzabhängigen Wellenleitwert angepaßt werden soll. Der Stufenleitwert ist bei entsprechend geringerer Betragsgenauigkeit auch bei Frequenzen über 500 kHz verwendbar. Aus den angegebenen Kennwerten der Schaltung läßt sich für jeden Anwendungsfall der Einfluß dieser Werte berechnen und damit berücksichtigen.

### KENNWERTE

Frequenzbereich .....	0 bis 500 kHz
Leitwertbereich in fünf Dekaden .....	1 $\mu$ S bis 120 mS
Betragsunsicherheit .....	$\pm 1\% \pm G_s \cdot f_m/300$ kHz
Schaltwiderstand $R_s$ .....	etwa 50 m $\Omega$
Schaltinduktivität $L_s$ .....	etwa 500 nH
Schaltkapazität (Teilwerte):	
$C_{a/b}$ .....	etwa 40 pF
$C_{a/E}$ und $C_{b/E}$ .....	etwa 60 pF
Schaltleitwert $G_s$ bei $f_m = 300$ kHz (Teilwerte):	
$G_{a/b}$ .....	etwa 6 $\mu$ S
$G_{a/E}$ .....	etwa 9 $\mu$ S
$G_{b/E}$ .....	etwa 4 $\mu$ S
Bei anderen Meßfrequenzen $f_m$ ist der angegebene Schaltleitwert, der durch dielektrische Verluste hervorgerufen wird, mit dem Faktor $f_m/300$ kHz zu multiplizieren.	
Zulässige Belastung .....	0,5 W



## Stufenkondensator 1,22 $\mu\text{F}$

Rel 3 B 51

bis 500 kHz

**ANWENDUNG** Diesen handlichen Stufenkondensator verwendet man ganz allgemein als veränderbare Kapazität in Prüffeldern, Laboratorien und auf der Strecke. In Verbindung mit dem Differential-Übertrager Rel 3 R 214 (S. 160) und dem Stufenleitwert Rel 3 B 42 (S. 494) dient er zu



Scheinleitwert-Messungen oder mit dem Differential-Übertrager und den Stufenwiderständen B 41 Rel 3 und Rel 3 B 43 (S. 492) zu Scheinwiderstands-Messungen an Kabeln, Filtern und dgl. Außerdem lassen sich zusammen mit dem Stufenleitwert und den Stufenwiderständen komplexe Abschlußwerte für Messungen an Kabeln herstellen, bei denen der Abschluß dem Wellenleitwert oder Wellenwiderstand angepaßt werden soll.

Im Prüffeld und Laboratorium kann der Stufenkondensator wegen seiner Handlichkeit und elektrischen Güte auch für viele andere Meß- und Prüfungsaufgaben eingesetzt werden.

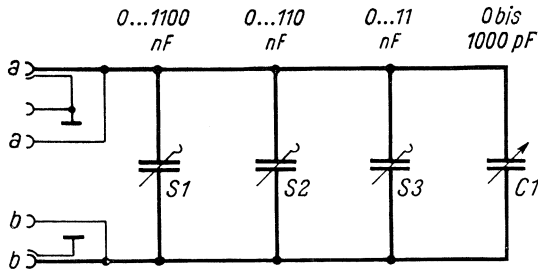
### KENNWERTE

Frequenzbereich .....	bis 500 kHz
mit geringerer Betragsgenauigkeit .....	bis 1 MHz
Kapazitätsbereich .....	40 pF bis 1,22 $\mu\text{F}$
unterteilt in die drei dekadischen Stufen .....	bis 1100; bis 110; bis 11 nF
und den stetig einstellbaren Bereich .....	bis 1000 pF
Betragsunsicherheit .....	$\pm 1\%$ $\pm 10$ pF
Schaltkapazitäten (Teilwerte):	
$C_{a/b}$ .....	40 pF
$C_{a/E}$ .....	etwa 30 pF
$C_{b/E}$ .....	etwa 80 pF
Schaltwiderstand $R_s$ .....	etwa 50 m $\Omega$
Schaltinduktivität $L_s$ .....	etwa 500 nH
Verlustfaktor $\tan \delta$	
im Bereich $1/\omega C = 100 \Omega$ bis 10 k $\Omega$ .....	$\leq 10^{-3}$
Zulässige Gleichspannung .....	$\leq 125$ V



**ARBEITSWEISE** Der Kondensator besteht aus den Stufen 0 bis 11, 110 und 1100 nF, die mit Styroflex-Kondensatoren bestückt sind, sowie dem Drehkondensator 0 bis 1000 pF. Ein Skalenstrich am Drehkondensator entspricht 10 pF. Sein Antrieb hat eine Übersetzung von 20:1; dadurch ist eine ausreichende Feinablesung und Feineinstellung möglich. Die Schaltkapazitäten sind auf der Skale mit angegeben und können von Fall zu Fall berücksichtigt werden.

Das Metallgehäuse ist gleichzeitig Außenschirm. Zur Verbindung mit der Meßschaltung dienen entweder die Anschlußbuchsen für eine geschirmte symmetrische Leitung mit Dreifachstecker oder



zwei konzentrische Buchsen „a“ und „b“ für zwei getrennte koaxiale Leitungen. Bei unsymmetrisch aufgebauter Meßschaltung kann es zweckmäßig sein, die Buchse „a“ und das Gehäuse über eine koaxiale Leitung mit der Meßschaltung zu verbinden und die Buchse „b“ durch einen koaxialen Kurzschlußstecker an das Gehäuse zu legen. Bei symmetrischem Anschluß über eine zweiadrige geschirmte Leitung ergeben sich eine große Schaltkapazität und eine kleine Schaltinduktivität. Verwendet man zwei getrennte koaxiale Leitungen, so tritt keine zusätzliche Kapazität  $C_{a/b}$  auf, es wirken jedoch die Reihenschaltung der Erdkapazität  $C_{a/E}$  und  $C_{b/E}$  und eine große Schaltinduktivität.

#### ZUBEHÖR, ABMESSUNGEN UND GEWICHTE

Gegenstand	Bezeichnung	Abmessungen in mm	Gewicht etwa kg	Preis
STUFENKONDENSATOR 1,22 $\mu$ F (bis 500 kHz) .....	Rel 3 B 51	137 × 266 × 180	1,5	} S. 512
<i>Nach Bedarf</i>				
1 symmetrische Verbindungsleitung z. B. ....	Rel ltg 546a, ...d	500, ...2000	0,2	
oder	Rel ltg 547a, ...e	250, ...2000	0,2	
2 koaxiale Verbindungsleitungen, z.B. ....	Rel ltg 533b, ...d	500, ...1000	0,15	
1 koaxialer Kurzschlußstecker .....	Rel stp 40p	65 × 13 $\varnothing$	0,05	

## Große veränderbare Nachbildung

Rel 3 L 311

bis 20 000 Hz (600 kHz)

**ANWENDUNG** Diese veränderbare Nachbildung wird als Netzwerk zum Abschließen von Fernsprechleitungen benutzt. Sie dient außerdem als Normal für Fehler- und Rückflußdämpfungs-Messungen sowie zum Ermitteln von Nachbildungen an den Gabelpunkten von Zweidraht-Fern-



sprechleitungen. Allgemein läßt sich das Gerät da verwenden, wo Leitungsgebilde irgendwelcher Art durch ein Netzwerk ersetzt oder nachgebildet werden sollen. Es eignet sich auch als komplexer Leitungsabschluß bei Scheinwiderstands-Messungen an kürzeren Kabelstrecken. Ferner stehen die jeweils eingestellten Werte mit Ausnahme von  $C_{01}$  als Normale an den ihnen zugeordneten Anschlußpunkten zur Verfügung. Ein besonderer Vorzug des Gerätes ist es, daß es auch als Nachbildungssucher zum endgültigen Aussuchen der Widerstände, Kondensatoren und Spulen für Nachbildungen oder Anpassungsnetzwerke eingesetzt werden kann.

### KENNWERTE

Frequenzbereich . . . bis etwa 20 000 Hz; für Grundschtung 4 . . . bis etwa 600 kHz<sup>1)</sup>

#### *Einstellbare Werte*

Kapazitäten $C_0$ und $C_{01}$ <sup>2)</sup>	0 bis 2,11	2 bis 16 $\mu\text{F}$
in Schritten von	0,01	0,1 $\mu\text{F}$
Kapazität $C_1$	0 bis 2,121	$\mu\text{F}$
in 20 Schritten von	0,1 $\mu\text{F}$	und je 11 Schritten von 0,01 $\mu\text{F}$ und 0,001 $\mu\text{F}$
Kapazität $C_2$	0 bis 2,121	$\mu\text{F}$
in 20 Schritten von	0,1 $\mu\text{F}$	und je 11 Schritten von 0,01 $\mu\text{F}$ und 0,001 $\mu\text{F}$
Induktivität $L$	0 bis 121	mH
in 11 Schritten von	10,0 mH	und in 22 Schritten von 0,5 mH

<sup>1)</sup> Gilt nur bei Ausführung mit Schichtwiderständen.    <sup>2)</sup>  $C_0$  und  $C_{01}$  werden mit einem Schalter gleichzeitig verändert.

Widerstand  $R_0$  ..... 0 bis 2100  $\Omega$   
in 20 Schritten von ..... 100  $\Omega$  und stetig von ..... 0 (5)<sup>1</sup> bis 100  $\Omega$   
Widerstand  $R_1$  ..... 0 bis 2100  $\Omega$   
in 20 Schritten von ..... 100  $\Omega$  und stetig von ..... 0 (5)<sup>1</sup> bis 100  $\Omega$   
Widerstand  $R'$  ..... 0 bis 21000  $\Omega$   
in 20 Schritten von ..... 1000  $\Omega$  und stetig von ..... 0 (5)<sup>1</sup> bis 1000  $\Omega$

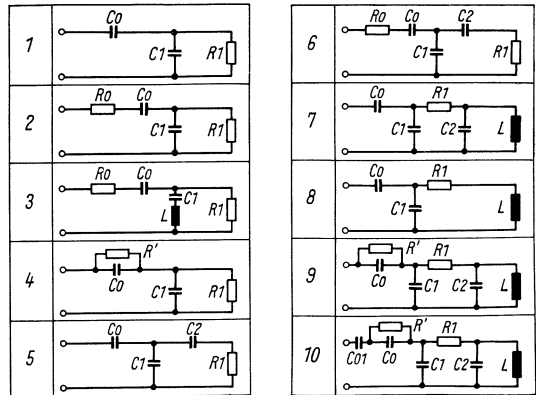
*Betragsunsicherheit:*

Kapazitäten  $C_0$  und  $C_{01}$  von 0 bis 2,11  $\mu\text{F}$  .....  $\pm 1\%$  + etwa 200 pF<sup>3)</sup>  
von 2 bis 14  $\mu\text{F}$  .....  $\pm 2\%$  + etwa 200 pF<sup>3)</sup>  
Kapazitäten  $C_1$  und  $C_2$  .....  $\pm 1\%$  + etwa 60 pF<sup>3)</sup>  
Induktivität  $L$  in Schritten von 0 bis 121 mH .....  $\pm 1\%$  + etwa 5  $\mu\text{H}$ <sup>3)</sup>  
Widerstände  $R_0$ ,  $R_1$  und  $R'$  .....  $\pm 1\%$   
im stetigen Bereich .....  $\pm 5\%$

3) Die angegebenen Festwerte berücksichtigen Kapazitäten, Widerstände und Induktivitäten der Schaltung.

**AUFBAU** Die ohmschen, kapazitiven und induktiven Werte werden mit 13 Stufenschaltern und 3 Drehwiderständen eingestellt. Mit einem weiteren Stufenschalter sind die zehn dargestellten Grundschaltungen für Leitungsnachbildungen wählbar. Mit einem Kippschalter kann man jede zweipolige Grundschaltung in das entsprechende vierpolige Anpassungsnetzwerk umschalten, wie es z. B. bei den Tonfrequenz-Rufumsetzern (TRU)

erforderlich ist. Zusätzlich kann man mit jeweils einem Handstecker beliebige Netzwerke zusammenschalten, für die eine der vorgegebenen Grundschaltungen nicht ausreicht. Schließlich läßt sich das Gerät als Nachbildungssucher zum endgültigen Aussuchen der Kondensatoren, Spulen und Widerstände einer Nachbildung einsetzen. Hierfür sind Federkontaktsätze vorgesehen, in die sich jeweils bis zu drei Widerstände und bis zu drei oder vier Kondensatoren einstecken lassen. Spulen können an die Klemmen „L“ angeschlossen werden. Die elektrischen Elemente sind auch getrennt voneinander an zugeordneten Klemmen zugänglich.



Grundschaltungen

**ZUBEHÖR, ABMESSUNGEN UND GEWICHTE**

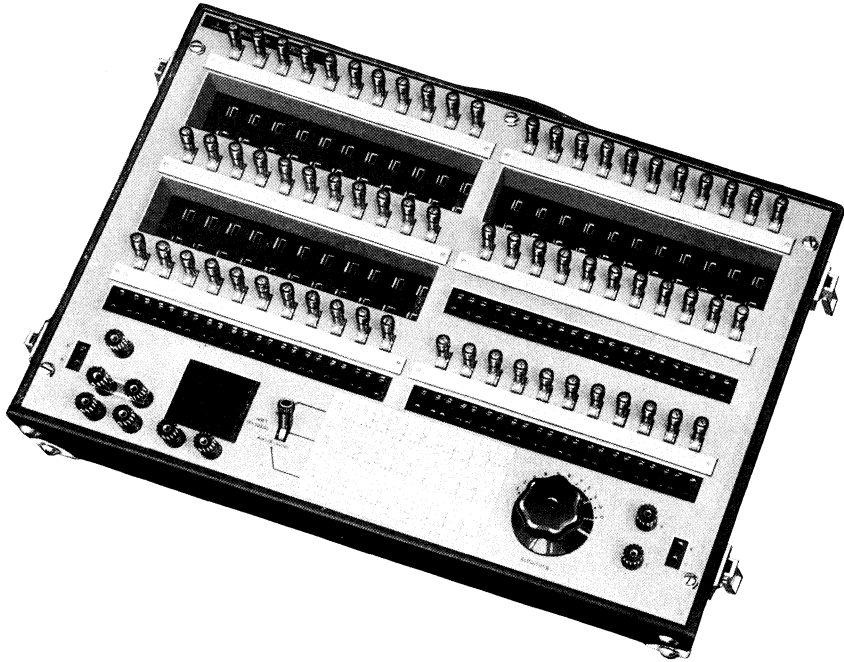
Gegenstand	Bezeichnung	Abmessungen in mm	Gewicht etwa kg	Preis
GROSSE VERÄNDERBARE NACHBILDUNG	Rel 3 L 311	550 × 368 × 280	28	
<i>Zubehör</i>				
1 Handstecker (weitere nach Bedarf) .....	9 Rel stp 12 ar	16,6 × 33,7 × 74	—	
<i>Nach Bedarf</i>				
1 Stufenwiderstand 1,2 M $\Omega$ .....	Rel 3 B 43	137 × 266 × 180	1,5	S. 492
1 Stufenkondensator 1,2 $\mu\text{F}$ .....	Rel 3 B 51	137 × 266 × 180	1,5	S. 496
1 oder 2 Verbindungsleitungen, z. B. ....	Rel ltg 548a, ..e	500, ... 3000	0,2	} S. 512
oder	Rel ltg 546a, ..d	500, ... 2000	0,2	



## Nachbildungssucher

Rel 3 L 21

ANWENDUNG Der Nachbildungssucher dient in Verbindung mit einer Fehlerdämpfungs-Meßeinrichtung zum empirischen Bestimmen von Nachbildungen sowie von Anpassungsnetzwerken von Fernsprechleitungen für Gabel- und Rufumsetzer-Schaltungen. Von der *Großen veränderbaren*



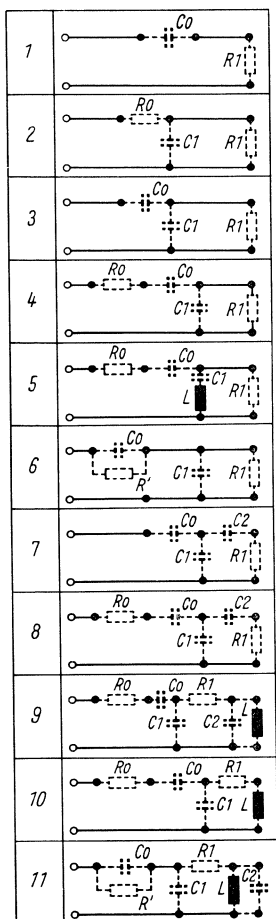
*Nachbildung* Rel 3 L 311 (S. 498) unterscheidet sich der Nachbildungssucher dadurch, daß er keine Widerstände, Kondensatoren und Spulen enthält. Zum einfachen Anschließen und schnellen Auswechseln der einzelnen Nachbildelemente sind Federkontaktreihen vorgesehen.

Allgemein kann man das Gerät dort verwenden, wo Leitungen durch ein Netzwerk ersetzt oder nachgebildet werden sollen. Zum Herstellen der verschiedenen Netzwerke von der einfachsten Reihen- und Parallelschaltung von Kondensatoren und Widerständen bis zur erweiterten Hoyt-nachbildung lassen sich die Nachbildungs-Elemente mittels zweier Schalter zu 33 gebräuchlichen Grundschaltungen zusammenfassen. Aus einer Reihe auf Federkontaktsätze gesteckter Widerstände und Kondensatoren sowie einer an Klemmen anschließbaren Spule werden die jeweils benötigten Nachbildungs-Elemente ausgesucht.

## KENNWERTE

sind im wesentlichen gegeben durch die jeweils verwendeten Nachbildelemente.

AUFBAU Mit zwei Schaltern sind 33 Schaltungen einstellbar. Dabei dient die Stellung „N, AW2“ des einen Kippschalters für Nachbildungen und Anpassungsnetzwerke bei ankommendem Rufstrom, die Stellung „AW1 ( $R \geq 600 \Omega$ )“ für Anpassungsnetzwerke bei abgehendem Rufstrom und bei  $R \geq 600 \Omega$ , die Stellung „AW1 ( $R \leq 600 \Omega$ )“ schließlich für Anpassungsnetzwerke bei abgehendem Rufstrom und  $R \leq 600 \Omega$ . Mit dem anderen Kippschalter lassen sich elf Grund-



schaltungen entsprechend dem jeweiligen Anwendungsfall wählen. Welche Nachbildungsschaltung für einen bestimmten Scheinwiderstandsverlauf anzuwenden ist, muß von Fall zu Fall geprüft werden.

Zum Anschließen der Schaltelemente sind sechs Federkontaktreihen „R<sub>0</sub>“, „R<sub>1</sub>“, „R'“, „C<sub>0</sub>“, „C<sub>1</sub>“ und „C<sub>2</sub>“ eingebaut. Es können jeweils elf Widerstände, z. B. Widerstandsspulen nach 3,5 DIN 41 528 oder Rundspulen nach RPZ Norm 4292/6 II, in Reihe liegend angeschlossen und jeweils elf Kondensatoren, z. B. Kondensatoren mit Lötösen nach DIN 41 497 (Schweißlötösen C2 und A2) oder Anordnung der Anschlüsse nach DIN 41 113, parallelgeschaltet werden. Mit den zugeordneten Kippschaltern lassen sie sich wahlweise in das Netzwerk einfügen, bis mit Hilfe einer Fehlerdämpfungs-Meßeinrichtung die günstigste Nachbildung festgestellt ist.

Die Induktionsspule mit Abgriffen zum Herstellen von Hoyt-Nachbildungen wird an die Klemme „L“ angeschlossen. Über der Klemme „L“ ist eine Aussparung vorgesehen, in die sich gebräuchliche Spulen einsetzen lassen. Für die erweiterte Hoyt-Nachbildung kann nach Trennen der Verbindungslasche ein zusätzlicher Kondensator angeschlossen werden.

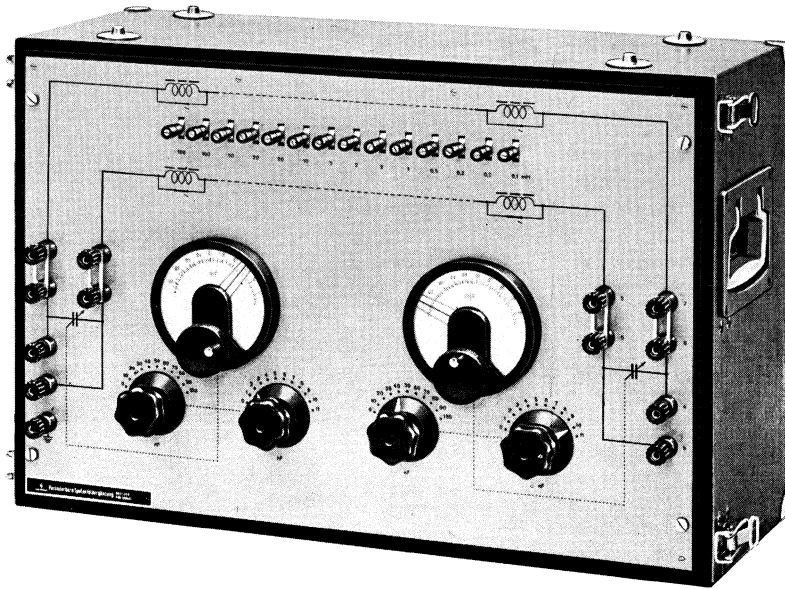
Grundsaltungen

### ZUBEHÖR, ABMESSUNGEN UND GEWICHTE

Gegenstand	Bezeichnung	Abmessungen in mm	Gewicht etwa kg	Preis
NACHBILDUNGSSUCHER .....	Rel 3 L 21	565 × 420 × 150	13	S. 512
<i>Nach Bedarf</i>				
2 Verbindungsleitungen, z. B. ....	Rel Itg 549 a, ... d	500, ... 2000	0,2	
oder	Rel Itg 548 a, ... e	500, ... 3000	0,2	
Widerstandsspulen .....	nach 3,5 DIN 41 528	—	—	
oder	RPZ Norm 4292/6 II	—	—	
Kondensatoren .....	nach DIN 41 153	—	—	
Induktionsspulen, z. B. ....	Rel Bv 381/10d	—	—	
oder				
Vollständige Nachbildungssätze, z. B. ....	Rel Sk I G 43/4	—	—	



ANWENDUNG Die Veränderbare Spulenfeldergänzung dient dazu, bei Messungen an Fernsprechkabeln für alle Arten der Pupinisierung und alle Spulenfeldlängen die tatsächlich vorhandene Kabelanlaufänge künstlich auf jeden beliebigen Wert, z.B. auf ein halbes Spulenfeld ( $s/2$ ), zu

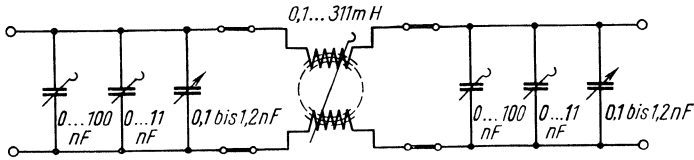


ergänzen. Als Spulenfeld wird hierbei die zwischen zwei Spulen eines Pupinkabels liegende Leitungslänge  $s$  in Kilometern verstanden. Außerdem können die Spulen und die Kondensatoren der Spulenfeldergänzung als geeichte Selbstinduktions- und Kapazitätsnormale verwendet werden.

KENNWERTE

Regelbereich der Induktivität .....	0 bis 311 mH
einstellbar in Schritten von .....	0,1 mH
Abweichung vom Sollwert	
für 0,1 bis 0,5 mH .....	$\pm 6$ %
0,5 bis 1,0 mH .....	$\pm 4$ %
1,0 bis 6,0 mH .....	$\pm 3$ %
6,0 bis 21,0 mH .....	$\pm 2$ %
21,0 bis 61,0 mH .....	$\pm 1,5$ %
61,0 bis 311,0 mH .....	$\pm 1$ %
Regelbereich der Kapazität .....	0,1 bis 112 nF
Abweichung vom Sollwert	
von 1 bis 10 nF .....	$\pm 1,5$ %
über 10 nF .....	$\pm 1$ %
Belastbarkeit	
der Selbstinduktionsspulen .....	bis 80 mA
der Kondensatoren .....	bis 500 V <sub>-</sub>

**AUFBAU** Die Spulenfeldergänzung ist als symmetrische Drosselkette aufgebaut, so daß sie beliebig zwischen Kabel und Meßgerät geschaltet werden kann. Die Induktivitäten sind nach dem Gewichtssystem (1; 2; 2; 5 usw.) gestaffelt. Durch diese Abstufung lassen sich sämtliche Induktivitätswerte



von 0,1 bis 311 mH in Stufen von 0,1 mH einstellen. Auch die Kapazitätswerte von 0,1 bis 112 nF sind ähnlich gestaffelt. Die Abweichungen von den Sollwerten liegen unter den Toleranzen der Pupinspulen. Für sehr genaue Messungen sind die zusätzlichen Schaltkapazitäten der Leitung und der einzelnen Spulen sowie die ohmschen Widerstände im Deckelschaltbild jedes Gerätes angegeben.

**B1**

**ZUBEHÖR, ABMESSUNGEN UND GEWICHTE**

Gegenstand	Bezeichnung	Abmessungen in mm	Gewicht etwa kg	Preis
VERÄNDERBARE SPULENFELDERGÄNZUNG .....	Rel 3 L 212	550 × 368 × 280	20	

**Abschlußwiderstände 4/13, 51, ... 90 Ω**

Rel 3 B 333 a, ... h

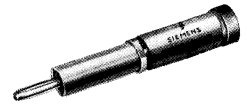
bis 30 MHz

**Abschlußwiderstand 4/13, 150 Ω**

Rel 3 B 336 a

bis 10 MHz

**ANWENDUNG** Diese Widerstände dienen als reflexionsarme Abschlüsse von Koaxialleitungen, wenn diese an Buchsen Rel kli 110 mit dem Innen- und Außendurchmesser 4 und 13 mm endigen. Ihre Anschlußseiten tragen dementsprechend einen Stecker Rel stp 40a. Die Widerstände unterscheiden sich nur durch ihren Z-Wert. Insbesondere werden sie als Normale beim Anpassungsmesser Rel 3 R 219, S. 177 eingesetzt, ferner als Zubehör zum Selektiven Pegelmesser Rel 3 D 317, S. 354).



**KENNWERTE**

**Frequenzbereich**

Rel 3 B 333 a, ... h ..... 0 bis 30 MHz

Rel 3 B 336 a ..... 0 bis 10 MHz

**Widerstand**

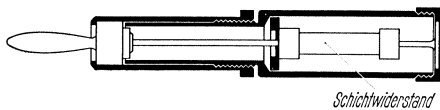
Ausführung Rel 3 B 333	a	b	c	d	e	f	g	h
	75	70	80	51	61,5	67,5	82,5	90 Ω

Ausführung Rel 3 B 336a ..... 150 Ω

Betragsunsicherheit ..... ± 0,5 %

Belastbarkeit ..... bis 0,5 W

**AUFBAU** Der Abschlußwiderstand ist in einer Hülse unmittelbar auf dem Koaxialstecker Relstp40 aufgebaut. Durch die koaxiale Anordnung des Widerstandskörpers ergeben sich kleine Reflexionsfaktoren.



**ZUBEHÖR, ABMESSUNGEN UND GEWICHTE**

Gegenstand	Bezeichnung	Abmessungen in mm	Gewicht etwa kg	Preis
ABSCHLUSSWIDERSTAND 4/13 (bis 30 MHz)				
75 Ω .....	Rel 3 B 333a	je 102 × 18 ∅	je 0,1	
70 Ω .....	b			
80 Ω .....	c			
51 Ω .....	d			
61,5 Ω .....	e			
67,5 Ω .....	f			
82,5 Ω .....	g			
90 Ω .....	h			
ABSCHLUSSWIDERSTAND 4/13 (bis 10 MHz)				
150 Ω .....	Rel 3 B 336a	102 × 18 ∅	0,1	



**Verbindungsstücke 6/16**

bis 7 GHz

**Abschlußwiderstand 6/16; 0,5 W**

bis 3 GHz

**Abschlußwiderstand 6/16; 0,5 W**

bis 5 GHz

**Abschlußwiderstand 6/16; 5 W**

2,4 bis 2,7 GHz

**Abschlußwiderstand 6/16; 150/200 W**

bis 850 MHz

**Kurzschlußleitung 6/16**

bis 7 GHz

Kab stv 2 aa, e, i  
Rel stv 19  
Rel 3 U 911

Rel 3 B 37

Rel 3 B 325

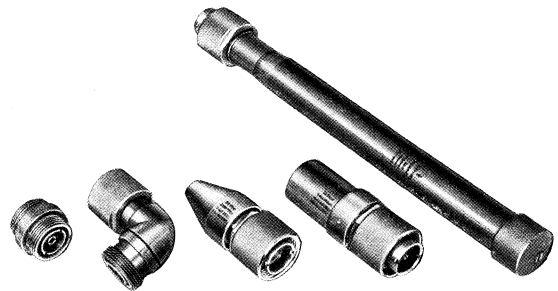
Rel 3 B 338

Rel 3 B 324 b

Rel 3 B 323

**ANWENDUNG** Zum Verbinden der Meßgeräte und zum Anschließen der Meßobjekte bieten das *Zwischenstück* (Buchse/Buchse) Kab stv 2 e und das *Winkelstück* (Stecker/Buchse) Kab stv 2 i die Vorteile reflexionsarmer und betriebs-sicherer Durchschaltung (s. auch S. 512).

Der *Abschlußwiderstand* Rel 3 B 37 dient im Frequenzbereich von 0 bis 3 GHz, die Ausführung Rel 3 B 338 von 2,4 bis 2,7 GHz und die Ausführung Rel 3 B 325 von 0 bis 5 MHz als reflexionsarmer Abschluß von koaxialen Leitungen und Geräten mit einem Wellenwiderstand von 60 Ω.

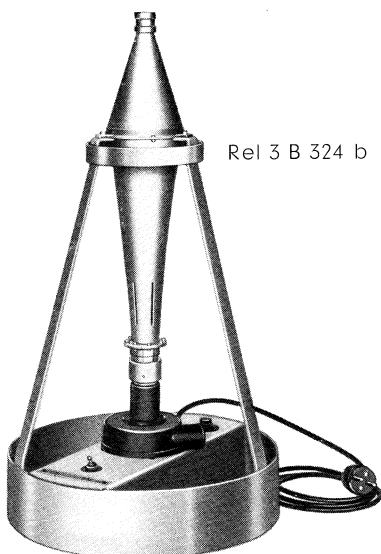


Kab stv		Rel 3 B		
2 e	2 i	37	325	323

Für Leistungen bis 150/200 W ist der *Abschlußwiderstand* Rel 3 B 324 b geeignet. Er kann auch als künstliche Antenne zur strahlungsfreien Abstimmung von Sendern bis zu 150/200 W Ausgangsleistung benutzt werden.

Zur Spannungsanzeige dient hierbei z.B. der Spannungsmesser Rel 3 U 17 c (S. 420), den man an den Abschlußwiderstand mit Hilfe einer *Durchgangssteckverbindung* Rel stv 19 a unmittellbar, mit Rel 3 U 911 a kapazitiv ankoppelt. Bei Sendefrequenzen bis 450 MHz kann auch das HF-Multizet (S. 418) mit einer *Durchgangssteckverbindung* Rel stv 19 b oder Rel 3 U 911 b verwendet werden. Bei solchen Schaltanordnungen eignet sich der Abschlußwiderstand auch zur Leistungsmessung, wobei sich die Leistung aus dem Spannungsabfall am 60-Ω-Widerstand bestimmen läßt.

Die *Kurzschlußleitung* Rel 3 B 323 kann als induktiver und als kapazitiver Widerstand wirken; sie wird z.B. als veränderbare Stichleitung bei Anpassung von Verbrauchern an koaxiale Leitungen zur Kompensation von Blindwiderständen oder in Verbindung mit einer Meßleitung, z.B. Rel 3 R 221 (S. 192), zur Bestimmung von Vierpolkonstanten verwendet.



Rel 3 B 324 b

## KENNWERTE

### *Verbindungsstücke*

Frequenzbereich ..... bis 7 GHz

### *Durchgangssteckverbindung*

Frequenzbereich für Rel stv 19b und Rel 3 U 911b

in Verbindung mit HF-Multizet ..... bis 450 MHz

Frequenzbereich für Rel stv 19a und Rel 3 U 911a ..... bis 1 GHz

<i>Abschlußwiderstände</i>	Rel 3 B 37	Rel 3 B 325	Rel 3 B 338	Rel 3 B 324b
Frequenzbereich . . . .	0 bis 3 GHz	0 bis 5 GHz	2,4 bis 2,7 GHz	0 bis 850 MHz
Wellenwiderstand . . . .	60	60	60	60 Ω
Reflexionsfaktor . . . .	≤ 0,015	≤ 0,015 bis 3 GHz ≤ 0,02 bis 5 GHz	≤ 0,025	< 0,05 bis 550 MHz < 0,07 bis 850 MHz
Zulässige Belastung				
dauernd . . . . .	0,5	0,5	5	150 W
kurzzeitig . . . . .	1	1	10	200 W
Netzanschluß für Lüftermotor . . . . .	220 V ± 10%; 45 bis 55 Hz; 15 VA			

### *Kurzschlußleitung*

Frequenzbereich ..... bis etwa 7 GHz

Wellenwiderstand ..... 60 Ω ± 0,5%

Verschiebungsbereich des Kurzschlußkolbens ..... 150 mm

Einstellunsicherheit ..... < 0,02 mm

Ableseunsicherheit ..... < 0,05 mm

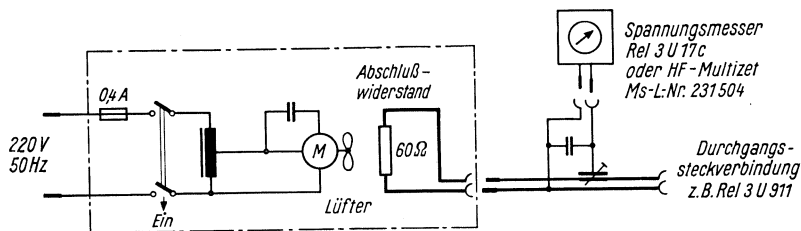
**AUFBAU** Das *Zwischenstück* (Buchse/Buchse) Kab stv 2e und das *Winkelstück* (Stecker/Buchse) Kab stv 2i haben auf beiden Seiten Anschlüsse 6/16. In den dafür passenden *Stecker* Kab stv 2aa läßt sich z. B. die Leitung Siemens Lu CCYM 2,2/9,5 einführen.

Bei Verwendung des Abschlußwiderstandes Rel 3 B 324 zu Leistungsmessungen und beim Abstimmen von Sendern wird mit Hilfe einer *Durchgangssteckverbindung* ein Spannungsmesser dem Widerstand parallelgeschaltet. Bei der Durchgangssteckverbindung Rel stv 19 ist der Spannungsmesser galvanisch angekoppelt, bei der Steckverbindung Rel 3 U 911 über einen kapazitiven Spannungsteiler 50:1, der eine reflexionsfreie Messung bei höheren Frequenzen gestattet. Die Ausführungen Rel stv 19a und Rel 3 U 911a haben einen Abzweig (Buchse) 4/16, die Ausführungen b einen solchen für 4/13.

Der *Abschlußwiderstand* Rel 3 B 37 besteht aus einem kurzen Rohrleiterstück, dessen Innenleiter von einem 60-Ω-Schichtwiderstand gebildet wird. Längs des Widerstandes verengt sich der Außenleiter kegelförmig zu einem 10 mm langen geschlitzten Rohransatz, in dem der Widerstand mit seiner Anschlußkappe federnd steckt. Die andere Anschlußkappe ist mit dem Innenleiter gleichen Durchmessers verlötet. Die beim Übergang Widerstand/Innenleiter und durch die Halterung des Innenleiters bedingten Reflexionsstellen sind in dem angegebenen Bereich ausgeglichen, und zwar bleibt die Reflexion unter 1,5%. Der Abschlußwiderstand ist mit dem Stecker teil Kab stv 2 versehen und kann daher leicht und rasch angeschlossen werden.

Der *Abschlußwiderstand* Rel 3 B 325 und der *Abschlußwiderstand* Rel 3 B 338 sind im großen und ganzen ebenso aufgebaut.

Der *Abschlußwiderstand* Rel 3 B 324b besteht aus einem Kohleschichtwiderstand hoher Belastbarkeit, der in einem metallischen Doppelkegelgehäuse koaxial angeordnet und an eine Koaxialbuchse 6/16 angeschlossen ist. Zu seiner Kühlung bei Dauerbetrieb ist ein Lüfter eingebaut. Der hohle Widerstandskörper wird innen und außen gekühlt, indem die Kühlluft durch die Schlitze im Doppelkegel eintritt, entlang der Außenseite des Widerstandes streicht und durch dessen Innenraum abgesaugt wird.



Die *Kurzschlußleitung* Rel 3 B 323 ist eine koaxiale Leitung, die an einem Ende mit einem um etwa 150 mm verschiebbaren Kurzschlußkolben abgeschlossen ist. Das offene Ende der Leitung hat zum Anschluß an eine koaxiale Leitung, an eine Meßleitung usw. den Steckerteil Kab stv 2. Den Kurzschluß zwischen Innenleiter und Außenleiter übernehmen Kontakte. Der Raum hinter dem Kurzschluß wird elektrisch bedämpft, wodurch zusätzliche Verschiebungen der elektrischen Kurzschlußebene in Abhängigkeit von der Stellung des Kurzschlußkolbens vermieden werden. Der Spindeltrieb zur Verschiebung des Kurzschlußkolbens ist mechanisch besonders gut ausgeführt, da er die Meßgenauigkeit des Gerätes wesentlich mit bestimmt. Bei einer Spindelsteigung von 10 mm je Umdrehung beträgt die Einstellunsicherheit weniger als 0,02 mm.

#### ZUBEHÖR, ABMESSUNGEN UND GEWICHTE

Gegenstand	Bezeichnung	Abmessungen in mm	Gewicht etwa kg	Preis
STECKER 6/16 .....	Kab stv 2aa	55 × 32 Ø	0,16	
ZWISCHENSTÜCK 6/16 (Buchse/Buchse) ....	Kab stv 2e	28 × 34 Ø	0,15	
WINKELSTÜCK 6/16 (Stecker/Buchse) .....	Kab stv 2i	54 × 67 × 32	0,2	
<b>ABSCHLUSSWIDERSTAND 6/16</b>				
bis 3 GHz (0,5 W) .....	Rel 3 B 37	80 × 32 Ø	0,22	
bis 5 GHz (0,5 W) .....	Rel 3 B 325	85 × 35 Ø	0,24	
2,4 bis 2,7 GHz (5 W) .....	Rel 3 B 338	122 × 55 Ø	0,4	
bis 850 MHz (150/200 W) .....	Rel 3 B 324 b	680 × 370 Ø	12	
<i>Zubehör zu Rel 3 B 324</i>				
3 Schmelzeinsätze 0,4 A (2 als Ersatz) .....	0,4/250 DIN 41 571	—	—	
<b>DURCHGANGSSTECKVERBINDUNG 6/16</b>				
mit Abzweig 4/16 (galvanisch) .....	Rel stv 19a	80 × 80 × 25	0,4	
4/13 (galvanisch) .....	Rel stv 19b	80 × 80 × 25	0,4	
4/16 (50:1) .....	Rel 3 U 911a	80 × 80 × 25	0,4	
4/13 (50:1) .....	Rel 3 U 911b	80 × 80 × 25	0,4	
<b>KURZSCHLUSSLEITUNG 6/16</b>				
(bis 7 GHz) .....	Rel 3 B 323	245 × 26 Ø	1	

**B1**

**Übergangsstück 6/16 auf 58×29**

Rel 3 B 95

3,3 bis 5 GHz

**Abschlußwiderstand 58×29**

Rel 3 B 319

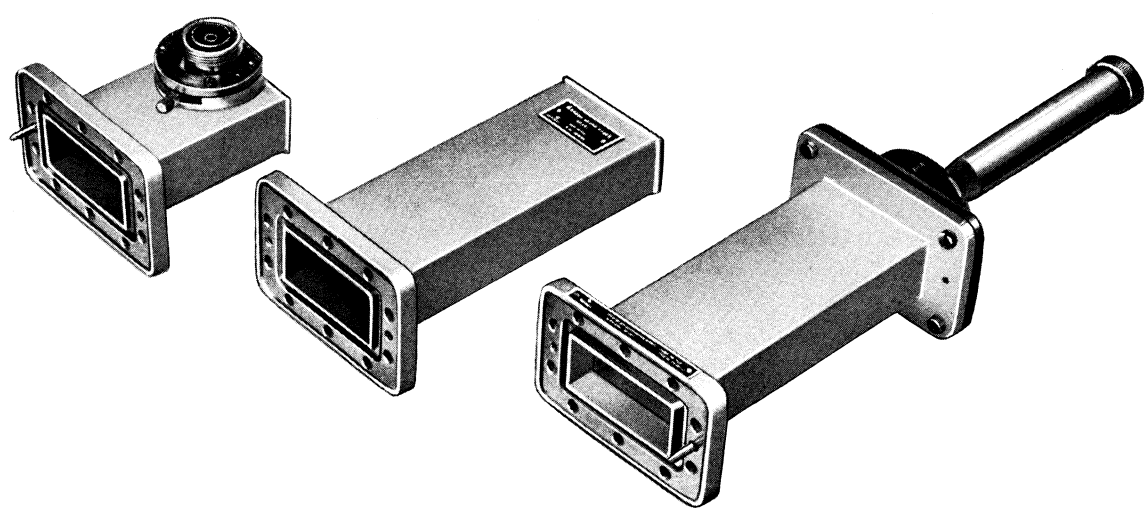
3,3 bis 5 GHz

**Kurzschlußleitung 58×29**

Rel 3 B 320

3,3 bis 5 GHz

ANWENDUNG Das hier beschriebene Meßzubehör wird in Meßplätzen für Funkssysteme, die als Hochfrequenzleitung den Rechteck-Hohlleiter mit dem lichten Querschnitt 58 mm × 29 mm benutzen (z. B. beim Richtfunkssystem FM 600/4000) eingesetzt, so in Verbindung mit einer Meßleitung 58 × 29, z. B. Rel 3 R 224 (S. 195) zur Durchführung von Scheinwiderstands- und Pegelmessungen, sowie zur Bestimmung von Vierpol-Konstanten usw.



Das *Übergangsstück* Rel 3 B 95 dient im angegebenen Frequenzbereich als Übergang zwischen einer koaxialen Leitung 6/16 auf einen Hohlleiter 58 × 29; es ist z. B. zum Anschluß eines Senders mit koaxialem Ausgang an einen Hohlleiter geeignet.

Der *Abschlußwiderstand* Rel 3 B 319 ist ein reflexionsarmer Abschlußwiderstand für Ausgangsleistungen bis zu 1 W.

Die *Kurzschlußleitung* Rel 3 B 320 stellt sowohl einen induktiv als auch kapazitiv veränderbaren Widerstand dar und ist somit als Stichleitung zur Kompensation von Blindwiderständen z. B. bei Anpassung von Verbrauchern an Hohlleiter verwendbar. In Verbindung mit Meßleitungen lassen sich Vierpol-Konstanten nach Betrag und Phase bestimmen.

**KENNWERTE**

*Übergangsstück*

Frequenzbereich ..... 3,3 bis 5 GHz

Reflexionsfaktor

- bei Abstimmung auf die jeweilige Frequenz
- im Band 3,3 bis 5 GHz ..... ≤ 0,045
- im Band 3,6 bis 4,2 GHz ..... ≤ 0,015

### Abschlußwiderstand

Frequenzbereich .....	3,3 bis 5 GHz
Reflexionsfaktor von 3,3 bis 5 GHz .....	$\leq 0,04$
von 3,6 bis 4,2 GHz .....	$\leq 0,02$
Zulässige Belastung	
dauernd .....	1 W
kurzzeitig .....	2 W

### Kurzschlußleitung

Frequenzbereich .....	3,3 bis 5 GHz
Reflexionsfaktor .....	$\geq 0,998$
Verschiebungsbereich des Kurzschlußkolbens .....	100 mm
Einstellunsicherheit .....	$\pm 0,01$ mm

**AUFBAU** Das *Übergangsstück* besteht aus einem 90 mm langen Hohlleiter 58 mm  $\times$  29 mm. Dieser ist an der einen Seite geschlossen, an der anderen offen und mit einem Flansch versehen. Auf einer der beiden Breitseiten sitzt nahe der Endfläche der Buchsenteil der Steckverbindung Kab stv 2. Ihr Innenleiter ragt in den Hohlleiter hinein und wirkt so als Ankoppelstift. Seine Eintauchtiefe und sein Abstand von der Endfläche des Hohlleiters sind verstellbar, wodurch auf kleinste Welligkeit eingestellt werden kann.

Der *Abschlußwiderstand* besteht aus einem 170 mm langen Hohlleiter 58 mm  $\times$  29 mm. Wie beim Übergangsstück ist auch dieser Hohlleiter an der einen Seite geschlossen, an der anderen offen und mit einem Flansch versehen. An der Endfläche sind in der Mitte der breiten Seite, d.h. in Richtung des *E*-Feldes, zwei aufeinanderliegende Pertinaxstreifen angebracht. Sie tragen die eigentliche Widerstandsschicht und sind so geformt, daß im angegebenen Frequenzbereich die ankommende Welle nahezu reflexionsfrei gedämpft wird.

Die *Kurzschlußleitung* besteht aus einem 15 cm langen Hohlleiter mit einem kapazitiven Kurzschlußkolben an der einen Seite. Der ohmsche Kurzschlußwiderstand an der Stirnseite des Kolbens ist im wesentlichen durch Verluste dieser Stirnseite und der anschließenden etwa  $\lambda/4$  langen Leitung mit niedrigem Wellenwiderstand gegeben. An diese Leitung schließt sich eine weitere etwa  $\lambda/4$  lange kurzgeschlossene Leitung mit großem Wellenwiderstand an; diese verhindert, daß die Güte des Kurzschlusses durch Resonanzen in der Leitung hinter dem Kurzschlußkolben verringert wird. Zum Antrieb des Kolbens dient eine Spindel. Ihre Führungsmutter ist geteilt und läßt sich durch einen Stelling austrasten, so daß der Kolben grob verstellt werden kann. Die Stellung des Kolbens wird an der Grobskala des Antriebs in Millimeter abgelesen; zur Feinablesung ist der Umfang der Mikrometertrommel in 50 Teile unterteilt, so daß eine Verschiebung um 0,01 mm noch ablesbar ist.

### ZUBEHÖR, ABMESSUNGEN UND GEWICHTE

Gegenstand	Bezeichnung	Abmessungen in mm	Gewicht etwa kg	Preis
ÜBERGANGSSTÜCK 6/16 auf 58 $\times$ 29 (3,3 bis 5 GHz) .....	Rel 3 B 95	90 $\times$ 94 $\times$ 64	0,9	
ABSCHLUSSWIDERSTAND 58 $\times$ 29 (3,3 bis 5 GHz) .....	Rel 3 B 319	170 $\times$ 94 $\times$ 64	0,9	
KURZSCHLUSSLEITUNG 58 $\times$ 29 (3,3 bis 5 GHz) .....	Rel 3 B 320	350 $\times$ 100 $\times$ 70	2,9	



**Abschlußwiderstand 34 × 15**

5,85 bis 8,2 GHz

Rel 3 B 339

**Übergangsstück 3,5/9,5 auf 34 × 15**

5,85 bis 8,2 GHz

Rel 3 B 341

**Kurzschlußleitung 34 × 15**

5,85 bis 8,2 GHz

Rel 3 B 342

**Abschlußwiderstand 22 × 10**

8,2 bis 12,4 GHz

Rel 3 B 343

**Übergangsstück 3,5/9,5 auf 22 × 10**

8,2 bis 12,4 GHz

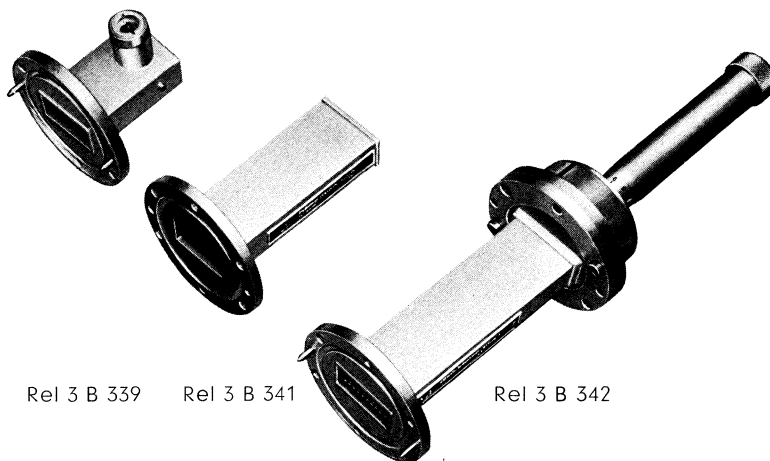
Rel 3 B 345

**Kurzschlußleitung 22 × 10**

8,2 bis 12,4 GHz

Rel 3 B 346

**ANWENDUNG** Dieses Meßzubehör wird in Meßplätzen für Funkssysteme eingesetzt, die als Hochfrequenzleitung Rechteck-Hohlleiter mit den lichten Querschnitten 34 mm × 15 mm oder 22 mm × 10 mm benutzen. Zum Beispiel wird es in Verbindung mit der Meßleitung mit austauschbarem Hohl-



Rel 3 B 339

Rel 3 B 341

Rel 3 B 342

leiter Rel 3 R 224 (S. 195) zur Durchführung von Scheinwiderstands-Messungen sowie zum Bestimmen von Vierpol-Konstanten usw. gebraucht.

Die *Abschlußwiderstände* Rel 3 B 339 (34 × 15) und Rel 3 B 343 (22 × 10) sind reflexionsarme Abschlüsse. Die Ausführung Rel 3 B 339 kann Leistungen bis zu 1 W, die Ausführung Rel 3 B 343 bis zu 0,5 W aufnehmen.

Die *Übergangsstücke* Rel 3 B 341 (34 × 15) und Rel 3 B 345 (22 × 10) dienen als Übergang von einer koaxialen Leitung 3,5/9,5 auf einen Hohlleiter; sie sind z. B. zum Anschluß eines Senders mit koaxialem Ausgang an einen Hohlleiter geeignet.

Die *Kurzschlußleitungen* Rel 3 B 342 (34 × 15) und Rel 3 B 346 (22 × 10) können sowohl als ein induktiv als auch kapazitiv veränderbarer Widerstand wirken; sie sind somit z. B. als Stichleitungen zur Kompensation von Blindwiderständen bei Anpassung von Verbrauchern an Hohlleiter verwendbar. In Verbindung mit Meßleitungen lassen sich Vierpol-Konstanten nach Betrag und Phase bestimmen.

VORLÄUFIGE KENNWERTE

<i>Abschlußwiderstände</i>	Ausführung Rel 3 B 339	Rel 3 B 343
Frequenzbereich .....	5,85 bis 8,2 GHz	8,2 bis 12,4 GHz
Reflexionsfaktor .....	≤ 0,01	≤ 0,01
Zulässige Belastung .....	1 W	0,5 W
<i>Übergangsstücke</i>	Ausführung Rel 3 B 341	Rel 3 B 345
Frequenzbereich .....	5,85 bis 8,2 GHz	8,2 bis 12,4 GHz
Reflexionsfaktor		
im Band 5,85 bis 8,2 GHz .....	≤ 0,1	—
im Band 8,2 bis 11 GHz .....	—	≤ 0,1
im Band 11 bis 12,4 GHz .....	—	≤ 0,15
<i>Kurzschlußleitungen</i>	Ausführung Rel 3 B 342	Rel 3 B 346
Frequenzbereich .....	5,85 bis 8,2 GHz	8,2 bis 12,4 GHz
Reflexionsfaktor .....	0,99	0,99
Verschiebungsbereich des Kurzschlußkolbens .....	80 mm	50 mm
Einstellunsicherheit .....	± 0,01 mm	± 0,01 mm

**AUFBAU** Die *Abschlußwiderstände* bestehen aus einem Hohlleiter, der an der einen Seite geschlossen, an der anderen offen und mit einem Flansch versehen ist. An der Endfläche des Hohlleiters sitzen in der Mitte der breiten Seite, d. h. parallel zum *E*-Feld, zwei Pertinaxstreifen. Diese sind mit einer Widerstandsschicht versehen und so geformt, daß im angegebenen Frequenzbereich die ankommende Welle nahezu reflexionsfrei gedämpft wird.

Die *Übergangsstücke* bestehen aus einem kurzgeschlossenen Hohlleiterstück, in das ein als Antenne wirkender Stift eintaucht. Dieser koppelt Koaxialleitung (3,5/9,5) und Hohlleiter.

Die *Kurzschlußleitungen* bestehen aus einem Hohlleiter mit einem mit einer Spindel verschiebbaren galvanischen Kurzschlußkolben. Durch Ausrasten des Gewindes läßt sich der Kolben grob verschieben. Seine Stellung wird an der Grobskala des Antriebs in Millimetern angegeben; zur Feinablesung ist der Umfang der Mikrometertrommel in 50 Teile so unterteilt, daß eine Verschiebung um 0,01 mm noch ablesbar ist.

ZUBEHÖR, ABMESSUNGEN UND GEWICHTE

Gegenstand	Bezeichnung	Abmessungen in mm	Gewicht etwa kg	Preis
ABSCHLUSSWIDERSTAND 34 × 15 (5,85 bis 8,2 GHz) .....	Rel 3 B 339	120 × 80 × 80	0,4	
ÜBERGANGSSTÜCK 3,5/9,5 auf 34 × 15 (5,85 bis 8,2 GHz) .....	Rel 3 B 341	70 × 80 × 80	0,4	
KURZSCHLUSSLEITUNG 34 × 15 (5,85 bis 8,2 GHz) .....	Rel 3 B 342	290 × 80 × 80	1,8	
ABSCHLUSSWIDERSTAND 22 × 10 (8,2 bis 12,4 GHz) .....	Rel 3 B 343	135 × 55 × 45	0,2	
ÜBERGANGSSTÜCK 3,5/9,5 auf 22 × 10 (8,2 bis 12,4 GHz) .....	Rel 3 B 345	45 × 50 × 55	0,15	
KURZSCHLUSSLEITUNG 22 × 10 (8,2 bis 12,4 GHz) .....	Rel 3 B 346	185 × 55 × 45	0,35	

B10

**Ungeschirmte einpolige Verbindungsleitungen**

Gleichspannung und Niederfrequenz

9 Rel Itg 28  
a, ... z ... ad

**Ungeschirmte symmetrische Verbindungsleitungen**

Gleichspannung und Niederfrequenz

9 Rel Itg 25 a  
Rel Itg 614 a ... d

**Geschirmte symmetrische Verbindungsleitungen**

bis 1 MHz

Rel Itg 546 a, ... r  
547 a, ... g  
548 a, ... e

**Koaxiale Verbindungsleitungen 4/13**

bis 100 MHz

Rel Itg 532 a, ... h  
533 a, ... h  
590 a, ... h

**Koaxiale Verbindungsleitungen 2,5/6**

bis 100 MHz

Rel Itg 591 a, ... h  
592 a, ... h  
593 a, ... h

**Koaxiale Verbindungsleitungen 2,5/6 auf 4/13**

bis 100 MHz

Rel Itg 597 a, ... h  
598 a, ... h  
599 a, ... h

**Koaxiale Verbindungsleitungen 3,5/9,5**

bis 2,7 GHz

Rel Itg 554 a, b, c

**Koaxiale Verbindungsleitungen 6/16**

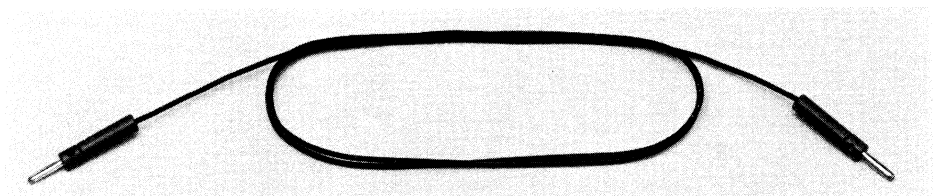
bis 4 GHz, bis 2,7 GHz

Rel Itg 555 a, c  
557 a

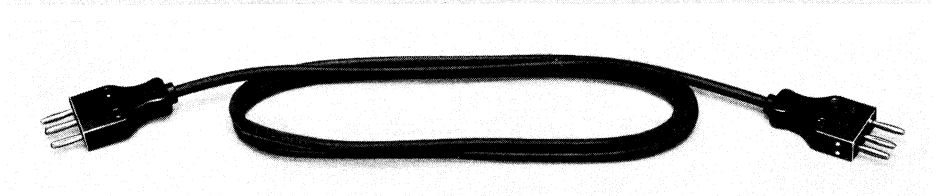
**Übergangsstecker und Zwischenstücke**

Rel stv 3, 17, 38  
112, ... 115  
Kab stv 2e, 2i

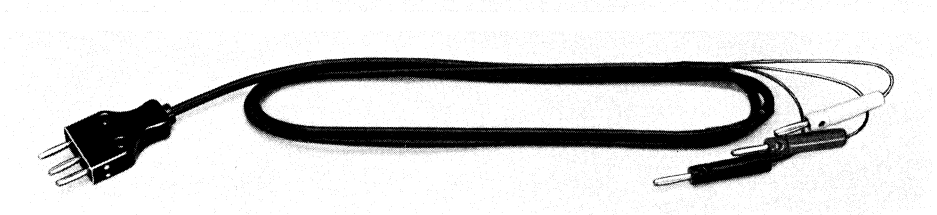
**ANWENDUNG** Zum einfachen, schnellen und betriebssicheren Verbinden der einzelnen Geräte eines Meßplatzes untereinander oder mit dem Meßobjekt dienen zweckmäßigerweise Verbindungsleitungen mit an beiden Enden fest angebrachten Steckern. Die Eingangs- und Ausgangsbuchsen



9 Rel Itg 28



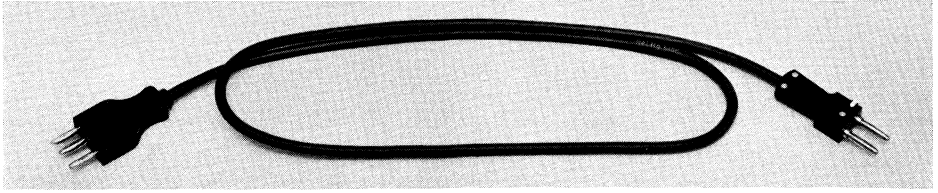
Rel Itg 546



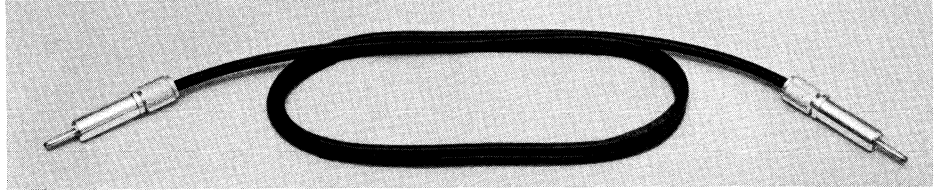
Rel Itg 547



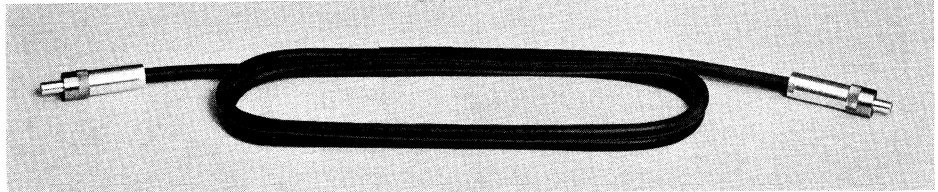
Rel Itg 548



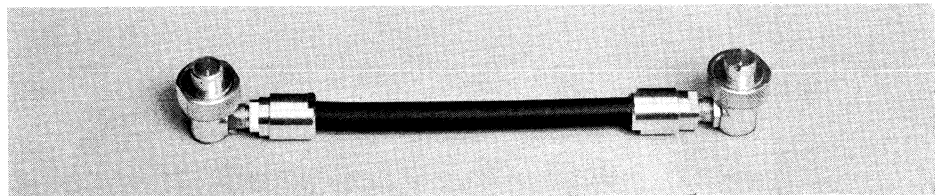
Rel Itg 532  
Rel Itg 533



Rel Itg 591  
Rel Itg 592



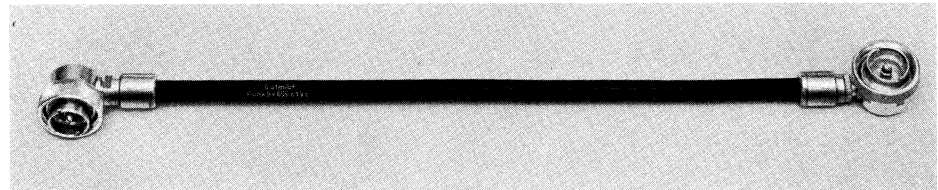
Rel Itg 554 c



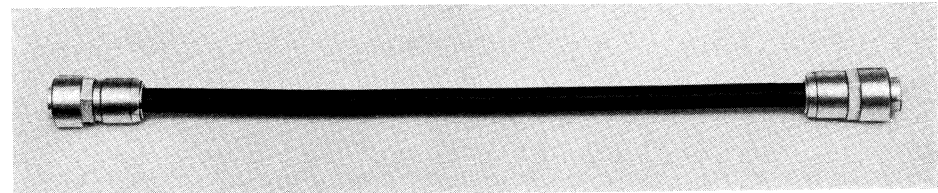
Rel Itg 555 a  
Kab stv 2 e



Rel Itg 555 c



Rel Itg 557



unserer Meßgeräte sind mit wenigen Arten durchweg einheitlich ausgeführt, so daß eine kleine Typenzahl von Leitungen ausreicht. Im folgenden wird eine Übersicht über die allgemein verwendbaren Verbindungsleitungen gegeben, und zwar sowohl über die in NF- als auch in TF- und HF-Meßplätzen benötigten Leitungen.

B10

KENNWERTE	Frequenzbereich	Betriebskapazität in pF/m etwa	Z-Wert in $\Omega$ etwa
<i>Ungeschirmte einpolige Verbindungsleitungen:</i>			
9 Rel Itg 28 .....	NF, Gleichspannung Erdleitungen	—	—
<i>Ungeschirmte symmetrische Verbindungsleitungen:</i>			
9 Rel Itg 25a .....	} {Instrument- Anschlußleitungen	130	—
Rel Itg 614 .....			
<i>Geschirmte symmetrische Verbindungsleitungen:</i>			
Rel Itg 546 .....	} bis etwa 1 MHz ..	45	130
Rel Itg 547 .....		150	65
Rel Itg 548 .....		45	130
<i>Koaxiale Verbindungsleitungen 4/13:</i>			
Rel Itg 532 .....	} bis 100 MHz .....	85	60
Rel Itg 533 .....		70	75
Rel Itg 590 .....		35	—
<i>Koaxiale Verbindungsleitungen 2,5/6:</i>			
Rel Itg 591 .....	} bis 100 MHz .....	85	60
Rel Itg 592 .....		70	75
Rel Itg 593 .....		35	—
<i>Koaxiale Verbindungsleitungen 2,5/6-4/13:</i>			
Rel Itg 597 .....	} bis 100 MHz .....	85	60
Rel Itg 598 .....		70	75
Rel Itg 599 .....		35	—
<i>Koaxiale Verbindungsleitungen 3,5/9,5:</i>			
Rel Itg 554 .....	bis 2,7 GHz .....	85	60
<i>Koaxiale Verbindungsleitungen 6/16:</i>			
Rel Itg 555 .....	bis 4 GHz .....	85	60
Rel Itg 557 .....	bis 2,7 GHz .....	85	60

AUFBAU Alle Leitungen sind tropfenfest. Ihre wesentlichen Kennzeichen sind:

**9 Rel Itg 28:** Ungeschirmte einpolige Leitungen mit einem Bananenstecker Rel stp 66 an beiden Enden; die Stecker passen für 4-mm-Rohrbuchsen; ihre Kontaktteile sind versilbert. Verschiedene Stecker- und Leitungsfarben ermöglichen leichte Übersicht am Meßplatz:

Länge in mm	Farbe der Leitung	Farbe der Stecker				
		elfenbein	rot	schwarz	blau	gelb
250	blau	a	b	c	d	e
500	gelb	f	g	h	k	m
1000	grün	n	p	q	r	s
1500	schwarz	u	v	w	x	y
2000	rot	z	aa	ab	ac	ad

**9 Rel Itg 25a:** Ungeschirmte zweipolige Leitung mit einem Klinkenstecker an einem Ende und zwei Kabelschuhen am anderen Ende; wird vor allem als Instrument-Anschlußleitung z.B. zum Meßverstärker Rel 14 R 42 (S. 436) eingesetzt.

**Rel Itg 614:** Ungeschirmte zweipolige Leitung mit einem Zweipolstecker (Stifte für 4-mm-Rohrbuchsen, Stiftabstand 19 mm) an dem einen Ende und zwei Kabelschuhen am anderen Ende. Vor allem für Anschluß der Lichtzeigerinstrumente an den Aussteuerungsmesser (s. S.439) eingesetzt.

**Rel Itg 546, 547, 548:** Geschirmte symmetrische Leitungen. Die Ausführungen Rel Itg 546 haben an beiden Enden einen geschirmten Dreipolstecker (2 Stifte mit 19 mm Abstand für 4-mm-Rohrbuchsen, ein (Schirm-)Stift in 9 mm Abstand für 3-mm-Rohrbuchse). Statt des einen Dreipolsteckers haben die Ausführungen Rel Itg 547a, . . . e drei verschiedenfarbige Bananenstecker für 4-mm-Rohrbuchsen, die Ausführungen Rel Itg 547f und g nur zwei verschiedenfarbige Bananenstecker, diese mit versilberten Kontaktstiften (Schirm endet auf dieser Seite ohne Stecker) und die Ausführungen Rel Itg 548 einen zweipoligen ungeschirmten Leitungsstecker (2 Stifte mit 12 mm Abstand für 4-mm-Rohrbuchsen).

**Rel Itg 532, 533, 590:** Koaxiale Verbindungsleitungen für  $Z=60 \Omega$  (Rel Itg 532) und  $Z=75 \Omega$  (Rel Itg 533) mit je einem Koaxialstecker Rel stp 40 (für 4-mm-Innenbuchse und 13-mm-Außenbuchse) an beiden Enden. Die Ausführung Rel Itg 590 hat ein kapazitätsärmeres Kabel.

**Rel Itg 591, 592, 593:** Koaxiale Verbindungsleitungen für  $Z=60 \Omega$  (Rel Itg 591) und  $Z=75 \Omega$  (Rel Itg 592) mit je einem Stecker Rel stv 93 (für 2,5 mm Außendurchmesser des Innenleiters und 6 mm Innendurchmesser des Außenleiters) an beiden Enden. Die Ausführung Rel Itg 593 hat ein kapazitätsärmeres Kabel.

**Rel Itg 597, 598, 599:** Koaxiale Verbindungsleitung für  $Z=75 \Omega$  mit einem Stecker Rel stp 40 (für 4-mm-Innenbuchse und 13-mm-Außenbuchse) sowie einem Stecker Rel stv 93 (für 2,5 mm Außendurchmesser des Innenleiters und 6 mm Innendurchmesser des Außenleiters) an je einem Ende. Die Leitungen dienen also zum Übergang von der Steckverbindung 4/13 auf 2,5/6.

**Rel Itg 554:** Koaxiale Verbindungsleitung für  $Z=60 \Omega$  mit je einem Stecker Rel stv 88 (für 3,5 mm Außendurchmesser des Innenleiters und 9,5 mm Innendurchmesser des Außenleiters) an beiden Enden, und zwar hat die Ausführung a zwei Geradeaus-Stecker, die Ausführung b einen Geradeaus- und einen Winkel-Stecker, die Ausführung c Winkel-Stecker auf beiden Seiten.

*Rel Itg 555*: Koaxiale Verbindungsleitungen für  $Z = 60 \Omega$ ; die Ausführung *Rel Itg 555 a* hat je einen (Geradeaus-)Stecker *Rel stv 89 a* (für 6-mm-Innenleiter-Außendurchmesser und für 16-mm-Außenleiter-Innendurchmesser), die Ausführung *Rel Itg 555 c* je einen (Winkel-)Stecker *Funk stv 53* ebenfalls für 6/16. Jede Leitung wird auf Reflexion geprüft; deshalb gewünschten Frequenzbereich angeben.

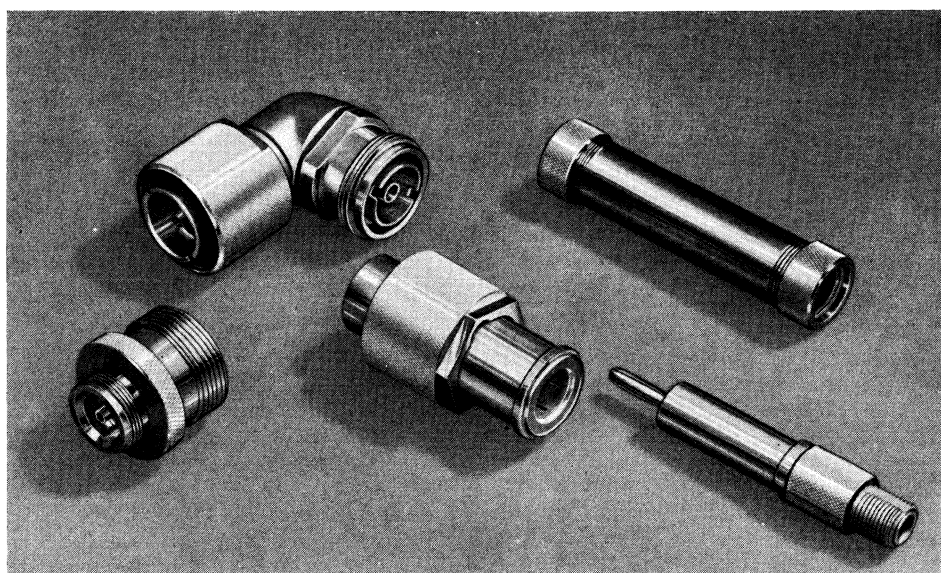
*Rel Itg 557*: Koaxiale Verbindungsleitungen für  $Z = 60 \Omega$  mit je einem (Geradeaus-)Stecker *Kab stv 2 a a* (für 6-mm-Innenleiter-Außendurchmesser und für 16-mm-Außenleiter-Innendurchmesser) an beiden Enden. Mit dem (Buchse-Buchse-)Zwischenstück *Kab stv 2 e* ergibt sich statt des Steckers eine Buchse. Aufsetzbares (Stecker-Buchse-) Winkelstück *Kab stv 2 i* s. S. 505. Jede Leitung wird auf Reflexion geprüft; deshalb gewünschten Frequenzbereich angeben.

*Übergangsstecker und Zwischenstücke* Für den Übergang von einem Stecksystem auf ein anderes, z. B. von 4/13 auf 6/16, oder zur Verbindung von zwei Steckern des gleichen Systems sind die wichtigsten Zwischenstücke:

9 Rel stv 3 a	.....	4/13-Buchse und	4/13-Buchse
Rel stv 17 a	.....	4/13-Buchse und	6/16-Stecker
Rel stv 17 b	.....	4/13-Stecker und	6/16-Buchse
Rel stv 17 c	.....	4/13-Buchse und	6/16-Buchse
Kab stv 2 e	.....	6/16-Buchse und	6/16-Buchse
Kab stv 2 i	.....	6/16-Winkelstecker und	6/16-Buchse
Rel stv 38 b	.....	6/16-Buchse und	3,5/9,5-Stecker
Rel stv 38 c	.....	6/16-Buchse und	3,5/9,5-Buchse
Rel stv 38 d	.....	6/14-Stecker und	3,5/9,5-Buchse
Rel stv 112 a	.....	2,5/6-Stecker und	4/13-Buchse
Rel stv 113 a	.....	2,5/6-Buchse und	4/13-Stecker
Rel stv 114 a	.....	2,5/6-Buchse und	3,5/9,5-Stecker
Rel stv 115 a	.....	2,5/6-Stecker und	3,5/9,5-Buchse

Kab stv 2 i  
9 Rel stv 3 a

Rel stv 38 c  
Rel stv 17 a  
Rel stv 113 a



LÄNGEN UND GEWICHTE

Gegenstand	Bezeichnung	Länge in mm	Gewicht etwa kg	Preis	
EINPOLIGE VERBINDUNGSLEITUNGEN	9 Rel ltg 28a, . . . e	250	0,03		
	f, . . . m	500	0,04		
	n, . . . s	1000	0,06		
	u, . . . y	1500	0,08		
	z, aa, ab, ac, ad	2000	0,1		
UNGESCHIRMTE SYMMETRISCHE VERBINDUNGSLEITUNGEN . . . . .	9 Rel ltg 25a	1600	0,1		
	Rel ltg 614a	500	0,06		
	b	1000	0,08		
	c	1500	0,10		
	d	2000	0,12		
GESCHIRMTE SYMMETRISCHE VERBINDUNGSLEITUNGEN mit zwei Dreipolsteckern . . . . .	Rel ltg 546a	500	0,12		
	b	1000	0,15		
	c	1500	0,17		
	d	2000	0,20		
	r	250	0,10		
mit Dreipolstecker und drei einzelnen Bananensteckern . . . . .	Rel ltg 547a	250	0,12		
	b	500	0,13		
	c	1000	0,15		
	d	1500	0,18		
	e	2000	0,21		
und zwei einzelnen Bananensteckern . . . . .	f	1000	0,15		
	g	3000	0,27		
und Zweipolstecker . . . . .	Rel ltg 548a	500	0,12		
	b	1000	0,15		
	c	1500	0,17		
	d	2000	0,20		
	e	3000	0,25		
KOAX. VERBINDUNGSLEITUNGEN 4/13 Z = 60Ω . . . . .	Rel ltg 532a	300	0,12		
	b	500	0,13		
	c	750	0,14		
	d	1000	0,15		
	e	1500	0,18		
	f	2000	0,21		
	g	2500	0,23		
	h	3000	0,26		
	Z = 75Ω . . . . .	Rel ltg 533a	300	0,12	
		b	500	0,13	
c		750	0,14		
d		1000	0,15		
e		1500	0,18		
f		2000	0,21		
g		2500	0,23		
h		3000	0,26		

B1

Gegenstand	Bezeichnung	Länge in mm	Gewicht etwa kg	Preis
KOAX. VERBINDUNGSLEITUNGEN 4/13 $C \approx 35 \text{ pF/m}$ .....	Rel Itg 590a	300	0,14	
	b	500	0,15	
	c	750	0,16	
	d	1000	0,17	
	e	1500	0,20	
	f	2000	0,23	
	g	2500	0,25	
	h	3000	0,28	
KOAX. VERBINDUNGSLEITUNGEN 2,5/6 $Z = 60 \Omega$ .....	Rel Itg 591a	300	0,12	
	b	500	0,13	
	c	750	0,14	
	d	1000	0,15	
	e	1500	0,18	
	f	2000	0,21	
	g	2500	0,23	
	h	3000	0,26	
$Z = 75 \Omega$ .....	Rel Itg 592a	300	0,12	
	b	500	0,13	
	c	750	0,14	
	d	1000	0,15	
	e	1500	0,18	
	f	2000	0,21	
	g	2500	0,23	
	h	3000	0,26	
$C \approx 35 \text{ pF/m}$ .....	Rel Itg 593a	300	0,12	
	b	500	0,13	
	c	750	0,14	
	d	1000	0,15	
	e	1500	0,18	
	f	2000	0,21	
	g	2500	0,23	
	h	3000	0,26	
KOAX. VERBINDUNGSLEITG. 2,5/6 auf 4/13 $Z = 60 \Omega$ .....	Rel Itg 597a	300	0,12	
	b	500	0,13	
	c	750	0,14	
	d	1000	0,15	
	e	1500	0,18	
	f	2000	0,21	
	g	2500	0,23	
	h	3000	0,26	
$Z = 75 \Omega$ .....	Rel Itg 598a	300	0,12	
	b	500	0,13	
	c	750	0,14	
	d	1000	0,15	
	e	1500	0,18	
	f	2000	0,21	
	g	2500	0,23	
	h	3000	0,26	

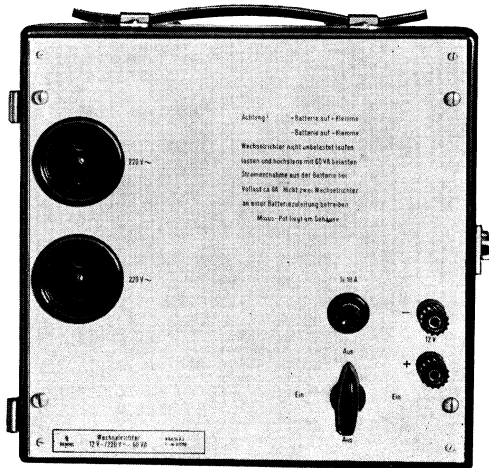
Gegenstand	Bezeichnung	Länge in mm	Gewicht etwa kg	Preis	
KOAX. VERBINDUNGSLEITG. 2,5/6 auf 4/13 $C = 35 \text{ pF/m}$ .....	Rel Itg 599a	300	0,12		
	b	500	0,13		
	c	750	0,14		
	d	1000	0,15		
	e	1500	0,18		
	f	2000	0,21		
	g	2500	0,23		
	h	3000	0,26		
KOAX. VERBINDUNGSLEITUNGEN 3,5/9,5 $Z = 60 \Omega$ .....	Rel Itg 554a, b*	300	0,40		
		500	0,42		
		1000	0,46		
		2000	0,54		
		3000	0,70		
	Rel Itg 554c**	300	0,40		
		500	0,42		
		1000	0,46		
		2000	0,54		
		3000	0,70		
	KOAX. VERBINDUNGSLEITUNGEN 6/16 $Z = 60 \Omega$ .....	Rel Itg 555a*	300	0,50	
			500	0,52	
1000			0,56		
2000			0,64		
4000			0,80		
$Z = 60 \Omega$ .....		Rel Itg 555c*	300	0,50	
			500	0,52	
			1000	0,54	
			2000	0,64	
			4000	0,80	
$Z = 60 \Omega$ .....	Rel Itg 557a**	Länge nachWahl bei 1000	0,7		
<b>ÜBERGANGSSTECKER UND ZWISCHENSTÜCKE</b>					
4/13-Buchse/Buchse .....	9 Rel stv 3a	—	—		
4/13-Buchse/6/16-Stecker .....	Rel stv 17a	—	—		
4/13-Stecker/6/16-Buchse .....	Rel stv 17b	—	—		
4/13-Buchse/6/16-Buchse .....	Rel stv 17c	—	—		
6/16-Buchse/Buchse .....	Kab stv 2e	—	—		
6/16-Winkelstecker/6/16-Buchse .....	Kab stv 2i	—	—		
6/16-Buchse/3,5/9,5-Stecker .....	Rel stv 38b	—	—		
6/16-Buchse/3,5/9,5-Buchse .....	Rel stv 38c	—	—		
6/16-Stecker/3,5/9,5-Buchse .....	Rel stv 38d	—	—		
2,5/6-Stecker/4/13-Buchse .....	Rel stv 112a	—	—		
2,5/6-Buchse/4/13-Stecker .....	Rel stv 113a	—	—		
2,5/6-Buchse/3,5/9,5-Stecker .....	Rel stv 114a	—	—		
2,5/6-Stecker/3,5/9,5-Buchse .....	Rel stv 115a	—	—		
* Gewünschten Frequenzbereich angeben.					
** Gewünschten Frequenzbereich und Länge angeben, außerdem in welchem Winkel, axial gesehen, die Stecker gegeneinander stehen sollen.					

## Wechselrichter

Rel 54 A 2

12 V - / 220 V ~

**ANWENDUNG** Von wenigen Ausnahmen abgesehen, sind die Meßgeräte für die Nachrichtentechnik, soweit sie Betriebsspannungen benötigen, für den Anschluß an Wechselstromnetze eingerichtet. Damit solche Geräte auch an Meßorten, wo kein Wechselstromnetz zur Verfügung steht, eingesetzt



werden können, ist der Wechselrichter Rel 54 A 2 entwickelt worden, der eine Batteriespannung von 12 V bei sehr gutem Wirkungsgrad in eine Wechselspannung von 220 V umformt. Seine Ausgangsleistung von 60 VA ist für die meisten Meßgeräte ausreichend; in vielen Fällen wird man sogar mehrere Meßgeräte gleichzeitig aus einem Wechselrichter betreiben können.

Die abgegebene 220-V-Wechselspannung hat eine Frequenz von 90 bis 100 Hz; dies ist für die 50-Hz-Netzanschlußgeräte meistens ohne Nachteile. Nur bei besonders frequenzempfindlichen Meßgeräten, z. B. solchen mit magnetischen Spannungsreglern, läßt sich der Wechselrichter nicht einsetzen; bei einigen Meßgeräten ergibt sich eine Einschränkung dann, wenn diese mit Eichspannungen aus dem Netzteil arbeiten.

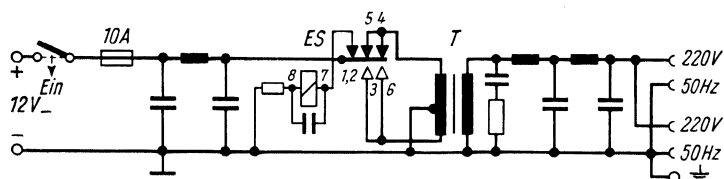
Auf die Verwendbarkeit des Wechselrichters ist bei den einzelnen Meßgeräten auch dadurch hingewiesen, daß unter ihren Netzanschluß-Kennwerten die zulässige Frequenz zusätzlich mit „(100)“ angegeben wird.

### KENNWERTE

Eingangs-Gleichspannung (aus Batterie) .....	10,8 bis 12 V
Gleichstromaufnahme bei Vollast .....	etwa 7 A
Nenn-Wechselspannung .....	220 V
Kurvenform .....	trapezförmig
Frequenz .....	90 bis 100 Hz
Größte abgebbare Wechselstromleistung .....	etwa 60 VA
Innerer Widerstand (einschl. Bleiakкумуляtor und Zuleitung) .....	etwa 140 Ω
Wirkungsgrad .....	etwa 70%
Lebensdauer des Stromrichterrelais .....	> 1000 Std



**ARBEITSWEISE** Der aufgenommene Gleichstrom betätigt das Stromrichterrelais, das seinen Stromkreis selbst unterbricht. Es enthält eine mit etwa 100 Hz schwingende Zunge, die über sehr kräftig ausgeführte Kontakte Stromstöße wechselnder Richtung durch die Primärwicklung des Trans-



formators schickt. Dadurch entsteht in der Sekundärwicklung eine trapezförmige Wechselspannung. HF-Siebglieder auf der Batterie- und auf der Wechselspannungsseite sowie ausreichende Funkenlöschung an den Kontakten sorgen dafür, daß die angeschlossenen Meßgeräte nicht gestört werden. Außerdem ist durch den Aufbau des Gerätes für ausreichende Geräuschdämpfung des Stromrichterrelais gesorgt. Die Klemme „- 12 V“ (Minus-Klemme des Batterie-Anschlusses) und ein Pol des Ausgangs liegen zusammen mit dem Gehäuse an der Erdklemme.

**ZUBEHÖR, ABMESSUNGEN UND GEWICHTE**

Gegenstand	Bezeichnung	Abmessungen in mm	Gewicht etwa kg	Preis
WECHSELRICHTER				
12 V - / 220 V ~ .....	Rel 54 A 2	270 × 266 × 180	7	
<i>Zubehör</i>				
3 Schmelzeinsätze 10 A (2 als Ersatz) .....	BO 501 20/P	—	—	
1 Batterie-Anschlußleitung .....	9 Rel ltg 26a	3000	0,4	
<i>Nach Bedarf</i>				
1 Stromrichterrelais (als Ersatz) .....	T rls 105 c 9 T Bv 4434/1	—	—	





Ein Beispiel für den Einsatz von Nachrichten-Meßgeräten in Nachbargebieten:  
Rasches und doch sorgfältiges Durchmessen jeder Hörkapsel für Schwerhörigengeräte mit einem Meß-  
platz aus Tonfrequenz-Pegelsender, Pegelbildempfänger und OSCILLARZET

### ÜBERSICHT

#### Allgemein einsetzbare Meßgeräte

Tragbare Betriebsmeßgeräte .....	524
Tragbare Isolations- und Erdungsmesser .....	524
Galvanometer .....	524
Oszillographen .....	525
Meßbrücken und andere Meßschaltungen .....	525

#### Meßgeräte für die Fernschreibtechnik

Meßgeräte zum Prüfen von Einzelteilen .....	526
Meßgeräte zum Prüfen von Fernschreibverbindungen .....	526

## Allgemein einsetzbare Meßgeräte

Hier folgt ein kurzer Hinweis auf einige Meßgeräte und Meßeinrichtungen, die innerhalb ihres umfassenderen Anwendungsgebietes auch für die Montage und Betriebsüberwachung von Geräten und Anlagen der Nachrichtentechnik wichtig sind. Alle Meßgeräte sind ausführlich in den angegebenen Ms-Handlisten beschrieben.

### Tragbare Betriebsmeßgeräte (Handliste Ms 5, Teil I)

Diese tragbaren Betriebsmeßgeräte in der Ausführung als Taschen- und Tischinstrumente Form T und Z sind klein, handlich und besonders einfach zu benutzen.

*Strom- und Spannungsmesser* werden nicht nur für Gleichstrom und für Wechselstrom technischer Frequenz, sondern auch für Ton- und Hochfrequenz ausgeführt (s. S. 416 und 418). Vielfach-Meßgeräte der Form Multizet haben bis zu 28 eingebaute Meßbereiche.

*Ohmmeter* in Taschenform zum Prüfen von Leitungen und Geräten aller Art auf Schluß und Widerstand werden mit einem oder drei Meßbereichen ausgeführt; die Z-Ohmmeter haben fünf oder sechs eingebaute Meßbereiche, so daß eines dieser Instrumente einen Gesamtbereich von unter  $1 \Omega$  bis  $100 \text{ M}\Omega$  umfaßt.

Die *Einknopf-Meßbrücke* in Wheatstone-Schaltung für Messungen mit Gleich- oder Wechselstrom ist besonders einfach zu benutzen und ermöglicht eine rasche Ausführung der Messungen. Diese Meßbrücke wird gern zusammen mit den Instrumenten der Form Z benutzt. In einem Koffer zusammengestellt, erhält man einen für Kontrollmessungen auf Montage und Reise sehr zweckmäßigen Meßkoffer für Strom-, Spannungs- und Widerstandsmessungen.

### Tragbare Isolations- und Erdungsmesser (Handliste Ms 5, Teil III)

*Tragbare Isolationsmesser mit Kurbelinduktor* ermöglichen ein rasches und genaues Prüfen des Isolationszustandes von Leitungsanlagen und Apparaten mit konstanter Spannung. Neben Isolationsmessern für die allgemeine Verwendung werden für die Untersuchung von Fernmelde-Fernkabeln, für die nach dem „Pflichtenheft für Fernmeldekabel“ eine Spannungsprüfung Ader/Ader mit 500 V vorgeschrieben ist, Isolationsmesser mit den Meßbereichen 0 bis 1000 und  $10 \text{ M}\Omega$  sowie 35 bis 1000 und 0 bis  $50 \text{ M}\Omega$  und mit einer Meßspannung von 500 V ausgeführt. Das Gerät mit den Meßbereichen 1000/50  $\text{M}\Omega$  hat zum Erzielen kurzer Aufladezeiten bei Kabeln mit größeren Kapazitäten eine Glimmstrecken-Stabilisierung.

Das *Tera-Ohmmeter* zum Untersuchen von Kondensatoren, Bauelementen und Röhren, zum Prüfen hochwertiger Isolierstoffe, Bestimmen der Ableitungswiderstände an Kabeln usw. erlaubt die Messung sehr hoher Widerstände (bis  $10^{13} \Omega$ ) bei niedriger Belastung des Prüfobjekts.

*Erdungsmesser* zum Untersuchen der Erdungen von elektrischen Anlagen und von Blitzableiter-Anlagen sind auch zum Messen des spezifischen Bodenwiderstandes und zum Messen von induktivitäts- und kapazitätsfreien Widerständen geeignet. In einem Kompensationsverfahren wird der Erdungswiderstand in *einem* Meßvorgang schnell und genau bestimmt.

### Galvanometer (Handliste Ms 4, Teil III)

Galvanometer werden in den mannigfaltigsten Ausführungen als Zeiger-, Lichtmarken- und Spiegelgalvanometer ausgeführt.

Neue Zeiger-Null-Galvanometer der Form Z haben außer der normalen Skale für die Werte um Null noch eine kleine, spiegelunterlegte Sonderskale mit Ableselupe, so daß der Nullabgleich besonders genau abgelesen werden kann.

Die bekannten, hochempfindlichen, jedoch einfach wie Zeiger-Instrumente zu benutzenden Lichtmarken-Galvanometer werden auch als geeichte Strom- und Spannungsmesser mit vielen Meßbereichen ausgeführt.

Spiegel-Galvanometer gibt es in vielen Ausführungen als kleine Spiegelgalvanometer und als höchstempfindliche Super-Galvanometer mit Doppelspule für höchste Strom- und Spannungsempfindlichkeit. Die kleinen Spiegelgalvanometer werden dabei für die verschiedenen Verwendungszwecke mit mittlerer Schwingungsdauer für allgemeine Messungen, als ballistische Galvanometer und als sogenannte Schnellschwinger hergestellt. Für die Verwendung vor allem im Außendienst gibt es zu diesen Galvanometern eine auf kleinen Raum zusammenlegbare, tragbare Ablesevorrichtung, an der man auch bei hellem Tageslicht gut ablesen kann.

### Oszillographen (Handliste Ms 7)

Die Oszillographen ermöglichen es, schnell veränderliche Vorgänge in Form von Kurven zu beobachten und fotografisch aufzuzeichnen; sie sind deshalb hervorragend geeignet für die verschiedenen Untersuchungen an Kabeln, an Verstärker- und Erregerschaltungen usw. sowie für Untersuchungen an Mikrofonen, Telefonen und Lautsprechern.

*Elektronenstrahl-Oszillographen* zum Darstellen sehr schneller Schwingungsvorgänge, insbesondere auf dem Gebiet der Hochfrequenztechnik, werden außer als Einstrahl-Oszillographen (s. S. 474 und 477) auch als Zweistrahl-Oszillograph OSCILLAR II zum gleichzeitigen Beobachten von zwei Vorgängen gebaut. Mit elektronischen Schaltern können gleichzeitig mehrere Vorgänge unabhängig voneinander aufgenommen und mit einer neuzeitlichen Registrierkamera die Kurven aufgeschrieben werden.

Bei den *Lichtstrahl-Oszillographen*, deren Schleifenschwinger zum Aufzeichnen von Schwingungsvorgängen bis etwa 7000 Hz geeignet sind, ist die Technik des Oszillographierens wesentlich vereinfacht und vervollkommen. Für schwierige Untersuchungen im Laboratorium ist besonders der Hochleistungs-Oszillograph OSCILLOGRAND zu empfehlen, der es gestattet, gleichzeitig bis zu 12 und bei Kupplung zweier Oszillographen eine doppelte Anzahl von Vorgängen aufzuzeichnen. Acht oder zwölf Vorgänge können mit dem Oszillographen mittlerer Leistung OSCILLOMAT aufgenommen werden. In dem tragbaren Oszillographen OSCILLOPORT mit fünf Schleifenschwingern steht ein leicht tragbares Gerät für die Werkstatt und den Außendienst zur Verfügung.

### Meßbrücken und andere Meßschaltungen (Handliste Ms 5, Teil IV und V)

Außer den für sehr genaue Messungen in Laboratorien und Prüffeldern benötigten Präzisions-Stöpsel- und Drehschalter-Meßbrücken seien besonders einige für den Telegraf- und Fernsprechtechniker unentbehrliche Montage- und Fehlerortsmeßbrücken erwähnt.

Für *Montage und Betrieb* werden in einer einheitlichen Reihe gleichgroßer, besonders handlicher Geräte neben Widerstands-Meßbrücken (in Wheatstone-Schaltung, Thomson-Schaltung, Wheatstone-Thomson-Schaltung, ‰-Meßbrücke) unter anderem eine Isolations- und Kapazitäts-Meßschaltung, sowie eine normale und eine entstörte kleine Kabelmeßbrücke gebaut, die für Außenmessungen zu jeweils erforderlichen vollständigen Meßsätzen zusammengestellt werden können.

Eine *tragbare Kabelmeßbrücke* ermöglicht bei hoher Präzision zehn verschiedenartige Gleich- und Wechselstrom-Messungen zur ausführlichen Fehlerortung an verlegten Kabeln.

Der *Reflektograph* für Fehlerortungen an Kabeln und Freileitungen arbeitet nach einem neuen Impuls-Reflektionsverfahren. Mit ihm können Fehler in wenigen Minuten mit hoher Genauigkeit bestimmt werden. Bei Verwendung eines mit dem Reflektograph aufgezeichneten Archivbildes der Leitungsreflektionen werden auch verdeckte und überlagerte Fehlerstellen genau bestimmt.

*Kabelmeßtische* und *-wagen* mit vollständig meßfertig aufgebauter und geschirmter Meßschaltung auf Anfrage.

Für die allgemeine Verwendung in den Laboratorien und Prüffeldern:

*Präzisions-Kurbelwiderstände für Tonfrequenz* mit winkelfreier Spezialwicklung, mit Lichtschutz-Abdeckplatte, abgeschirmt und mit handkapazitätstfreien Griffen;

*Normal-Induktivitäten* und *Präzisions-Kondensatoren*.

Die genannten Ms-Handlisten stehen jederzeit zur Verfügung.

## Meßgeräte für die Fernschreibtechnik

Die Fernschreibtechnik stellt sowohl an die Fernschreibeinrichtungen als auch an die zur Übertragung der Fernschreibsignale verwendeten Verbindungswege besondere Anforderungen. Über die für diese Technik entwickelten Spezial-Meßgeräte soll hier kurz berichtet werden. Ausführlich sind diese Geräte in den zugehörigen Kennblättern beschrieben, die auf Wunsch gern zugesandt werden.

### Meßgeräte zum Prüfen von Einzelteilen

Diese Geräte werden in tragbarer Ausführung gefertigt, so daß sie nicht nur in ortsfesten Meßanlagen, sondern auch jederzeit zu Meß- und Wartungsaufgaben an beliebigen Stellen einer Fernschreibanlage verwendet werden können.

Der *Kathodenstrahl-Relaisprüfer* ist ein Meßgerät zum Prüfen dynamisch einzustellender gepolter Telegrafienrelais. Das Gerät zeigt die Neutralverzerrung, die Hubzeit und die Prellzeit des zu prüfenden Relais in Prozenten der Schrittlänge an. Die Ablesegenauigkeit ist sehr groß, da auf der ganzen Breite des Bildschirms der Kathodenstrahlröhre (7 cm  $\varnothing$ ) nur der Umschlag des Relaisankers sichtbar gemacht wird.

Das *Sendermeßgerät* dient zum Messen der Kontaktschließzeiten, Öffnungszeiten und Prellzeiten von Unterbrecherkontakten, insbesondere der Sendekontakte von Fernschreibmaschinen und Lochstreifensendern, die mit einfachem,  $1\frac{1}{2}$ -fachem oder zweifachem Sperrschritt arbeiten. Eine eingebaute Stromversorgung ermöglicht es, die Empfängerfunktionen und den Empfangsbereich von Fernschreibmaschinen in einem lokalen Schreibkreis zu prüfen. Ferner enthält das Gerät einen Nockenkontaktunterbrecher, der im Schrittverhältnis 1:1 öffnet und schließt. Der Unterbrecher wird zum Einstellen der im Amt befindlichen Umsetzerschaltung in die Anschlußleitung der Teilnehmerstelle geschaltet.

Der *Drehzahlfehlmesser* ermöglicht es, zentral vom Fernschreibamt aus die an einer Nachrichtenübertragung beteiligten Sendeeinrichtungen wie Fernschreibmaschinen, Lochstreifensender u. dgl. auf Abweichungen von der vorgeschriebenen Solldrehzahl zu überprüfen. Durch einen Betriebsartenumschalter läßt sich das Gerät für eine Schrittgeschwindigkeit von 50 oder 45,45 Baud mit einem Sperrschritt von einfacher, 1,42facher oder 1,5facher Schrittlänge verwenden.

Der *Impulszeitmesser* zeigt die Schließ- und Öffnungszeiten unbeschalteter Kontakte von Relais, Nummernschaltern, Feuermeldelaufwerken und ähnlichen Einrichtungen auf dem Bildschirm einer Kathodenstrahlröhre an. Das Gerät ist umschaltbar auf die Meßbereiche von 100, 500 und 1500 Millisekunden.

### Meßgeräte zum Prüfen von Fernschreibverbindungen

Mit dem *Verzerrungsmeßsatz* lassen sich Fernschreibeinrichtungen wie Sender, Übertragungseinrichtungen sowie ganze Fernschreibverbindungswege nach dem stroboskopischen Verfahren auf Gleichlaufverzerrungen untersuchen. Der Verzerrungsmeßsatz besteht aus einem Meßsender und einem Meßempfänger. Der Meßsender gibt die vom CCIT festgelegten Meßzeichen 1:1, 2:2, 1:6, 6:1 sowie einen aus 8 Zeichen bestehenden Prüftext (Buchstabenumschaltung, S, Wagenrücklauf, Zeilenvorschub, Q, Ziffernumschaltung, Zwischenraum, 9) wahlweise als Doppelstrom- oder Einfachstromzeichen mit hoher Meßgenauigkeit ab. Der Meßempfänger gestattet, die Größe und Richtung der Gleichlaufverzerrung sowohl in Doppelstromkreisen als auch in Einfachstromkreisen zu messen. Die Meßunsicherheit ist kleiner als  $\pm 0,5\%$  der Schrittlänge. Die Schrittgeschwindigkeit des Gerätes ist in einem Bereich von 45 bis 75 Baud stetig veränderbar.

Der *elektronische Bezugverzerrungsmesser* zeigt Größe und Richtung der Bezugverzerrung in Doppelstromkreisen in Prozenten der Schritteinheit auf dem Schirmbild einer Kathodenstrahlröhre an. Voreilende und nacheilende Werte der Bezugverzerrung werden gleichzeitig sichtbar. Die Messung ist unabhängig davon, ob mit einfachem oder verlängertem Sperrschritt gearbeitet wird. Eine Ausführung ist umschaltbar für eine Schrittgeschwindigkeit von 50 und 45,45 Baud, eine andere

für 50 und 75 Baud. Der Meßbereich erstreckt sich bis zu Verzerrungswerten von 48% voreilend und nacheilend. Die Meßunsicherheit beträgt  $\pm 1\%$  der Schrittlänge im Meßbereich 0 bis 20%,  $\pm 2\%$  der Schrittlänge im Meßbereich über 20%.

Der *Doppelstrom-Einfachstrom-Wechselsender* gibt Doppelstrom-Rechteckwechsel von 25 Hz ab, mit denen vollständige Fernschreibverbindungen überschlägig geprüft und einzelne Übertragungseinrichtungen verzerrungsfrei eingestellt werden können. Das Gerät enthält ferner einen Nockenkontaktunterbrecher, der im Schrittverhältnis 1:1 öffnet und schließt. Der Unterbrecher wird zum Einstellen der im Amt befindlichen Umsetzerschaltung in die Anschlußleitung bei der Teilnehmerstelle geschaltet. Das Gerät wird aus dem Wechselstromnetz mit 50 Hz gespeist. Dabei beträgt die Schrittgeschwindigkeit 50 Baud.

Der *Zentralprüfsender* sendet auf Anruf selbsttätig unverzerrten und verzerrten Prüftext zum Ermitteln der Übertragungssicherheit in bestehenden Verbindungen sowie zum Prüfen von Fernschreibmaschinen. Als Maschinenprüftext wird eine Zusammenstellung sämtlicher Zeichen des Fünferalphabetes unverzerrt gesendet. Zur Leitungsprüfung steht ein weiterer Prüftext zur Verfügung, der je nach Wunsch zusammengestellt sein kann. Dieser Text wird als verzerrter Leitungsprüftext mit selbsttätig schrittweise gesteigerten Verzerrungswerten von 0, 20, 30, 35 und 40% vor- und nacheilender Richtung und als unverzerrter Leitungsprüftext gesendet. Die Schrittgeschwindigkeit beträgt je nach Ausführung 50 oder 45,45 Baud, der Sperrschritt hat je nach eingebautem Zeichengeber einfache oder doppelte Schrittlänge. Der Zentralprüfsender ist als Gestell ausgeführt. Er kann sowohl in Handvermittlungs- als auch in Wählnetzen betrieben werden, auch gemischte Anschaltung ist möglich.



Reflexionsfaktor-Messungen an den koaxialen Paaren eines Nachrichten-Weitverkehrskabels mit dem Reflektographen vor dem Zusammenschalten der Kabellängen in der Verbindungsmuffe



# C

## Anhang (Einheiten, Grundbegriffe, Meßverfahren, Tafeln, Verzeichnisse)

### ÜBERSICHT

I. Einheiten, Grundbegriffe und Meßverfahren der Nachrichtentechnik	
1. Einheiten .....	530
2. Grundbegriffe .....	532
3. Allgemeine Meßverfahren der Nachrichtentechnik .....	543
4. Meßverfahren der Fernseh-Übertragungstechnik .....	545
5. Meßverfahren der Mikrowellentechnik .....	547
6. Verbindungsleitungen, Erdung und Schirmung von Meßplätzen .....	548
II. Tafeln	
1. Tafeln für $e^x$ und $e^{-x}$ .....	550, 552
2. Tafeln für $10^{0,1 \frac{x}{2}}$ und $10^{-0,1 \frac{x}{2}}$ .....	554, 555
3. Spannungspegel (in Neper, in Dezibel) und Spannung .....	556
4. Leistungspegel (in Neper, in Dezibel) und Leistung .....	557
5. Tafeln der Blindwiderstände und Blindleitwerte .....	558
9. Tafeln zur Umwandlung komplexer Zahlen .....	561
7. Berechnung von Kapazitäten und Selbstinduktivitäten .....	564, 565
8. Hyperbolische Funktionen .....	566, 567
9. Tafel zur Umrechnung von $\lambda$ und $f$ .....	568
10. Tafel zur Umrechnung von Neper in Dezibel und Dezibel in Neper .....	570
11. Frequenzbereiche der Nachrichtentechnik .....	571, 573
III. Verzeichnisse	
1. Alphabetisches Verzeichnis der Geräte .....	575
2. Typenverzeichnis der Geräte .....	578
3. Stichwörterverzeichnis zum Anhang (und zum Vorspann, S. 9 bis 11) .....	580
4. Verzeichnis unserer Hauptgeschäftsstellen im Bundesgebiet, in Berlin und im Saargebiet .....	582

# I. Einheiten, Grundbegriffe und Meßverfahren der Nachrichtentechnik

## 1. Einheiten

### ALLGEMEIN GEBRÄUCHLICHE EINHEITEN

Spannung $U$ . . . . . in Volt (V)	Leitwert $Y$ . . . . . in Siemens (S)
Strom $I$ . . . . . in Ampere (A)	Wirkleitwert $G$ . . . . . in Siemens (S)
Leistung, allgemein, $P$ . . . . . in Voltampere (VA)	Induktivität $L$ . . . . . in Henry (H)
Wirkleistung $P$ . . . . . in Watt (W)	Kapazität $C$ . . . . . in Farad (F)
Widerstand, allgemein, $Z$ in Ohm ( $\Omega$ )	Frequenz $f$ . . . . . in Hertz (Hz)
Wirkwiderstand $R$ . . . . . in Ohm ( $\Omega$ )	

Nach AEF<sup>1)</sup> ist:

T (Tera) = $10^{12}$	M (Mega) = $10^6$	m (Milli) = $10^{-3}$	n (Nano) = $10^{-9}$
G (Giga) = $10^9$	k (Kilo) = $10^3$	$\mu$ (Mikro) = $10^{-6}$	p (Piko) = $10^{-12}$

### DAS NEPER UND DAS DEZIBEL

In der Nachrichtentechnik ist für das Verhältnis von elektrischen oder akustischen Größen gleicher Einheit zueinander oder zu ihren genormten Bezugswerten ein logarithmisches Maß gebräuchlich. Das entspricht dem exponentiellen Verlauf von Spannungen, Strömen und Leistungen auf elektri-



Bild 1 Neper-Dezibel-Umrechnung. Genauer ist:  $1 \text{ N} = 8,686 \text{ db}$  und  $1 \text{ db} = 0,1151 \text{ N}$ ; s. auch Tafeln 10a und 10b, S. 570

schen Leitungen und der Unterschiedsempfindlichkeit des menschlichen Gehörsinns. Ein Vorzug des logarithmischen Maßes ist außerdem der, daß die Dämpfungswerte einfach addiert werden können statt der notwendigen Multiplikation bei linearen Maßen. Als Einheit des logarithmischen Verhältnisses gilt bei Benutzung der natürlichen Logarithmen das NEPER (N), bei Benutzung der Briggschen Logarithmen das BEL (b) oder, was gebräuchlicher ist, sein 10. Teil, das DEZIBEL (db).

1) Ausschuß für Einheiten und Formelgrößen.

2) Bei der Festlegung des Neper waren die der Messung zugänglichen Spannungen und Ströme Ausgangspunkt:

$$e^x = \frac{A_1}{A_2}; x = \ln \frac{A_1}{A_2} \text{ in Neper;}$$

daher gilt für das Leistungsverhältnis

$$\frac{P_1}{P_2} = \left(\frac{A_1}{A_2}\right)^2 = e^{2x}; x = \frac{1}{2} \ln \frac{P_1}{P_2} \text{ in Neper.}$$

3) Beim Bel ging man von der dem elektrischen und akustischen Gebiet gemeinsamen Größe Leistung aus:

$$10^x = \frac{P_1}{P_2}; x = \lg \frac{P_1}{P_2} \text{ in Bel} \quad \text{oder} \quad 10^{0,1x} = \frac{P_1}{P_2}; x = 10 \lg \frac{P_1}{P_2} \text{ in Dezibel;}$$

für das Spannungs- und Stromverhältnis ergibt sich daraus

$$10^x = \frac{P_1}{P_2} = \left(\frac{A_1}{A_2}\right)^2; 10^{\frac{x}{2}} = \frac{A_1}{A_2}; x = 2 \lg \frac{A_1}{A_2} \text{ in Bel} \quad \text{oder} \quad 10^{0,1x} = \frac{A_1}{A_2}; x = 20 \lg \frac{A_1}{A_2} \text{ in Dezibel.}$$

Sind  $P_1$  und  $P_2$  zwei Leistungen, die aufeinander bezogen werden sollen,  $A_1$  und  $A_2$  die Amplituden von zwei Spannungen, Strömen oder Schalldrücken, die quadratisch in die Leistung eingehen, so erhält man ihr Verhältnis nach den geltenden Bestimmungen als

$$\frac{1}{2} \ln \frac{P_1}{P_2} \text{ und } \ln \frac{A_1}{A_2} \text{ in Neper}^2) \text{ oder als } 10 \lg \frac{P_1}{P_2} \text{ und } 20 \lg \frac{A_1}{A_2} \text{ in Dezibel}^3).$$

Neper und Dezibel nehmen den Charakter von Einheiten für die Dämpfung und Verstärkung von Vierpolen und für den Pegel elektrischer und akustischer Größen an. Für deren zahlenmäßige Ermittlung gelten je nach den Betriebsverhältnissen die in den nächsten Abschnitten angegebenen Regeln.

Zur groben Umrechnung von Neper-Angaben in Dezibel-Angaben und umgekehrt genügt Bild 1. Sehr genau ist:  $1 \text{ N} = 8,686 \text{ db}$ ;  $1 \text{ db} = 0,1151 \text{ N}$ . Schließlich sind für Schritte von  $1/10$  Neper und von ganzen Dezibel auf der Seite 570 ausreichend genaue Werte angegeben.

Die den NEPER-Zahlen 0,00 bis 6,49 in Hundertstel-Stufen und 6,0 bis 20,9 in Zehntel-Stufen entsprechenden Verhältniszahlen sind in der  $e^x$ -Tafel auf S. 550 angegeben. Für  $x \leq 0,1$  gilt die Gleichung  $e^x \approx 1 + x$ . Daraus folgt auch, daß z. B. 0,05 N Meßunsicherheit oder Pegelabweichung gleichbedeutend mit 5% Unsicherheit ist. Es ist gut, wenn man außerdem auswendig weiß, daß 0,7 N dem Spannungs- oder Stromverhältnis 2:1, daß 1,1 N dem Verhältnis 3:1 und daß 2,3 N dem Spannungs- oder Stromverhältnis 10:1 entsprechen. Man kann dann auch schnell überschlagen, daß z. B. 3 N einem Spannungs- oder Stromverhältnis 20:1 oder daß 4,6 N einem Spannungs- oder Stromverhältnis 100:1 entsprechen. Bei Leistungen entsprechen 0,7 N einem Leistungsverhältnis von  $(2:1)^2 = 4:1$  und 2,3 N einem Leistungsverhältnis von  $(10:1)^2 = 100:1$ . Für die Kehrwerte wird auf S. 552 auch eine  $e^{-x}$ -Tafel gebracht.

Aus der Tafel für die den DEZIBEL-Werten entsprechenden Verhältniszahlen (S. 554) lassen sich, da dem Dezibel die Briggschen Logarithmen mit der Basis 10 zugrunde liegen, auch die Verhältniswerte für mehr als 20 oder 10 db leicht ermitteln. Die angegebenen Verhältniswerte verschieben sich periodisch um einen Zehnerfaktor bei Spannungsverhältnissen nach je 20 db (10:1 entspricht 20 db) und bei Leistungsverhältnissen nach je 10 db ( $\sqrt{10}:1$ ). Es entspricht also z. B. der Wert 24 db (= 20 db + 4 db) einem Spannungsverhältnis von  $U_1/U_2 = 10 \cdot 1,585 = 15,85$ ; 67 db (= 3 · 20 db + 7 db) ergeben ein Spannungsverhältnis von  $U_1/U_2 = 10 \cdot 10 \cdot 10 \cdot 2,239 = 2239$ . Die entsprechenden Leistungsverhältnisse  $P_1/P_2$  sind für 24 db (= 2 · 10 db + 4 db) gleich  $10 \cdot 10 \cdot 2,512 = 251,2$ ; für 67 db (= 6 · 10 db + 7 db) gleich  $10^6 \cdot 5,012 = 5\,012\,000$ . Die Praktiker merken sich auch hier gern einige Zahlen, z. B. daß 3 db dem Spannungs- oder Stromverhältnis  $\sqrt{2}:1$ , 6 db also dem Verhältnis 2:1 entsprechen; für 10 db gilt ein Spannungs- oder Stromverhältnis  $\sqrt{10}:1$ , für 20 db also 10:1. Für Leistungsverhältnisse ergeben sich Quadratwerte bei gleichen Dezibelangaben.

Auch hier ist für die Kehrwerte eine Tafel aufgenommen, und zwar auf S. 555.

In der Literatur findet man bei Dezibelwerten immer häufiger Zahlenangaben in „dbm“; damit soll eindeutig und auf kürzeste Weise ausgesagt werden, daß es sich um Leistungspegel, bezogen auf 1 mW (s. S. 534 und S. 547), handelt. 0 dbm entspricht also  $10^{-3} \text{ W}$ , +10 dbm  $\hat{=} 10^{-2} \text{ W}$ , -10 dbm  $\hat{=} 10^{-4} \text{ W}$  usw.

## 2. Grundbegriffe

### SCH EINWIDERSTÄNDE EINES VIERPOLS

Der Eingangswiderstand  $\underline{Z}_1$  eines Vierpols ist nicht nur von den Vierpolwerten, sondern auch vom Abschlußwiderstand  $\underline{Z}_2$  abhängig (Bild 2, links).

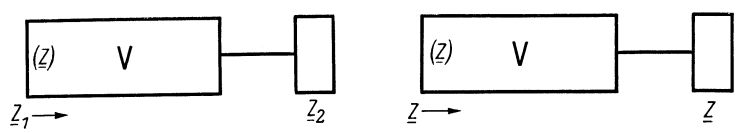


Bild 2 Eingangsscheinwiderstand eines Vierpols

Es ist ohne weiteres ersichtlich, daß im allgemeinen im Fall  $\underline{Z}_2 = 0$  (Kurzschluß am Ausgang)  $\underline{Z}_1 > \underline{Z}_2$  ist, und daß bei  $\underline{Z}_2 = \infty$  (Leerlauf)  $\underline{Z}_1 < \underline{Z}_2$  ist. Bei anwachsendem  $\underline{Z}_2$  steigt der Wert  $\underline{Z}_1$  mit, jedoch um so geringer, je größer die Dämpfung des Vierpols ist. *Wellenwiderstand* (auch *Kennwiderstand* genannt) ist derjenige Scheinwiderstand, bei dem  $\underline{Z}_1 = \underline{Z}_2 = \underline{Z}$  wird (Bild 2, rechts). Einen solchen Vierpol, bei dem Ein- und Ausgang vertauscht werden können, nennt man einen *symmetrischen Vierpol* (Bild 3, links). Im Fall eines *unsymmetrischen Vierpols* sind  $\underline{Z}$  und  $\underline{Z}_1$  die Wellenwiderstände, wenn  $\underline{Z}$  der Eingangsscheinwiderstand bei Abschluß des Ausgangs mit  $\underline{Z}_1$  und wenn  $\underline{Z}_1$  der Ausgangsscheinwiderstand bei Abschluß des Eingangs mit  $\underline{Z}$  ist (Bild 3, rechts).

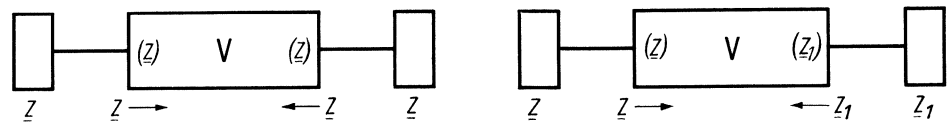


Bild 3 Symmetrischer Vierpol und unsymmetrischer Vierpol

Bei gleichmäßigen (homogenen) Leitungen (symmetrischer Vierpol) ist der Wellenwiderstand nur von den kilometrischen Leitungskonstanten  $C', G', L'$  und  $R'$ , nicht aber von der Länge der Leitung abhängig. Er ist nahezu frequenzunabhängig und auch gleich dem Grenzwert des Scheinwiderstandes bei unendlicher Leitungslänge. Bei der Zusammenschaltung von zwei Leitungen mit verschiedenem Wellenwiderstand entsteht eine Stoßstelle, die den Wellenverlauf stört (s. auch S. 536/537).

Der Wellenwiderstand  $\underline{Z}$  (oder  $\underline{Z}$  und  $\underline{Z}_1$  eines Vierpols) läßt sich aus dem *Leerlauf-Scheinwiderstand*  $\underline{Z}_L$  (entgegengesetztes Ende offen) und dem *Kurzschluß-Scheinwiderstand*  $\underline{Z}_K$  (entgegengesetztes Ende kurzgeschlossen) errechnen aus der Gleichung

$$\underline{Z} = \sqrt{\underline{Z}_L \cdot \underline{Z}_K} \tag{1}$$

Von den beiden sich rechnerisch ergebenden Werten gilt der mit positivem Realteil. Abweichungen des Abschlußwiderstandes vom Wellenwiderstand wirken sich auf den Eingangswiderstand um so weniger aus, je größer die Vierpoldämpfung  $a$  ist. Schon bei  $a > 2 \text{ N}$  gilt näherungsweise: Eingangsscheinwiderstand = Wellenwiderstand.

Ist der innere Widerstand einer Stromquelle rein ohmisch, so erhält man bekanntlich größte Leistung an einem gleich großen Abschlußwiderstand (*Anpassung*). Bei komplexen Widerständen wird

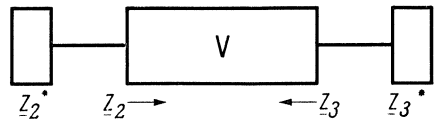


Bild 4 Konjugiert-komplex abgeschlossener Vierpol

größte Leistung dann übertragen, wenn  $\underline{Z}_2^*$  zu  $\underline{Z}_2$  oder wenn  $\underline{Z}_3^*$  zu  $\underline{Z}_3$  konjugiert-komplex ist, d. h., wenn die Beträge und die Winkel von  $\underline{Z}_2^*$  und  $\underline{Z}_2$  oder  $\underline{Z}_3^*$  und  $\underline{Z}_3$  einander gleich, die Winkelvorzeichen jedoch verschieden sind (*konjugiert-komplexe Scheinwiderstände*) (Bild 4).

## VIERPOL-, BETRIEBS- UND RESTDÄMPFUNG

Sind  $\underline{U}_1$  und  $\underline{I}_1$  Spannung und Strom am Anfang,  $\underline{U}_2$  und  $\underline{I}_2$  am Ende eines symmetrischen Vierpols, dann ist bei beiderseitigem Abschluß mit dem Wellenwiderstand

$$\begin{array}{c|c} \text{mit **Neper** als Einheit} & \text{mit **Dezibel** als Einheit} \\ \hline \frac{\underline{U}_1}{\underline{U}_2} = \frac{\underline{I}_1}{\underline{I}_2} = e^g = e^{a \cdot e^{jb}} & \end{array} \quad (2)$$

Dabei ist  $g = a + jb$  das *Übertragungsmaß*;  $a$  heißt das *Dämpfungsmaß*,  $b$  das *Phasenmaß*. Die Dämpfung  $a$  ist dann bestimmt durch das Verhältnis des Betrages der Scheinleistung  $P_{s1} = I_1 U_1$  am Anfang zum Betrag der Scheinleistung  $P_{s2} = I_2 U_2$  am Ende gemäß der Beziehung

$$e^{2a} = \frac{P_{s1}}{P_{s2}}, \quad (3)$$

oder auch

$$a = \ln \frac{U_1}{U_2} = \ln \frac{I_1}{I_2} = \frac{1}{2} \ln \frac{I_1 \cdot U_1}{I_2 \cdot U_2} \quad \left| \quad a = 20 \log \frac{U_1}{U_2} = 20 \log \frac{I_1}{I_2} = 10 \log \frac{I_1 \cdot U_1}{I_2 \cdot U_2} \right. \quad (4)$$

Die so bestimmte Dämpfung  $a$  heißt *Vierpoldämpfung* des symmetrischen Vierpols. Allgemein ist Vierpoldämpfung die Dämpfung eines mit seinen Wellenwiderständen abgeschlossenen Vierpols. Die Voraussetzung der vollkommenen Anpassung ist in der Praxis nur selten erfüllt. Um für beliebig abgeschlossene Vierpole ein bequemes Maß ihrer Dämpfung unter Betriebsverhältnissen

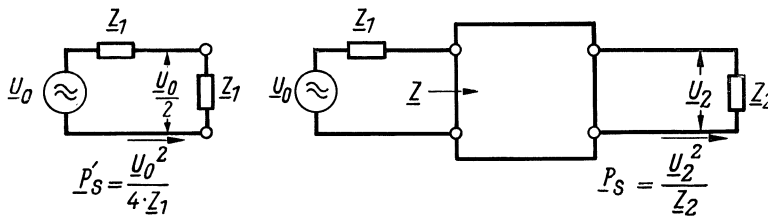


Bild 5 Zum Begriff Betriebsdämpfung

zu haben, hat man den Begriff der *Betriebsdämpfung* geschaffen: Liegt am Eingang des betrachteten Vierpols mit einem beliebigen Wellenwiderstand  $\underline{Z}$  ein Generator mit dem inneren Widerstand  $\underline{Z}_1$ , so ist die Betriebsdämpfung  $a_B$  bestimmt durch das halbe logarithmische Verhältnis der Scheinleistung  $P'_S$ , die der Generator an einen Widerstand  $\underline{Z}_1$  abgeben würde, zu der Scheinleistung  $P_S$ , die er unter Zwischenschaltung des Vierpols an dessen Abschlußwiderstand  $\underline{Z}_2$  abgibt.

Mit den Bezeichnungen des Bildes 5, ferner  $Z = \text{Betrug von } \underline{Z}$  und  $U = \text{Betrug von } \underline{U}$  ist also

$$e^{2a_B} = \frac{P'_S}{P_S} = \frac{U_0^2 \cdot Z_2}{4 U_2^2 \cdot Z_1} \quad (5)$$

oder

$$a_B = \ln \frac{U_0}{2 U_2} + \frac{1}{2} \ln \frac{Z_2}{Z_1} \quad \left| \quad a_B = 20 \log \frac{U_0}{2 U_2} + 10 \log \frac{Z_2}{Z_1} \right. \quad (6)$$

Positives Vorzeichen bedeutet Dämpfung, negatives Vorzeichen bedeutet Verstärkung.

Wie die Gleichung (6) zeigt, hängt die Betriebsdämpfung zunächst einmal vom Verhältnis der Leerlauf-Sendespannung  $U_0$  zur Spannung  $U_2$  am Ende des Vierpols ab. Lineare, d.h. stromunabhängige Vierpole vorausgesetzt, ist dieses Verhältnis unabhängig von der Leerlauf-Sendespannung. Die Betriebsdämpfung des Vierpols hängt aber von seinen Abschlüssen  $Z_1$  und  $Z_2$  ab, so daß es an sich beliebig viele Betriebsdämpfungen des Vierpols gibt. Die Betriebsdämpfung kann also für den unmittelbaren Vergleich zweier Vierpole nur dann herangezogen werden, wenn in beiden Fällen gleiche Abschlußwiderstände gewählt wurden.



Wählt man den Verbraucherwiderstand  $Z_2$  gleich dem Generator-Innenwiderstand  $Z_1$ , so gilt

$$a_B = \ln \frac{U_0}{2U_2} \quad \Bigg| \quad a_B = 20 \log \frac{U_0}{2U_2}. \quad (7)$$

Den Fall der Betriebsdämpfung mit  $Z_1 = Z_2 = 600 \Omega \nrightarrow 0^\circ$  (gleich dem inneren Widerstand des unten behandelten „Normalgenerators“) nennt man die *Restdämpfung*. Das Wort Restdämpfung erklärt sich daraus, daß damit zunächst einmal ausgesagt werden sollte, welchen Rest an Dämpfung die Verstärker in einer Verbindung noch übriglassen. Heute gilt er ganz allgemein auch für verstärkerlose Leitungen.

Bei einer Kette von nicht angepaßten Vierpolen ergibt sich dagegen die Gesamtbetriebsdämpfung nicht ohne weiteres aus den Betriebsdämpfungen der einzelnen Glieder (zusätzliche Stoßdämpfungen!).

## PEGEL

Zur Darstellung der Leistungs- oder Spannungs- und Stromverhältnisse längs eines Übertragungssystems wird der Begriff *Pegel* — ähnlich den Pegelangaben für Wasserstände — gebraucht. Je nach den Größen, die zueinander in ein logarithmisches Verhältnis gesetzt werden, ist zu unterscheiden zwischen *Leistungs-*, *Spannungs-* und *Strompegel*. Wird dabei der Wert an der Meßstelle verglichen mit dem entsprechenden am Anfang des Übertragungssystems, so spricht man vom *relativen Pegel*, wird er verglichen mit einem genormten Bezugswert, so spricht man vom *absoluten Pegel*.

Sind  $P_x$  und  $U_x$  Leistung und Spannung an der Meßstelle,  $P_A$  und  $U_A$  Leistung und Spannung am Anfang des Systems, so ergibt sich demnach:

mit **Neper** als Einheit | mit **Dezibel** als Einheit

für den *relativen Leistungspegel*

$$n = \frac{1}{2} \ln \frac{P_x}{P_A} \quad \Bigg| \quad n = 10 \log \frac{P_x}{P_A}, \quad (8)$$

für den *relativen Spannungspegel*

$$n_U = \ln \frac{U_x}{U_A} \quad \Bigg| \quad n_U = 20 \log \frac{U_x}{U_A}. \quad (9)$$

Der relative Pegel am Anfang der Leitung ist also immer gleich null.

Sind ferner  $P_1$  und  $U_1$  genormte Bezugsgrößen, so gilt für

den *absoluten Leistungspegel*

$$n = \frac{1}{2} \ln \frac{P_x}{P_1} \quad \Bigg| \quad n = 10 \log \frac{P_x}{P_1}, \quad (10)$$

und den *absoluten Spannungspegel*

$$n_U = \ln \frac{U_x}{U_1} \quad \Bigg| \quad n_U = 20 \log \frac{U_x}{U_1}. \quad (11)$$

Es ist zwischenstaatlich festgesetzt, daß diese Normwerte  $P_1$  und  $U_1$  durch einen „Normalgenerator“ gegeben sind, der bei konstanter Leerlaufspannung einen inneren Widerstand von  $Z_1 = 600 \Omega \nrightarrow 0^\circ$  hat und an einen gleichen Belastungswiderstand  $Z_1$  die Leistung  $P_1 = 1 \text{ mW}$  abgibt. Die Leerlaufspannung des Normalgenerators ist demnach  $U_0 = 1,55 \text{ V}$ , der Normwert der Klemmenspannung an dem Belastungswiderstand  $Z_1$  beträgt  $U_1 = 1/2 U_0 = 0,775 \text{ V}$  und der Normwert des in diesem Belastungswiderstand fließenden Stromes  $I_1 = 1,29 \text{ mA}$ . Die Normwerte  $0,775 \text{ V}$ ,  $1,29 \text{ mA}$  und

1 mW werden mit „Spannungs-, Strom- und Leistungspegel Null“ bezeichnet. Mit diesen Normwerten gehen die Gleichungen (10) und (11) über in

$$n = \frac{1}{2} \ln \frac{P_x}{1 \text{ mW}} \quad \left| \quad n = 10 \log \frac{P_x}{1 \text{ mW}} \right. \quad (12)$$

und

$$n_U = \ln \frac{U_x}{0,775 \text{ V}} \quad \left| \quad n_U = 20 \log \frac{U_x}{0,775 \text{ V}} \right. \quad (13)$$

Zur kurzen und eindeutigen Kennzeichnung des auf 1 mW bezogenen Leistungspegels führt es sich immer mehr ein, bei solchen Leistungs-Dezibelangaben statt db die Abkürzung dbm zu wählen.

Wird der Spannungspegel  $n_U$  mit einem hochohmigen Empfänger an Zwischenpunkten der Leitung gemessen, so daß  $Z_2$  durch den Wellenwiderstand der weiterlaufenden Leitung gegeben ist, dann berechnet sich der Leistungspegel am Meßpunkt aus der dort beobachteten Spannung  $U_x$  zu

$$\left. \begin{aligned} n &= \frac{1}{2} \ln \frac{P_x}{1 \text{ mW}} = \frac{1}{2} \ln \frac{U_x^2 \cdot 600 \Omega}{Z_2 \cdot 0,775^2 \cdot \text{V}^2} = \ln \frac{U_x}{0,775 \text{ V}} - \frac{1}{2} \ln \frac{Z_2}{600 \Omega} \\ \text{oder} \quad n &= 10 \log \frac{P_x}{1 \text{ mW}} = 10 \log \frac{U_x^2 \cdot 600 \Omega}{Z_2 \cdot 0,775^2 \cdot \text{V}^2} = 20 \log \frac{U_x}{0,775 \text{ V}} - 10 \log \frac{Z_2}{600 \Omega} \end{aligned} \right\} \quad (14)$$

Der absolute Leistungspegel unterscheidet sich also vom absoluten Spannungspegel an der gleichen Meßstelle lediglich durch die Korrekturgröße  $\Delta = \frac{1}{2} \ln \frac{Z_2}{600 \Omega}$  oder  $\Delta = 10 \log \frac{Z_2}{600 \Omega}$ , die durch die Scheinwiderstandsabweichung von  $Z_2$  gegen  $600 \Omega$  bedingt ist.

Zum Vergleich des Spannungspegels mit dem Leistungspegel bei beliebigem  $Z_2$  dient das in Bild 6 gezeigte Diagramm, das den Unterschied zwischen den Gleichungen (13) und (14) in Abhängigkeit von  $Z_2$  darstellt.

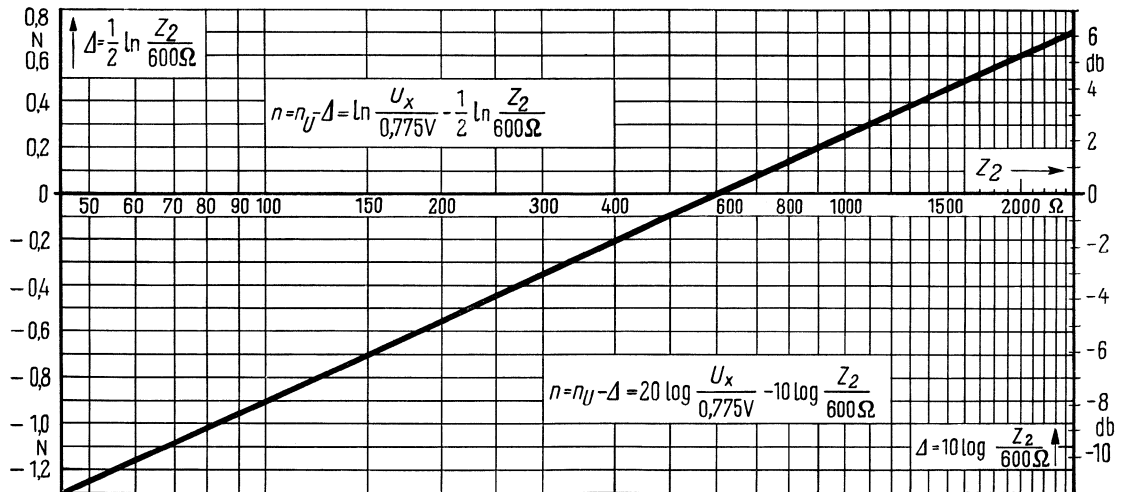


Bild 6 Ermittlung des Leistungspegels  $n$  aus dem Spannungspegel  $n_U$

Wie die Gleichungen (13) und (14) ferner zeigen, wird in dem Fall des beiderseitigen Abschlusses des Vierpols mit  $600 \Omega$  der absolute Leistungspegel  $n$  gleich dem gemessenen Wert des absoluten Spannungspegels  $n_U$  und nach Gleichung (7) mit umgekehrten Vorzeichen auch gleich der Restdämpfung. Vergleichen wir schließlich Gleichung (14) mit Gleichung (6), so zeigt sich, daß der absolute Leistungspegel  $n$  den Betrag der Betriebsdämpfung  $a_B$  hat, wenn  $a_B$  mit einem Normal-



generator als Meßstromquelle bestimmt wird.  $n$  und  $a_B$  unterscheiden sich dann nur durch das Vorzeichen. Es gilt in diesem Fall

$$n = -a_B. \quad (15)$$

Der absolute Spannungspegel wird auch mit *Meßpegel* bezeichnet, wenn der Anfang der Leitung oder des Systems von einem Normalgenerator gespeist wird. Hat die Leitung einen Eingangswiderstand von  $600 \Omega$ ,  $\neq 0$ , dann ist der absolute Spannungspegel gleich dem relativen Spannungspegel gleich dem Meßpegel.

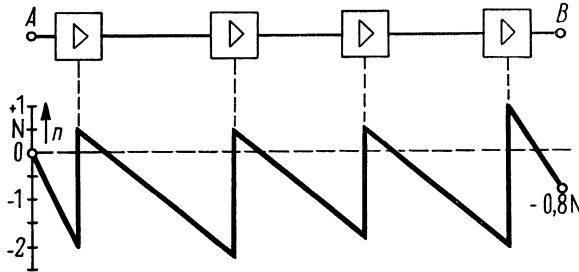


Bild 7 Beispiel für ein Pegeldiagramm

Das *Pegeldiagramm* (Bild 7) zeigt den Verlauf des relativen Leistungspegels längs der Verbindung  $A-B$ ; bei Rundfunkleitungen ist es üblich, den relativen Spannungspegel aufzutragen.

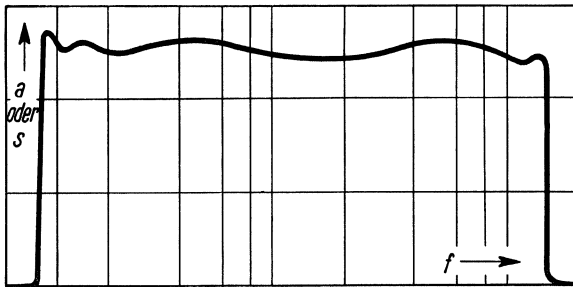


Bild 8 Beispiel einer Pegelkurve

Die *Pegelkurve* (Bild 8), wie sie z. B. der Pegelschreiber selbsttätig aufzeichnet oder das Pegelbildgerät auf einer Braunschen Röhre sichtbar macht, zeigt die Frequenzabhängigkeit des absoluten Pegels an der Meßstelle, also die Dämpfungsverzerrungen des gemessenen Vierpols (s. auch S. 541).

#### RÜCKFLUSS-, STOSS- UND FEHLERDÄMPFUNG

Ist eine Leitung nicht genau mit ihrem Wellenwiderstand abgeschlossen oder werden zwei Leitungen mit verschiedenen Wellenwiderständen miteinander verbunden, so wird an dieser *Stoßstelle* durch den *Anpassungsfehler* der Wellenverlauf der Spannungen und Ströme gestört. Es entsteht durch *Reflexion* eine zurücklaufende Welle, die am Leitungsanfang eine echo-ähnliche Störwirkung hervorrufen kann. Hierbei ist der Begriff der *Reflexions-* oder *Rückflußdämpfung* (früher *Echodämpfung* genannt) üblich; sie ergibt sich dadurch, daß man die Leistung, die eine am Leitungsende



angepaßte Leitung  $\underline{Z}_1$  aufnehmen würde, zu der zurückfließenden Leistung bei Anschluß der nicht angepaßten Leitung  $\underline{Z}_2$  in Beziehung zueinander setzt. Die Rechnung ergibt:

$$\begin{array}{c} \text{mit Neper als Einheit} \quad | \quad \text{mit Dezibel als Einheit} \\ a_r = \ln \left| \frac{1}{r} \right| = \ln \left| \frac{\underline{Z}_2 + \underline{Z}_1}{\underline{Z}_2 - \underline{Z}_1} \right| \quad \left| \quad a_r = 20 \log \left| \frac{1}{r} \right| = 20 \log \left| \frac{\underline{Z}_2 + \underline{Z}_1}{\underline{Z}_2 - \underline{Z}_1} \right|. \end{array} \quad (16)$$

$$\text{Die Größe } r = \frac{\underline{Z}_2 - \underline{Z}_1}{\underline{Z}_2 + \underline{Z}_1} \quad (17)$$

heißt *Reflexionsfaktor*. Im Fall  $\underline{Z}_2 = \underline{Z}_1$  besteht *Anpassung*.

In der Übertragungsrichtung gibt die Stoßstelle Anlaß zu einer *Stoßdämpfung*  $a_{st}$ . Hier wird die Leistung, die eine angepaßte Leitung (mit  $\underline{Z}_1$ ) aufnehmen würde, zu der Leistung, die die nicht angepaßte Leitung (mit  $\underline{Z}_2$ ) aufnimmt, in Beziehung zueinander gesetzt; die Rechnung ergibt:

$$a_{st} = \ln \left| \frac{\underline{Z}_1 + \underline{Z}_2}{2 \sqrt{\underline{Z}_1 \cdot \underline{Z}_2}} \right| \quad \left| \quad a_{st} = 20 \log \left| \frac{\underline{Z}_1 + \underline{Z}_2}{2 \sqrt{\underline{Z}_1 \cdot \underline{Z}_2}} \right|. \quad (18)$$

Die Stoßdämpfung ermittelt sich also aus dem Verhältnis vom Betrag des arithmetischen Mittels der zusammenstoßenden Wellenwiderstände zu dem Betrag ihres geometrischen Mittels. Die Anpassung darf nach Betrag und Phase ziemlich mangelhaft sein, bevor eine wesentliche Stoßdämpfung entsteht.

In Gabelschaltungen verursacht der Scheinwiderstandsunterschied zwischen der Nachbildung der Leitung und der wirklichen Leitung eine Rückkopplung, die unter besonderen Umständen zur Selbsterregung der Leitungen führen kann. Die Genauigkeit des erreichten Abgleichs der Nachbildung kennzeichnet man durch die *Fehlerdämpfung*. Diese ist bestimmt durch den Scheinwiderstand  $\underline{Z}_N$  der Nachbildung und den Scheinwiderstand  $\underline{Z}$  der Leitung gemäß der Gleichung

$$a_F = \ln \left| \frac{\underline{Z} + \underline{Z}_N}{\underline{Z} - \underline{Z}_N} \right| \quad \left| \quad a_F = 20 \log \left| \frac{\underline{Z} + \underline{Z}_N}{\underline{Z} - \underline{Z}_N} \right|. \quad (19)$$

Im allgemeinen ist die Fehlerdämpfung stark frequenzabhängig. Man kennzeichnet dann die Güte der Nachbildung durch den kleinsten Wert der Fehlerdämpfung innerhalb des Übertragungsbereichs der Leitung, z. B. zwischen 300 und 3400 Hz. Beim *Pfeifpunkt* erhält man die Fehlerdämpfung für die *Pfeiffrequenz*.

In der Hochfrequenz-Technik wird der durch die Zusammenschaltung von  $\underline{Z}_1$  und  $\underline{Z}_2$  entstehende Anpassungsfehler meistens aus der Spannungsverteilung längs einer mit  $\underline{Z}_2$  abgeschlossenen koaxialen oder Hohlleiter-Meßleitung ( $\underline{Z}_1$ ) durch Bestimmung des Spannungsgrößtwertes und Spannungskleinstwertes ermittelt. Der *Reflexionsfaktor*  $r$  ist dann

$$r = \frac{U_{\max} - U_{\min}}{U_{\max} + U_{\min}}. \quad (20)$$

Die Bestimmung des Reflexionsfaktors  $r$  aus  $U_{\max}$  und  $U_{\min}$  ist deshalb vorteilhaft, weil sich in der HF-Technik Spannungen leichter messen lassen als Scheinwiderstände.

Weiterhin kennt man die Begriffe:

$$\text{Welligkeit } m = \frac{U_{\max}}{U_{\min}} \quad \text{mit} \quad \frac{U_{\max}}{U_{\min}} \geq 1 \quad (21)$$

und die reziproke Größe

$$\text{relative Knotenhöhe } m' = \frac{U_{\min}}{U_{\max}} \quad \text{mit} \quad 0 < \frac{U_{\min}}{U_{\max}} \leq 1. \quad (22)$$

Der Zusammenhang zwischen  $r$ ,  $m$  und  $m'$  ist folgender:

$$r = \frac{m - 1}{m + 1} = \frac{1 - m'}{1 + m'} \quad (23)$$

$$m = \frac{1 + r}{1 - r} = \frac{1}{m'} \quad (24)$$

$$m' = \frac{1 - r}{1 + r} = \frac{1}{m}. \quad (25)$$

## NEBENSPRECHDÄMPFUNGEN, KOPPLUNGEN

*Nebensprechen* ist der Sammelbegriff für die gegenseitige elektrische Beeinflussung von Nachrichtenleitungen. Im einzelnen wird zwischen *Nahnebensprechen* (Bild 9a) und *Fernebensprechen* (Bild 9b) unterschieden, je nachdem ob die Stromquelle der störenden Leitung und die Meßstelle

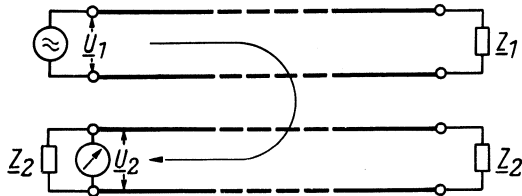


Bild 9a Nahnebensprechen

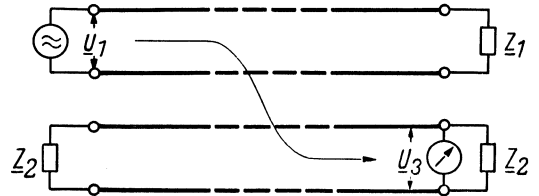


Bild 9b Fernnebensprechen

der gestörten Leitung am gleichen oder entgegengesetzten Ende liegen. Die gegenseitige Beeinflussung von zwei Stammleitungen oder von zwei Phantomkreisen wird näher mit *Übersprechen* bezeichnet im Gegensatz zum *Mitsprechen* bei der gegenseitigen Beeinflussung von Phantomkreis und Stammleitung des gleichen Verseilelements.

Die *Nebensprechdämpfung* errechnet sich aus dem Verhältnis der in den Anfang der störenden Leitung gesendeten Scheinleistung  $P_{S1}$  zu der am Anfang oder Ende der gestörten Leitung unter bestimmten Abschlußbedingungen auftretenden unerwünschten Scheinleistung  $P_{S2}$  oder  $P_{S3}$ . Es gilt also mit den Bezeichnungen der Bilder 9a und 9b für die *Nahnebensprechdämpfung*

mit **Neper** als Einheit | mit **Dezibel** als Einheit

$$a_n = \frac{1}{2} \ln \frac{P_{S1}}{P_{S2}} = \ln \frac{U_1}{U_2} + \frac{1}{2} \ln \frac{Z_2}{Z_1} \quad \left| \quad a_n = 10 \log \frac{P_{S1}}{P_{S2}} = 20 \log \frac{U_1}{U_2} + 10 \log \frac{Z_2}{Z_1} \quad (26)$$

und für die *Fernebensprechdämpfung*

$$a_f = \frac{1}{2} \ln \frac{P_{S1}}{P_{S3}} = \ln \frac{U_1}{U_3} + \frac{1}{2} \ln \frac{Z_2}{Z_1} \quad \left| \quad a_f = 10 \log \frac{P_{S1}}{P_{S3}} = 20 \log \frac{U_1}{U_3} + 10 \log \frac{Z_2}{Z_1} \quad (27)$$

Mit gleichen Wellenwiderständen ( $Z_1=Z_2$ ) ergibt sich also die Nebensprechdämpfung als logarithmisches Verhältnis von zwei leicht zu messenden Spannungen.

Der *Grundwert der Nebensprechdämpfung* ist definiert zu

$$a_0 = \frac{1}{2} \ln \frac{P_{S1}}{P_{S2}} \quad \left| \quad a_0 = 10 \log \frac{P_{S1}}{P_{S2}} \quad (28)$$

Hierin bedeuten  $P_{S1}$  die Nutzscheinleistung und  $P_{S2}$  die Störscheinleistung an der betrachteten Stelle des gestörten Kreises unter der Voraussetzung, daß die Scheinleistungen am Pegel null in beiden Kreisen gleich sind.

Zum Grundwert der Nebensprechdämpfung  $a_0$  steht die gemessene Nebensprechdämpfung  $a_n$  oder  $a_f$  in folgender Beziehung:

$$a_0 = a_n - (n_1 - n_2) \quad \text{und} \quad a_0 = a_f - (n_1 - n_2) \quad (29)$$

Dabei ist  $n_1$  der relative Pegel des störenden Kreises an der Anschaltstelle der Meßstromquelle,

$n_2$  der relative Pegel des gestörten Kreises an der Anschaltstelle des Meßhörers.

Sind bei gleichartigen Kreisen  $n_1$  und  $n_2$  die Pegel am Anfang und am Ende der Verstärkerfeldabschnitte des störenden und des gestörten Kreises, so muß die gemessene Nah- und Fernnebensprechdämpfung für einen solchen Abschnitt

$$a_n \text{ oder } a_f \geq a_0 + a \quad (30)$$

sein, wobei  $a_0$  wieder den Grundwert und  $a$  die Dämpfung des Verstärkerfeldes bedeuten.

Die den Hauptanteil des Nebensprechens verursachenden Kapazitätsunterschiede werden als *Kopplungen* folgendermaßen bezeichnet:

Vorgang innerhalb eines Vierers V	Bezeichnung	Dämpfung	Kopplung
Übersprechen Stamm 1 auf Stamm 2 .....	1/2	$a_1$	$k_1$
Mitsprechen Stamm 1 auf Phantomkreis .....	1/Ph	$a_2$	$k_2$
Mitsprechen Stamm 2 auf Phantomkreis .....	2/Ph	$a_3$	$k_3$
Erdunsymmetrie des Stammes 1 .....	E/1	—	$e_1$
Erdunsymmetrie des Stammes 2 .....	E/2	—	$e_2$
Erdunsymmetrie des Phantomkreises .....	E/Ph	—	$e_3$
Vorgang zwischen Nachbarvierern I und II			
Übersprechen von			
Phantomkreis I auf Phantomkreis II .....	I/II	$a_4$	$k_4$
Stamm 1 des Vierers I auf Phantomkreis II .....	I <sub>1</sub> /II	$a_5$	$k_5$
Stamm 2 des Vierers I auf Phantomkreis II .....	I <sub>2</sub> /II	$a_6$	$k_6$
Phantomkreis I auf Stamm 1 des Vierers II .....	I/II <sub>1</sub>	$a_7$	$k_7$
Phantomkreis I auf Stamm 2 des Vierers II .....	I/II <sub>2</sub>	$a_8$	$k_8$
Stamm 1 des Vierers I auf Stamm 1 des Vierers II .....	I <sub>1</sub> /II <sub>1</sub>	$a_9$	$k_9$
Stamm 1 des Vierers I auf Stamm 2 des Vierers II .....	I <sub>1</sub> /II <sub>2</sub>	$a_{10}$	$k_{10}$
Stamm 2 des Vierers I auf Stamm 1 des Vierers II .....	I <sub>2</sub> /II <sub>1</sub>	$a_{11}$	$k_{11}$
Stamm 2 des Vierers I auf Stamm 2 des Vierers II .....	I <sub>2</sub> /II <sub>2</sub>	$a_{12}$	$k_{12}$

$a_1 \dots a_{12}$  bedeuten immer Nahnebensprechdämpfungen. Fernnebensprechdämpfungen werden durch Index f gekennzeichnet, z.B. Fernübersprechen von Phantomkreis I auf Stamm 2 des Vierers II:  $a_{f8}$ , Dämpfungen oder Kopplungen zwischen Nachbarvierern in verschiedenen Lagen (Sternvierer) durch einen zusätzlichen Stern, z.B.  $k_8^*$ , Nebensprechdämpfungen bei vertauschten Leitungen durch einen Strich, also z.B.  $a'_1$  als Übersprechdämpfung von Stamm 2 auf Stamm 1.

Setzt man  $\frac{1}{4} k_1 = k$  und  $\frac{1}{2} k_2$  oder  $\frac{1}{2} k_3 = k$ , so gilt mit  $Z$  (in Ohm) als Abschlußwiderstand eines kurzen Leitungsstückes zwischen  $k$  (in Farad) und der Nebensprechdämpfung  $a_n$  die Beziehung

$$a_n = \ln \frac{2}{Z \cdot \omega \cdot k} \text{ in Neper} \quad \text{und} \quad a_n = 20 \log \frac{2}{Z \cdot \omega \cdot k} \text{ in Dezibel}, \quad (31)$$

wobei  $Z = \sqrt{Z_1 \cdot Z_2}$  oder  $Z = \sqrt{Z_1 \cdot Z_{Ph}}$  oder  $Z = \sqrt{Z_2 \cdot Z_{Ph}}$  ist.

#### BEZUGSDÄMPFUNGEN

Ein Normal-Fernsprechsystem, nämlich der in Paris im Laboratorium des „Internationalen Beratenden Ausschusses für Telefonie auf große Entfernungen“ (CCIF) aufgestellte *Fernsprech-Ureichkreis* (SFERT)<sup>1</sup> bildet in der Praxis für die Messungen an Fernsprechgeräten den internationalen Bezugspunkt. Sender, Leitung und Empfänger dieses Normalsystems haben vorgeschriebene Werte, die jederzeit objektiv nachgemessen und auf ihren Sollwert eingeregelt werden können.

Die Messungen an Mikrofonen und Telefonen bestehen im Vergleichen der mit ihnen erzeugten Spannung und Lautstärke mit der des Ureichkreises. Das hierfür gewählte Maß heißt die *Bezugsdämpfung* des betreffenden Gerätes, und zwar *Sendebzugsdämpfung* beim Mikrofon und *Empfangsbzugsdämpfung* beim Telefon. Die Bezugsdämpfung eines beliebigen Systems oder Systemteils ist die Zahl in Neper oder Dezibel, die den Unterschied seiner Lautstärke gegen die des betreffenden Teiles des Normalsystems angibt. Dabei gibt positive Bezugsdämpfung an, daß das betreffende System leiser ist als das entsprechende des Ureichkreises.

<sup>1</sup> Système fondamental européen de référence pour la transmission téléphonique.



Damit Bezugsdämpfungs-Messungen an einem beliebigen Ort vorgenommen werden können, wurden die *Arbeitseichkreise* geschaffen, die einfacher aufgebaut sind und ihrerseits wieder am Ureichkreis geeicht werden.

Die Bezugsdämpfungs-Messungen an einem Eichkreis sind sehr zeitraubend und mit allen Nachteilen einer „subjektiven“ Messung behaftet. Nur durch häufige Wiederholung jeder Messung unter Beteiligung zahlreicher Personen kann eine hinreichende Genauigkeit erzielt werden. Diese Nachteile werden durch den *Objektiven Bezugsdämpfungs-Meßplatz* Rel 33 A 41 (s. S. 253) nach K. Braun vermieden, bei dem die Bezugsdämpfung an einem Meßinstrument unmittelbar abgelesen wird.

#### ÜBERTRAGUNGSMASS VON MIKROFONEN, TELEFONEN UND LAUTSPRECHERN

Das *Übertragungsmaß*  $\underline{u}_M$  eines Mikrofons wird in  $\frac{\text{mV}}{\mu\text{b}}$  angegeben

als das Verhältnis der erzeugten Leerlaufspannung zu dem an seiner Membran angreifenden Schalldruck (*Druckübertragungsmaß*)

oder als das Verhältnis der erzeugten Leerlaufspannung zu dem Schalldruck einer ungestörten ebenen Welle, in die das Mikrofon eingebracht wird (*Feldübertragungsmaß*).

An Stelle der Leerlaufspannung (*Leerlaufübertragungsmaß*) kann auch die Klemmenspannung angegeben werden, die das Mikrofon an einen Widerstand abgibt, mit dem es betriebsmäßig belastet wird (*Betriebsübertragungsmaß*).

Das *Übertragungsmaß* eines Telefons  $\underline{u}_T$  wird in  $\frac{\mu\text{b}}{\text{V}}$  angegeben

als das Verhältnis des unter definierter akustischer Belastung (z.B. Abschluß mit Ohrvolumen) erzeugten Schalldruckes zu der angelegten Klemmenspannung

oder als das Verhältnis des unter definierter akustischer Belastung erzeugten Schalldruckes zu der Leerlaufspannung eines angeschlossenen Generators; in diesem Fall ist  $\underline{u}_T$  abhängig von der Größe des Generatorwiderstandes.

Das *Übertragungsmaß* eines Lautsprechers  $\underline{u}_L$  wird in  $\frac{\mu\text{b}}{\text{V}}$  angegeben

als das Verhältnis des in einem bestimmten Abstand (z.B. 1,6 m) erzeugten Schalldruckes zur angelegten Klemmenspannung

oder als das Verhältnis des in einem bestimmten Abstand (z.B. 1,6 m) erzeugten Schalldruckes zu der Leerlaufspannung eines angeschlossenen Generators; in diesem Fall ist  $\underline{u}_L$  abhängig von der Größe des Generatorwiderstandes. Der Meßabstand ist jeweils anzugeben.

Außer für Mikrofone oder Telefone und Lautsprecher kann das Übertragungsmaß für jeden Teil einer elektroakustischen Übertragungsanlage angegeben werden. Man kann z.B. das Verhältnis der Spannung an den Leitungsklemmen eines Fernsprechers zum Schalldruck angeben; dieses Verhältnis nennt man *Sendeübertragungsmaß* des Fernsprechers. Gemessen wird meist bei Abschluß der Fernsprecherschaltung mit 600  $\Omega$ . Entsprechend ist das *Empfangsübertragungsmaß* eines Fernsprechers das Verhältnis des am Telefon erzeugten Schalldruckes zu der Leerlaufspannung eines Generators von z.B. 600  $\Omega$ , an den die Fernsprecherschaltung angeschlossen wird. Schließlich kann man noch das *Gesamtübertragungsmaß* einer Übertragungsanlage, gerechnet vom Mikrofon über die dazwischenliegenden Schaltelemente, Leistungsverstärker usw. bis zum Telefon oder Lautsprecher angeben, als das Verhältnis des am Ende erzeugten Schalldruckes zu dem auf das Mikrofon gegebenen Schalldruck.

Zu beachten ist, daß die hier definierten Übertragungsmaße verschiedene Maßeinheiten haben. Man mißt *Sendeübertragungsmaße* in  $\text{mV}/\mu\text{b}$ , *Leistungs-, Schaltungs- oder Verstärkerübertragungsmaße* in  $\text{mV}/\text{mV}$ , *Empfangsübertragungsmaße* in  $\mu\text{b}/\text{V}$  und *Gesamtübertragungsmaße* in  $\mu\text{b}/\mu\text{b}$ . Von dem so definierten Übertragungsmaß ist das auf S. 533 erwähnte (Vierpol-)Übertragungsmaß zu unterscheiden, das ein logarithmisches Maß ist.

Damit die Empfindlichkeit mehrerer Sender oder Empfänger mit verschiedenen inneren Widerständen  $\underline{Z}$  verglichen werden können, ist die *Übertragungsgröße*  $\underline{\dot{U}}$  eingeführt worden; sie ist für das Mikrofon:

$$\underline{\dot{U}}_M = \frac{\underline{\dot{u}}_M}{\sqrt{\underline{Z}}} \left[ \frac{\text{mV}}{\mu\text{b}\sqrt{\Omega}} \right] \quad (32)$$

und für das Telefon oder den Lautsprecher:

$$\underline{\dot{U}}_{T,L} = \underline{\dot{u}}_{T,L} \sqrt{\underline{Z}} \left[ \frac{\mu\text{b}\sqrt{\Omega}}{\text{V}} \right]. \quad (33)$$

## FREMDSPANNUNGEN

Als *Fremdspannung* bezeichnet man die in einem Übertragungssystem durch fremde Stromquellen hervorgerufene Spannung, und zwar bei Frequenzgemischen die effektive Summenspannung. Beim Abhören über ein Telefon entsteht ein subjektiver Störeindruck. Dieser hängt nicht nur vom Betrag der Fremdspannung, sondern auch von der Verteilung der Frequenzen ab, weil die Empfindung des menschlichen Ohres und das Übertragungsmaß des Telefons frequenzabhängig sind.

Die entsprechend frequenzbewertete Spannung heißt *Geräuschspannung*. Um die Geräuschspannung objektiv messen zu können, gibt man dem Anzeigegerät vor der effektiven Summierung ein Filter, dessen Übertragungsmaß als mittlerer Frequenzgang von Ohr und Telefon vom CCIF festgesetzt ist („A-Filter“). Dabei wurde 800 Hz als Bezugsfrequenz gewählt, d.h. für einen reinen Ton von 800 Hz ist die Geräuschspannung gleich der Fremdspannung (Geräuschspannungsmesser s. S. 447, 453 und 456).

Die *Störspannung in der Starkstromleitung* ist diejenige 800-Hz-Spannung, die an Stelle der Betriebsspannung in einer Starkstromleitung wirkend, in einer benachbarten Fernsprechleitung die gleichen Störungen erzeugen würde, wie die wirkliche Betriebsspannung mit allen ihren Oberwellen. Da die induktive Komponente des Scheinwiderstandes der Starkstromnetze meist die Wirkkomponente bedeutend überwiegt, kann die Kopplung zwischen den Leitungen als frequenzunabhängig angesetzt werden. Das Verhältnis der Störspannung zur Betriebsspannung wird mit *Fernsprechformfaktor der Spannung* bezeichnet. Entsprechendes gilt für den Strom (Gerät s. S. 450).

## VERZERRUNGEN

Die Güte einer Übertragung wird nicht nur durch Leistungsverluste und durch Geräusche, sondern auch durch die verschiedenen Verzerrungen beeinträchtigt.

*Dämpfungsverzerrungen* sind vorhanden, wenn die Betriebsdämpfungen eines Vierpols für die verschiedenen zu übertragenden Frequenzen nicht gleich sind; sie werden auch *lineare Verzerrungen* genannt und z.B. mit dem Pegelschreiber gemessen. Dämpfungsverzerrungen lassen sich durch Entzerrungsglieder mit spiegelbildlichem Frequenzgang der Dämpfung ausgleichen.

*Phasenverzerrungen* sind vorhanden, wenn der Gang des Winkelmaßes  $\beta$  mit der Kreisfrequenz  $\omega$  vom linearen Normalverlauf abweicht. Bei Fernsprechkreisen und bei Rundfunkleitungen äußert sich das durch den Unterschied der (Gruppen-)Laufzeit  $d\beta/d\omega$  bei 800 Hz gegen die Laufzeit der unteren und der oberen Frequenz des Übertragungsbereiches. *Laufzeit* ist die Zeitspanne, die ein Höchstwert der Hüllkurve einer Gruppe von zwei Sinuswellen der benachbarten Kreisfrequenzen  $\omega$  und  $\omega + d\omega$  braucht, um den Sprechkreis zu durchlaufen.

*Nichtlineare Verzerrungen* treten auf, wenn bei der Übertragung einer ursprünglich reinen Sinusschwingung höhere Teilschwingungen (Oberschwingungen) entstehen. Werden mehrere Schwingungen auf ein nichtlineares Übertragungsglied gegeben, so entstehen neben den Oberschwingungen auch noch Kombinationstöne, die die Übertragungsgüte meist in weit höherem Maße beeinträchtigen

als die Oberschwingungen. Praktisch stören im wesentlichen die Differenzöne erster und zweiter Ordnung (*quadratische* und *kubische Verzerrungen*).

Der *Klirrfaktor* kennzeichnet die Nichtlinearität eines Übertragungsgliedes bei einer Frequenz. Er wird gebildet durch das Verhältnis der effektiven Summe der Oberschwingungsamplituden zur effektiven Summe der Grund- und Oberschwingungsamplituden in Prozent<sup>1)</sup> und kann dabei auch für jede Oberschwingung einzeln angegeben werden, z. B.

$$k_3 = 100 \frac{\text{Amplitude der dritten Teilschwingung}}{\text{effektive Summe der Grund- und Oberschwingungsamplituden}} \text{ in Prozent.} \quad (34)$$

Es wird auch der Ausdruck *Klirrdämpfung* verwendet. Es ist

$$a_k = \ln \frac{100}{k} \text{ in Neper} \quad \text{oder} \quad a_k = 20 \log \frac{100}{k} \text{ in Dezibel.} \quad (35)$$

Den Kurven in Bild 10 kann der Wert der Klirrdämpfung  $a_k$  in Neper für die in Prozent oder Promille gemessenen Klirrfaktoren  $k$  entnommen werden.

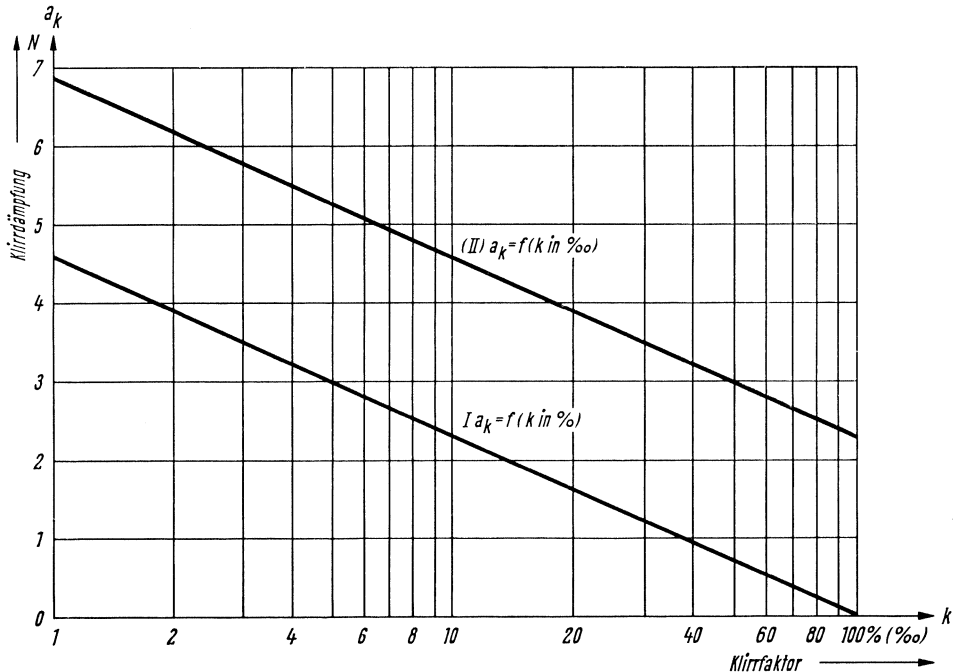


Bild 10 Zusammenhang zwischen Klirrfaktor  $k$  und Klirrdämpfung  $a_k$  in Neper

Bei Funksystemen mit Frequenzmodulation entsteht ein „statischer Klirrfaktor“ durch Nichtlinearitäten in den Modulatoren und Demodulatoren, sowie ein „dynamischer Klirrfaktor“ durch Laufzeitfehler auf dem hochfrequenten Übertragungsweg. Um beide Arten meßtechnisch getrennt zu erfassen, muß man bei der Messung des statischen Klirrfaktors, der frequenzunabhängig ist, eine möglichst niedrige Modulationsfrequenz verwenden, damit bezüglich der Laufzeit ein quasistationärer Zustand herrscht. Bei der Messung des frequenzabhängigen dynamischen Klirrfaktors soll die Modulationsfrequenz so hoch sein, daß die Verzerrungen durch Laufzeitfehler eine gut meßbare Größe haben, aber nur so hoch, daß die interessierende 3. Harmonische noch in das Übertragungsband fällt.

<sup>1)</sup> Die ältere Festsetzung lautete: Effektivsumme der Oberschwingungsamplituden zur Grundschwingungsamplitude; bei kleinen Klirrfaktoren (bis etwa 20 ‰) stimmen die Zahlenwerte nach beiden Formeln praktisch überein.

### 3. Allgemeine Meßverfahren der Nachrichtentechnik

#### BRÜCKENVERFAHREN

Dieses Verfahren beruht bekanntlich darauf, daß eine aus mehreren zum Teil veränderbaren Zweigen gebildete Schaltung so abgeglichen wird, daß zwischen zwei Punkten (im Nullzweig der Brücke) kein Spannungsunterschied auftritt. Ist diese Bedingung erfüllt, so kann eine unbekannt GröÙe aus den übrigen bekannten ermittelt werden. Damit bei Wechselspannung die Bedingung erfüllt wird, müssen die Brückenarme nach Betrag und Winkel abgeglichen werden. Es sind also im allgemeinen mindestens zwei Abgleichelemente nötig, und zwar nicht nur bei Messungen von Scheinwiderständen, sondern auch von Wirk- und Blindwiderständen wegen der unvermeidlichen Fehlwinkel.

Wesentlich für das Brückenverfahren ist es, daß das Anzeigegerät im Nullzweig keinerlei Eichung bedarf, sondern nur empfindlich sein muß. Dementsprechend läßt sich die Empfindlichkeit des Brückenabgleichs weitgehend steigern. Die Meßgenauigkeit der Brücke dagegen ist begrenzt durch die Genauigkeit der verwendeten Normale und durch den Einfluß der Schaltung.

Das einfachste Anzeigegerät im Bereich der Tonfrequenzen ist der Meßhörer in Verbindung mit dem Ohr. Das menschliche Ohr hat zwar eine geringe Empfindlichkeit für Änderungen einer Lautstärke, dagegen eine sehr hohe absolute Empfindlichkeit. Neben dieser hohen Empfindlichkeit ist der Meßhörer außerordentlich überlastbar und kann daher ohne Umschaltung über einen großen Bereich benutzt werden. Begrenzt ist die Empfindlichkeit durch die Reizschwelle des Ohres. Reicht die Empfindlichkeit nicht aus, so ist dem Meßhörer ein Verstärker vorzuschalten, der die Empfindlichkeitsschwelle entsprechend hebt.

Die Lage der Reizschwelle hängt — außer von der Frequenz und von individuellen Faktoren — von Art und Stärke störender Nebengeräusche ab. Die Messung in lärmgefüllten Räumen erfordert daher schon für verhältnismäßig geringe Meßempfindlichkeit die Benutzung eines Empfangsverstärkers mit Zeigerablesung.

Hat der Nullzweig der abgeglichenen Meßschaltung Spannung gegen umgebende Außenleiter und damit meist gegen Erde, so werden Ströme fließen, die diesem Potentialunterschied und der betreffenden Ableitung entsprechen und das Meßergebnis fälschen. Daher ist man nach Möglichkeit bestrebt, die Schaltung symmetrisch gegen den Nullzweig zu gestalten, so daß dieser bei gleichfalls symmetrischer Stromquelle von selbst das Potential der Umgebung annimmt.

#### VERGLEICHsverfahren

Die gesuchte MeßgröÙe wird durch Vergleich mit einer entsprechenden GröÙe ermittelt, die regelbar und bekannt ist. Die Gleichheit wird dabei durch Lautstärke-Hörvergleich oder Ausschlagsvergleich an einem Anzeigegerät festgestellt. Das Verfahren wird angewendet, wenn nur das Verhältnis zweier GröÙen gesucht ist, insbesondere, wenn ohne Rücksicht auf Phase nur der Betragsvergleich erforderlich ist.

In den meisten Fällen handelt es sich um Dämpfungsmessungen an Vierpolen. Man bestimmt dann das gesuchte logarithmische Verhältnis von Anfangs- und Endspannung in der Weise, daß ein in Dämpfungswerten geeichter, veränderbarer Vierpol (Eichleitung) parallel an die Anfangsspannung geschaltet und seine Ausgangsspannung auf gleichen Betrag mit der Endspannung geregelt wird (z. B. Dämpfungs-Meßeinrichtung, S. 240). Die Vergleichsspannung kann nötigenfalls auch von einer zweiten Stromquelle geliefert werden. Es ist dabei aber notwendig, daß die absolute Spannung der beiden Stromquellen bekannt ist (z. B. Normalgenerator).

Kennzeichnend für das Vergleichsverfahren ist der geringere Aufwand derartiger Schaltungen, besonders bei Hörvergleich, bei dem jedoch die Genauigkeit durch die Unterschiedempfindlichkeit des Ohres beschränkt ist (auf etwa 10% oder 0,1 N). Ein Verstärker allein vermag hieran nichts zu ändern, doch ist es bei genügender Leistung möglich, die Meßspannung gleichzurichten und einem Spannungsmesser zuzuführen. Die so erhaltene eindeutige Anzeige ist von besonderer Be-

deutung, damit die Gefahr subjektiver Meßfehler vermieden wird, wie sie ein Lautstärkevergleich, namentlich bei verschiedener Klangfarbe, mit sich bringt. Derartige Geräte sind im allgemeinen so ausgeführt, daß der Verstärker wahlweise zur Anzeige oder als Hörverstärker benutzt werden kann (z. B. die Spannungsmesser auf den S. 412 und 444).

#### PFEIFPUNKTVERFAHREN

Eine andere Art, Dämpfungen oder Verstärkungen zu messen, besteht darin, daß man das System unbekannter Dämpfung mit einem System bekannter und regelbarer Verstärkung (oder umgekehrt) zu einem Ring schließt, dessen Gesamtdämpfung null ist. Die Gesamtdämpfung null ist daran erkenntlich, daß eine ganz kleine Steigerung der Verstärkung das System zum „Pfeifen“ bringt (daher der Name Pfeifpunktverfahren). Die unbekannte Dämpfung ist dann dem Betrage nach gleich der bekannten Verstärkung und umgekehrt. Es handelt sich also bei dem Pfeifpunktverfahren auch um ein Nullverfahren. Es hat den Vorzug, daß als Anzeigeorgan ein Nullgerät (meist Meßhörer) genügt. Weiter hat es den Vorzug, daß sich eine besondere Stromquelle erübrigt. Die Pfeiffrequenz ist diejenige, bei der das Gesamtsystem die geringste Dämpfung hat.

#### UNMITTELBARE ANZEIGE DES MESSWERTES

Die bisher beschriebenen Verfahren erfordern meistens mehrere Einstellungen und Ablesungen. Die Meßgeräteentwicklung zielt dahin, den dadurch bedingten größeren Zeitaufwand soweit wie möglich herabzusetzen. Dies ist nur möglich, wenn der Meßwert unmittelbar an einem Meßinstrument oder an einer Braunschen Röhre abgelesen werden kann. Eine solche unmittelbare Eichung bedingt hochwertige, d. h. vor allem konstante und bei großem Frequenzbereich frequenzunabhängige Schaltungselemente. Dort, wo für empfindlichere Meßbereiche Röhren verwendet werden, erreicht man durch eine einfache Eichung vor jeder Meßreihe oder durch besondere Schaltmaßnahmen eine ausreichende Beständigkeit des Übertragungsmaßes. Unmittelbar anzeigende Geräte sind z. B. Strom- und Spannungsmesser (s. S. 407), Pegelmesser (S. 235), Geräuschspannungsmesser (S. 407). Darüber hinaus sind für viele Meßzwecke schreibende (s. S. 282) und auf dem Schirm einer Braunschen Röhre „zeichnende“ Geräte (s. S. 290 und 294) entwickelt worden.

#### VERFAHREN ZUR FREQUENZANALYSE

Zur Kennzeichnung eines Frequenzgemisches ist eine einzige Größe oft nicht hinreichend, sondern die Bestimmung der frequenzmäßigen Zusammensetzung notwendig. Die bekannten älteren *oszillographischen Verfahren* zur Analyse von Frequenzgemischen sind nicht nur sehr zeitraubend, sondern auch meist nicht aufschlußreich genug. Das *Suchtonverfahren* gestattet bei großen Auflösungsvermögen die unmittelbare Messung (Anzeige oder Aufschreiben) der einzelnen Teiltöne. Das gesamte Frequenzgemisch wird mit einem stetig veränderbaren Suchton von bekannter Frequenz und konstanter Amplitude moduliert und über ein feststehendes Bandfilter gegeben. Je nach der Lage des Suchtons wird eine bestimmte Frequenz des Gemisches gemessen. Das Suchtonverfahren hat den Vorzug, daß bei sehr großem Auflösungsvermögen das Ergebnis der Frequenzanalyse leicht unmittelbar aufgezeichnet werden kann. Dies erfordert jedoch im allgemeinen einen verhältnismäßig großen Aufwand. In vielen Fällen genügt eine *Grobanalyse*, die man nach dem *Filterverfahren* mit einem von Hand umschaltbaren Bandfilter (Oktavsieb, S. 114, Terzsieb, S. 116 und 118) vornimmt. Mit diesem läßt sich aus dem Frequenzgemisch der jeweils eingestellte Teilbereich heraussieben und von einem geeigneten Gerät zur Anzeige bringen oder der zeitliche Verlauf aufzeichnen (Oszillograph). Die einzelnen Oszillogramme können dann noch weiter analysiert werden. Das Suchtonverfahren wie auch das Filterverfahren von Hand erfordern verhältnismäßig lange Analysierzeiten (etwa 1 bis 10 Minuten). Vorgänge, die sich innerhalb dieser Zeit stark ändern, können also nicht erfaßt werden.



#### 4. Meßverfahren der Fernseh-Übertragungstechnik

In der Fernseh-Übertragungstechnik werden neben den allgemein üblichen Begriffen der Nachrichtentechnik eine Reihe von zusätzlichen Begriffen angewandt, die sich aus dem Aufbau des Fernsehsignals ergeben. Die wesentlichen seien hier genannt.

*Bild*: Die aus einer festgelegten Zeilenzahl zusammengesetzte Bildfläche, nach der europäischen Norm aus zwei *Halbbildern* mit  $2 \times 312,5 = 625$  Zeilen.

*Zeile*: Ein waagerechter Bildausschnitt, zu deren Abtastung die *Zeilendauer*, Kurzbezeichnung *H*, benötigt wird; ihr Kehrwert ist die *Horizontalfrequenz*, auch *Zeilenfrequenz* genannt.

*Halbbilddauer*: Die für die Abtastung eines Halbbildes benötigte Zeit, Kurzbezeichnung *V*; ihr Kehrwert ist die *Vertikalfrequenz*.

*Bilddauer*: Zeit zur Abtastung eines Bildes; der Kehrwert wird mit *Bildfolgefrequenz* bezeichnet.

*Bildsignal*: Entspricht den Spannungen, die sich bei der Abtastung des Bildes nach deren Umwandlung in einem elektrooptischen Wandler ergeben, Kurzbezeichnung *B*.

*Austastsignal*: Aus Horizontal- und Vertikal-Austastpuls zusammengesetzt, Kurzbezeichnung *A*; es dient zur Austastung des Rücklaufs bei Zeilen- und Bildwechsel.

*Synchronsignal*: Aus den Horizontal- und Vertikal-Synchronpuls und Ausgleichpuls zusammengesetzt, Kurzbezeichnung *S*; es dient zur Synchronisation des Empfängers auf den Abtaster.

*Signalgemisch*: Aus dem Bildsignal, Austastsignal und Synchronsignal zusammengesetzt, Kurzbezeichnung *BAS*; im *BAS*-Signal sind den einzelnen Signalen besondere Pegelwerte zugeordnet, deren Verhältnis beachtet werden muß (S. 378).

*Austastwert*: Der Bezugswert im *BAS*-Signal für den Schwarzwert, Weißwert und Synchronwert. Der *Schwarzwert* unterscheidet sich vom Austastwert durch einen konstanten prozentualen Wert, durch die sogenannte Schwarzabhebung. Der *Weißwert* ist der höchste Spannungswert im Bildsignal. Der *Synchronwert* ist der dem Scheitel des Synchronpuls zugehörige Spannungswert. Legt man relative Werte zugrunde und hat das *BAS*-Signal vom Synchronwert bis zum Weißwert den Aussteuerbereich von 100%, so gilt: Weißwert = 100%; Schwarzwert = 35%, Austastwert = 30%, Synchronwert = 0%.

*Steigzeit* und *Fallzeit* von Rechteckwellen oder der im Signalgemisch enthaltenen Pulse: Diejenige Zeit, in der sich der Signalwert von 10% auf 90% des Endwertes ändert.

*Schwarzwert-Haltung*: Schaltungen, die zur Übertragung oder Wiedereinführung der mittleren Bildhelligkeit dienen. Man kennt hier *Schaltungen mit getasteten Dioden* (Klemmschaltungen), bei denen z. B. der Schwarzwert mit seinem Niveau durch getastete Dioden festgehalten wird. Zur Tastung dienen Synchronpulse, die über Abtrenn- und Verstärkerstufen dem *BAS*-Signal entnommen werden. Bei der *Schwarzwert-Haltung mit Einzeldiode* (Schwarzwert-Diode) baut sich das Signal durch Spitzengleichrichtung auf den Synchronwert auf.

*Videofrequenztechnik* (VF-Technik): Technik zur Übertragung der bei der Abtastung entstehenden Frequenzen. Der *Video-Verstärker* verstärkt das *BAS*-Signal im *Videofrequenzband*.

Wegen des großen Frequenzbereichs der Bildsignale ist man bei der Umsetzung in den Trägerfrequenzbereich daran interessiert, nur ein *Seitenband* zu übertragen. Eine vollkommene Trennung der beiden Seitenbänder, die nahe beim Träger beginnen, ist technisch nicht zu verwirklichen. Man wendet daher in der Übertragungs- und Rundstrahltechnik einen alten Vorschlag von Nyquist an, nämlich die Filterflanke (*Nyquistflanke*) symmetrisch zum Träger zu legen, so daß vom unterdrückten Seitenband die Frequenzen nahe dem Träger noch teilweise übertragen werden und ihre Amplituden bei der Demodulation die unterdrückten Amplituden des anderen Seitenbandes ergänzen. Eine genaue Einhaltung der Nyquistflanke ergibt hohe Anforderungen. Zum einfachen Einstellen der Filter wird mit Hilfe der Seitenband-Meßeinrichtung Rel 3 D 334 (S. 390) die Seitenband-Charakteristik auf dem Bildschirm des Kontrolloszillographen sichtbar gemacht.

Bei der Abtastung eines Bildes nach europäischer Norm treten Frequenzgruppen von 0 bis rund 10 MHz auf, von denen vereinbarungsgemäß die Frequenzen bis 5 MHz übertragen werden. Die Frequenz Null entspricht der mittleren Bildhelligkeit und muß bei einer guten Bildwiedergabe

enthalten sein. Der Gleichstrom braucht aber nicht übertragen zu werden, da er an beliebige Stelle mit sogenannten Klemmschaltungen wiedergewonnen werden kann.

Aus einer Entfernung von etwa der sechsfachen Bildhöhe wird das Zwischenzeilenflimmern vom Auge nicht mehr als störend empfunden. Bei diesem Abstand können aber auch nur Bildelemente erkannt werden, die Frequenzen unterhalb 5 MHz enthalten. Vom CCIF wurde daher empfohlen, die im Bild enthaltenen Frequenzen von 30 Hz bis 5 MHz zu übertragen. In diesem Videofrequenzbereich arbeitet man vereinbarungsgemäß mit einem Wellenwiderstand von  $75 \Omega$  und einem Übergabepegel von  $1 V_{\text{Spitze} - \text{Spitze}}$  ( $1 V_{\text{SS}}$ ), das ist der Spannungsunterschied zwischen Synchronspitze und größtem Weißpegel.

Die Fernseh-Übertragungstechnik über Funk und Draht ist so weit entwickelt, daß es gelingt, diese Frequenzgruppen über weite Entfernungen ohne störende Verformung zu übertragen. Hierzu ist es notwendig, daß sie die Übertragungsstrecken nicht nur amplitudengetreu, sondern auch mit gleicher Geschwindigkeit durchlaufen, da das Auge im Bild bereits Zeitunterschiede von 100 ns als störend empfindet.

Besonders hohe Anforderungen treten bei der Wiedergabe von kontrastreichen Bildern auf durch ihre scharfen Übergänge von Schwarz nach Weiß. Ein Schwarz-Weiß-Sprung ist im elektrischen Spannungsverlauf durch einen Amplitudensprung nachbildbar, wie er bei Rechteckwellen gegeben ist. Es war daher naheliegend, zur Beurteilung der Güte von Fernseh-Einrichtungen als Meßspannung Rechteckwellen mit genormtem Anstieg zu verwenden. Ein gutes Bild erfordert aber auch eine unverzerrte Übertragung der Helligkeitswerte (Gradation). Einen stetigen oder stufenweisen Anstieg der Helligkeit von Schwarz nach Weiß kann man elektrisch durch einen Spannungsverlauf nachbilden, der einer *Sägezahn- oder Treppenkurve* entspricht. Die Verformung dieser Wellen stellt ein Maß für die Übertragungsgüte dar. Sie kann mit einem Kontrolloszillographen beobachtet werden.

Eine sehr genaue Messung der Verzerrung oder Linearität ist mit einem zusammengesetzten Signal möglich. Einer Sägezahn- oder Treppenspannung wird eine sinusförmige HF-Spannung (1 bis 5 MHz) überlagert, die die Kennlinie im Takt der Zeilenfrequenz abtastet, wobei die Aussteuerung durch die Sägezahnspannung gegeben ist. Neben diesen Grundsignalen sind Austast- und Synchronpulse notwendig, um im betriebsmäßigen Arbeitsbereich prüfen zu können.

Eine Meßstromquelle für Fernseh-Einrichtungen muß also Prüfsignale abgeben, die außer Rechteck-, Sägezahn- oder Treppenspannungen noch Austast- und Synchronpulse enthalten. Der Prüfsignalgeber Rel 3 W 419 mit Prüfsignalmischer Rel 3 W 420 (S. 376) liefert die dort gezeigten genormten Prüfsignale, deren Verformung im Meßobjekt mit dem Fernseh-Kontrolloszillographen Rel 3 U 127 (S. 397) sichtbar gemacht werden kann. Mit diesen Geräten lassen sich schnell und in einfacher Weise die Eigenschaften des Weges zwischen Video-Eingang und Video-Ausgang mit Prüfsignalen überwachen und messen. Für besondere Messungen, z. B. zur Fehlereingrenzung, sind für das Videoband einschließlich des Tonfrequenzbandes der wobbelbare Video-Meßsender Rel 3 W 28 (S. 382) und der Pegelmesser Rel 3 D 333 (S. 350) vorgesehen. Der Pegelmesser dient auch zum Messen der Fremdspannung und des Abstandes der Störspannungen von der Nutzspannung; er mißt wahlweise Effektiv- und Spitzenwerte. Selektive Messungen sind mit dem Selektiven Pegelmesser Rel 3 D 317 (S. 354) möglich. Bei der Einrichtung von langen Übertragungsstrecken, bei denen das Video-Frequenzband in eine höhere Frequenzlage umgesetzt wird, ist eine genaue Entzerrung der Einzelabschnitte in bezug auf Dämpfung und Laufzeit nach Pflichtenheftbedingungen und nach Empfehlungen des CCIF erforderlich. Hierfür eignet sich der Wobbel-Meßplatz für Gruppenlaufzeit- und Dämpfungsverzerrungen Rel 33 L 61 (S. 386), bei dem die Verzerrungskurven auf dem Bildschirm der eingebauten Kathodenstrahlröhre sichtbar gemacht werden.

Die Übertragung von Fernsehbildern stellt große Anforderungen an die Reflexionsfreiheit der Übertragungsstrecken, da durch doppelte Reflexionen nachlaufende Bilder (Geister) entstehen. Mit dem Meßplatz Rel 33 K 115 (S. 188) können Reflexionen von Promille an Verstärkerfeldabschnitten geortet werden. Für genaue punktweise Messung des Eingangswiderstandes von Koaxialkabeln und Geräten dienen die Anpassungsmesser Rel 3 R 219 (S. 177) und Rel 3 R 21 (S. 180), die Betrag und Phase messen, und der Reflexionsfaktormesser Rel 3 R 29 (S. 183), der den Betrag des Reflexionsfaktors am Instrument anzeigt.

## 5. Meßverfahren der Mikrowellentechnik

Viele in der Mikrowellentechnik übliche Meßverfahren weichen sowohl in der Wahl der Kenngrößen als auch in der Art der Ausführung, Auswertung und Darstellung von denen der übrigen Nachrichtentechnik ab. Eine scharfe Frequenzgrenze, ab der mit Mikrowellen-Meßverfahren gearbeitet werden muß, läßt sich dabei nicht ziehen; es kann schon bei verhältnismäßig tiefen Frequenzen (einige zehn Megahertz) erforderlich sein, auf diese Verfahren überzugehen.

Beim Übergang von der Koaxial- zur Hohlleitertechnik verlieren manche Größen, wie z.B. Spannung, Strom und Widerstand, hinsichtlich ihres Absolutwertes ihren Sinn, da sie nicht ohne weiteres unmittelbar gemessen werden können oder ihre Kenntnis nicht besonders interessiert. Man bezieht sich dann auf relative Einheiten, wie den Reflexionsfaktor, bei dem die Abweichungen gegenüber dem Anpassungsfall angegeben werden.

Es ist auch günstiger und einfacher, nicht mit Frequenzen, sondern mit dem Begriff der Wellenlänge zu rechnen. Dadurch werden Formeln und Vorgänge leichter übersehbar und anschaulicher. Auch graphische Mittel werden angewandt, wie z.B. das Kreis-(Smith-)Diagramm, das in übersichtlicher Form eine Bestimmung der Übertragungseigenschaften selbst schwieriger Schaltungen gestattet.

Alle Messungen und Berechnungen müssen auf eine induktions- und verschiebungsstromfreie Fläche bezogen werden. Es ist zweckmäßig, dafür eine Schnittfläche senkrecht zur Wellenfortpflanzungsrichtung im Leiter zu nehmen, die genügend weit von Störstellen entfernt liegt.

Die *Angabe von Strom oder Spannung* in Mikrowellenkreisen ist nur dann eindeutig, wenn der Widerstand am Meßort bekannt ist. Bei nicht angepaßten Leitungen schwanken sie — als Folge der vor- und rücklaufenden Welle — periodisch entlang der Leitung; sie sind also ortsabhängig. Eine auch bei Vorhandensein größerer Reflexionen ausreichend genau meßbare Größe ist die durch den Leitungsquerschnitt übertragene Leistung. Sie läßt sich mit Durchgangsleistungsmessern nach dem Richtungskoppler-Prinzip sowohl hinsichtlich des vor- als auch des rücklaufenden Anteils getrennt erfassen. Zur Messung werden meist Richtleiterschaltungen herangezogen. Bei Endleistungsmessern sind überwiegend thermische und kalorimetrische Verfahren gebräuchlich, z.B. Messung der Übertemperatur eines Widerstandes im Thermischen Leistungsmesser Rel 3 U 81/84 (S. 430).

In Hohlleiterschaltungen ist für Absolutangaben nur die Leistung sinnvoll. Bei Relativmessungen werden aber oft den Feldstärkekomponenten proportionale Spannungen zur Aussage über die Zustände im Leiter (z.B. Anpassungsverhältnisse) herangezogen. Als Maß für die Leistung dient wie üblich das Watt; für Pegelangaben hat es sich eingebürgert, ein Milliwatt als Bezugspunkt zu wählen und die verfügbare Leistung in einem logarithmischen Maßstab (dbm, s. S. 531) anzugeben.

Das bekannteste Meßgerät zur *Bestimmung von Widerständen und Reflexionsfaktoren* ist die Meßleitung (Rel 3 R 221, 224; S. 192 und 195). Durch Abtastung der Spannungsverteilung (Amplitudenverhältnis) der in ihrem Wellenwiderstand genau bekannten und präzise aufgebauten Leitung kann der Betrag, durch Vergleich mit einem bekannten Normal (üblicherweise Kurzschlußleitung) kann die Phase ermittelt werden. Bei Anwendung spezieller Meßverfahren lassen sich auch eine große Anzahl anderer Messungen durchführen, wie Bestimmung der Vierpolkonstanten, der Permeabilität, der Dielektrizitätskonstante, des Verlustwinkels usw. Auch Brückenverfahren werden im Mikrowellengebiet zur Reflexionsfaktorbestimmung herangezogen. Mit ihnen lassen sich besonders kleine Werte sehr genau erfassen. In der Koaxialtechnik sind die Brücken vielfach als Topfkreise (Rel 3 R 29, S. 183) aufgebaut. Im allgemeinen wird der Betrag gemessen; durch zusätzlichen Aufwand läßt sich auch die Phase bestimmen.

Die meist angewandten *Dämpfungsmeßverfahren* entsprechen sowohl im Meßvorgang als auch in der Auswertung der sonst üblichen Technik. Man wendet Vergleichsmessungen an, wobei als Dämpfungsnormale ohmsche Dämpfungsglieder (Rel 3 B 314, Rel 3 B 315, S. 144), Eichleitungen (Rel 3 D 17, S. 140) und kapazitive Teiler (Rel 3 B 75, 76; S. 150) herangezogen werden. Zur Bestimmung großer Dämpfungen dienen empfindliche Meßempfänger (Rel 3 U 415, S. 464, Rel 3 U 418, S. 466) nach dem Überlagerungsprinzip, die in ihrem Zwischenfrequenzteil geeichte Dämpfungsmittel enthalten. Für kleine und mittlere Werte wird die Dämpfung auch durch unmittelbaren Leistungsvergleich bestimmt.

Zur *Frequenzmessung* sind in der Praxis hauptsächlich Absorptions- und Überlagerungsfrequenzmesser gebräuchlich. Sie können als Durchgangs- oder Endmeßgeräte aufgebaut sein. Bei Absorptionsfrequenzmessern (Rel 3 F 120, Rel 3 F 121, S. 104, Rel 3 F 112, S. 106, Rel 3 F 135, Rel 3 F 136, S. 108) wird ein geometrisch definierter Koaxial- oder Hohlraum als resonanzfähiges Gebilde verwendet. Durch geeignete Ausführung läßt sich eine geringe absolute und relative Meßunsicherheit (einige  $10^{-5}$  bis  $10^{-4}$ ) erzielen. Mit Überlagerungsfrequenzmessern (z. B. Rel 3 F 113, S. 100) kann gegenüber den obigen Werten noch etwa ein Faktor 100 gewonnen werden. Frequenzraster (Frequenz-Eichgerät Rel 3 F 122, S. 94) geben Vielfache einer Grundfrequenz; sie werden zum Eichern von Sendern und Empfängern und zur Erzeugung von Frequenzmarken benützt.

## 6. Verbindungsleitungen, Erdung und Schirmung von Meßplätzen

Die Kennwerte der Verbindungsleitungen in den Meßplätzen können das Meßergebnis beeinflussen. Der Grad der Beeinflussung hängt auch vom Meßverfahren ab. Beim Nullverfahren beispielsweise gehen die Kennwerte der Leitungen zwischen den Meßgeräten nicht in das Ergebnis ein, ebenfalls nicht beim Vergleichsverfahren, wenn die Wellenwiderstände von Normal- und Meßobjekt nach Betrag und Phase übereinstimmen. In anderen Meßfällen müssen jedoch die Kennwerte der Leitungen berücksichtigt werden.

Besondere Bedeutung kommt bei Scheinwiderstands-Messungen den Leitungen zum Meßobjekt zu. Ihr Einfluß auf das Meßergebnis hängt vom Wert des zu messenden Scheinwiderstandes  $Z$  ab und ist nach Größe und Charakter verschieden, je nachdem, ob  $Z$  niederohmig oder hochohmig gegen den Wellenwiderstand  $Z_z$  der Zuleitung ist oder ob die Widerstände annähernd übereinstimmen.

Für den Eingangswiderstand  $Z_K$  einer kurzgeschlossenen Leitung gilt  $Z_K = Z \cdot \tanh g$ . Sind die Leitungen nicht viel länger als  $1/20$  der Wellenlänge der jeweiligen Meßspannung, so kann für  $\tanh g \approx g \left(1 - \frac{g^2}{3}\right)$  gesetzt werden. Wird weiter — bei Vernachlässigung von  $R$  und  $G$  —

für  $g = \sqrt{j\omega L \cdot j\omega C} = j\omega \sqrt{L \cdot C}$  und für  $Z_z = \sqrt{\frac{L}{C}}$  gesetzt, so gilt

$$Z_K = Z \cdot \tanh g \approx Z_z \cdot g \left(1 - \frac{g^2}{3}\right) = j\omega L \left(1 + \frac{\omega^2 L C}{3}\right). \quad (36)$$

Das heißt die Zuleitung kann — solange  $\frac{\omega^2 L \cdot C}{3} \ll 1$  ist — ersetzt werden durch ihre Induktivität, der ein Drittel ihrer Kapazität parallelgeschaltet ist. Für den Eingangsleitwert  $G_z$  der kurzen leerlaufenden Leitung ergibt sich entsprechend, daß sie ersetzt werden kann durch ihre Kapazität, der ein Drittel ihrer Induktivität vorgeschaltet ist. Hieraus folgt für den praktischen Fall, daß bei Messungen an Meßobjekten, deren Scheinwiderstand groß gegen den Wellenwiderstand der Zuleitung ist, die Kapazität der Zuleitung berücksichtigt werden muß, und bei Messungen an niederohmigen Meßobjekten die Induktivität der Zuleitung.

In der Nähe der Anpassung geht man von nachfolgenden Formeln aus, um Fehler durch nicht angepaßte Verbindungsleitungen abschätzen zu können. Bei einem Meßobjekt mit dem Wellenwiderstand  $Z$  und einer Verbindungsleitung mit dem Wellenwiderstand  $Z_z$  gilt allgemein für den Eingangswiderstand  $Z_e$ :

$$Z_e = Z \cdot \frac{1 + \frac{Z_z}{Z} \cdot \tanh g}{1 + \frac{Z}{Z_z} \cdot \tanh g}. \quad (37)$$

Wird wieder wie vorher bei kurzen Längen für  $\tanh g \approx g \left(1 - \frac{g^2}{3}\right)$  und für  $g = j\omega \sqrt{L \cdot C}$  eingeführt, so folgt

$$Z_e = Z \left[ 1 + g \left(1 - \frac{g^2}{3}\right) \left( \frac{Z_z}{Z} - \frac{Z}{Z_z} \right) \right]. \quad (38)$$

Eine kurze Zuleitung abweichenden Wellenwiderstandes kann man auch auffassen als eine Leitung

mit  $Z$  und überschüssiger Induktivität oder Kapazität. Führt man in die Gleichung (37) bei weiterer Vernachlässigung für  $\tanh g \approx g = j\omega \sqrt{L_z \cdot C_z}$  und für  $Z_z = \sqrt{\frac{L_z}{C_z}}$  ein, so kann man bei relativ kleinen  $Z$ -Abweichungen schreiben

$$Z_e = Z + j\omega L_z \left(1 - \frac{Z^2}{Z_z^2}\right). \quad (39)$$

Bei genauen Scheinwiderstands-Messungen müssen schon bei Frequenzen oberhalb 500 kHz Verbindungsleitungen verwendet werden, die in ihrem Wellenwiderstand mit dem des Meßobjektes übereinstimmen. Ob das der Fall ist, läßt sich z.B. mit den Anpassungsmessern Rel 3 R 219 (S. 177), Rel 3 R 21 (S. 180), Rel 3 R 29 (S. 183) und mit der Scheinwiderstands-Meßbrücke Rel 3 R 217 (S. 170) ermitteln.

Allgemein sind bei höheren Frequenzen ( $> 10$  MHz) schon relativ kurze Leitungen nicht mehr kurz gegen die Wellenlänge der Meßspannung; sie wirken dann als Transformationsglieder, so daß Spannung und Strom und damit der Widerstand an den beiden Enden weitgehend voneinander abweichen können. Für eine leerlaufende Leitung gilt z.B. die Beziehung zwischen der Spannung  $U_1$  am Anfang und der Spannung  $U_2$  am Ende

$$U_1 = U_2 \cdot \cosh g = U_2 \cdot \cos jg \quad \text{oder} \quad U_2 = \frac{U_1}{\cos jg}. \quad (40)$$

Das heißt für  $|g| = \frac{\pi}{4}$  wird  $\cos jg = 0$  und  $U_2 = \infty$ .

Ist  $r = \frac{Z_2 - Z_1}{Z_2 + Z_1}$  der Reflexionsfaktor, so schwankt (s. S. 537) die Eingangsspannung gegen die Ausgangsspannung um die Welligkeit

$$m = \frac{U_{\max}}{U_{\min}} = \frac{1 + r}{1 - r}.$$

Bei Frequenzen oberhalb 100 kHz gibt es in der Koaxialtechnik in der Regel kein *Erdungsproblem*: sorgfältig durchgeführte Schirmung und Verdrosselung und geringe Eindringtiefe der Felder hoher Frequenz in den Schirm verhindern Störströme. In der NF- und TF-Meßtechnik dagegen ist die richtige Erdung der einzelnen Meßgeräte unter sich und mit dem Meßobjekt zu beachten, um Fehler bei der Messung hoher Dämpfungen oder kleiner Spannungen zu vermeiden. Erde oder Masse sind dort anzuschließen, wo die Spannung zugeführt oder abgegriffen wird. Diese Bedingung ist am besten mit geschirmten Leitungen erfüllt, deren Schirm die Erdverbindung herstellt. Dieses Prinzip entspricht dem der Koaxialtechnik, bei der gewährleistet ist, daß der Strom im Innenleiter mit dem des Außenleiters übereinstimmt, Störströme also vermieden sind. Auch sonst werden bei der symmetrischen Technik weitgehend die Prinzipien der Koaxialtechnik angewandt. Die Erdung von Meßplätzen soll nur einmal, und zwar am Sender erfolgen. Ist das Meßobjekt mit seinem Schirm oder seiner Masse unmittelbar mit Erde verbunden (verlegte Kabel, Gestelle), so ergibt sich eine Erdung des Meßplatzes über den Schirm der Verbindungsleitung zum Meßobjekt. In der Regel ist es nicht störend, wenn die Erde außerdem über die Netzleitung herausgeführt wird; diese „Erde“ soll jedoch mit der Erde des Meßobjekts möglichst identisch sein.

Bei der Messung großer Dämpfungen ( $> 14$  N) oder kleiner Kopplungen ( $< 10$  nH) kann u. U. durch diese Mehrfacherdung der Meßwert beeinflußt werden; das läßt sich aber durch Umpolen am Meßobjekt erkennen. Oft werden in diesen Fällen Meßfehler auf nicht sinnvolle Erdung zurückgeführt, sie treten aber durch zu hohe Spannung Ader/Erde als Folge nicht ausreichender Symmetrie des Empfängers auf.

Der *Schirmung* gegen elektrische und magnetische Störfelder kommt in der Meßtechnik besondere Bedeutung zu, da hier auf engem Raum große Potentialunterschiede beherrscht werden müssen. Die Sender sind zu schirmen, damit sie kein Störfeld abstrahlen, die empfindlichen Empfänger, damit sie keine Störfelder empfangen. Für die Verbindungsleitungen gilt das gleiche. Die Abschirmung elektrischer Felder ist einfach. Mit relativ dünnen Metallflächen können diese Felder von der Frequenz Null ab in ihrer Störwirkung unterdrückt werden. Auch die Abschirmung magnetischer Felder wird heute beherrscht. Bei tiefen Frequenzen ( $< 100$  bis  $< 1000$  Hz) wählt man Material hoher Permeabilität. Bei hohen Frequenzen wird durch die Wirbelstromverluste das Eindringen des Feldes in Metalle gedämpft.

## II. Tafeln

### 1a. Tafel für $e^x$

Mit  $x$  in Neper liefert diese Tafel z.B. Spannungsverhältnisse  $U_1/U_2$  mit  $U_1 > U_2$ . Leistungsverhältnisse für  $x$  liest man bei dem Wert  $2x$  ab.

$\frac{x}{N}$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>0,0</b>	1,	1,010	1,020	1,030	1,041	1,051	1,062	1,073	1,083	1,094
<b>0,1</b>	1,105	1,116	1,127	1,139	1,150	1,162	1,174	1,185	1,197	1,209
<b>0,2</b>	1,221	1,234	1,246	1,259	1,271	1,284	1,297	1,310	1,323	1,336
<b>0,3</b>	1,350	1,363	1,377	1,391	1,405	1,419	1,433	1,448	1,462	1,477
<b>0,4</b>	1,492	1,507	1,522	1,537	1,553	1,568	1,584	1,600	1,616	1,632
<b>0,5</b>	1,649	1,665	1,682	1,699	1,716	1,733	1,751	1,768	1,786	1,804
<b>0,6</b>	1,822	1,840	1,859	1,878	1,896	1,916	1,935	1,954	1,974	1,994
<b>0,7</b>	2,014	2,034	2,054	2,075	2,096	2,117	2,138	2,160	2,181	2,203
<b>0,8</b>	2,226	2,248	2,271	2,293	2,316	2,340	2,363	2,387	2,411	2,435
<b>0,9</b>	2,460	2,484	2,509	2,535	2,560	2,586	2,612	2,638	2,664	2,691
<b>1,0</b>	2,718	2,746	2,773	2,801	2,829	2,858	2,886	2,915	2,945	2,974
<b>1,1</b>	3,004	3,034	3,065	3,096	3,127	3,158	3,190	3,222	3,254	3,287
<b>1,2</b>	3,320	3,353	3,387	3,421	3,456	3,490	3,525	3,561	3,597	3,633
<b>1,3</b>	3,669	3,706	3,743	3,781	3,819	3,857	3,896	3,935	3,975	4,015
<b>1,4</b>	4,055	4,096	4,137	4,179	4,221	4,263	4,306	4,349	4,393	4,437
<b>1,5</b>	4,482	4,527	4,572	4,618	4,665	4,711	4,759	4,807	4,855	4,904
<b>1,6</b>	4,953	5,003	5,053	5,104	5,155	5,207	5,259	5,312	5,366	5,419
<b>1,7</b>	5,474	5,529	5,585	5,641	5,697	5,755	5,812	5,871	5,930	5,989
<b>1,8</b>	6,050	6,110	6,172	6,234	6,297	6,360	6,424	6,488	6,554	6,619
<b>1,9</b>	6,686	6,753	6,821	6,890	6,959	7,029	7,099	7,171	7,243	7,316
<b>2,0</b>	7,389	7,463	7,538	7,614	7,691	7,768	7,846	7,925	8,004	8,085
<b>2,1</b>	8,166	8,248	8,331	8,415	8,499	8,585	8,671	8,758	8,846	8,935
<b>2,2</b>	9,025	9,116	9,207	9,300	9,393	9,488	9,583	9,679	9,777	9,875
<b>2,3</b>	9,974	10,07	10,18	10,28	10,38	10,49	10,59	10,70	10,80	10,91
<b>2,4</b>	11,02	11,13	11,25	11,36	11,47	11,59	11,70	11,82	11,94	12,06
<b>2,5</b>	12,18	12,30	12,43	12,55	12,68	12,81	12,94	13,07	13,20	13,33
<b>2,6</b>	13,46	13,60	13,74	13,87	14,01	14,15	14,30	14,44	14,59	14,73
<b>2,7</b>	14,88	15,03	15,18	15,33	15,49	15,64	15,80	15,96	16,12	16,28
<b>2,8</b>	16,44	16,61	16,78	16,95	17,12	17,29	17,46	17,64	17,81	17,99
<b>2,9</b>	18,17	18,36	18,54	18,73	18,92	19,11	19,30	19,49	19,69	19,89
<b>3,0</b>	20,09	20,29	20,49	20,70	20,91	21,12	21,33	21,54	21,76	21,98
<b>3,1</b>	22,20	22,42	22,65	22,87	23,10	23,34	23,57	23,81	24,05	24,29
<b>3,2</b>	24,53	24,78	25,03	25,28	25,53	25,79	26,05	26,31	26,58	26,84
<b>3,3</b>	27,11	27,39	27,66	27,94	28,22	28,50	28,79	29,08	29,37	29,67
<b>3,4</b>	29,96	30,27	30,57	30,88	31,19	31,50	31,82	32,14	32,46	32,79
<b>3,5</b>	33,12	33,45	33,78	34,12	34,47	34,81	35,16	35,52	35,87	36,23
<b>3,6</b>	36,60	36,97	37,34	37,71	38,09	38,47	38,86	39,25	39,65	40,04
<b>3,7</b>	40,45	40,85	41,26	41,68	42,10	42,52	42,95	43,38	43,82	44,26
<b>3,8</b>	44,70	45,15	45,60	46,06	46,53	46,99	47,47	47,94	48,42	48,91
<b>3,9</b>	49,40	49,90	50,40	50,91	51,42	51,94	52,46	52,98	53,52	54,05

$\frac{x}{N}$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
4,0	54,60	55,15	55,70	56,26	56,83	57,40	57,97	58,56	59,15	59,74
4,1	60,34	60,95	61,56	62,18	62,80	63,43	64,07	64,72	65,37	66,02
4,2	66,69	67,36	68,03	68,72	69,41	70,11	70,81	71,52	72,24	72,97
4,3	73,70	74,44	75,19	75,94	76,71	77,48	78,26	79,04	79,84	80,64
4,4	81,45	82,27	83,10	83,93	84,77	85,63	86,49	87,36	88,23	89,12
4,5	90,02	90,92	91,84	92,76	93,69	94,63	95,58	96,54	97,51	98,49
4,6	99,48	100,5	101,5	102,5	103,5	104,6	105,6	106,7	107,8	108,9
4,7	109,9	111,1	112,2	113,3	114,4	115,6	116,7	117,9	119,1	120,3
4,8	121,5	122,7	124,0	125,2	126,5	127,7	129,0	130,3	131,6	133,0
4,9	134,3	135,6	137,0	138,4	139,8	141,2	142,6	144,0	145,5	146,9
5,0	148,4	149,9	151,4	152,9	154,5	156,0	157,6	159,2	160,8	162,4
5,1	164,0	165,7	167,3	169,0	170,7	172,4	174,2	175,9	177,7	179,5
5,2	181,3	183,1	184,9	186,8	188,7	190,6	192,5	194,4	196,4	198,3
5,3	200,3	202,4	204,4	206,4	208,5	210,6	212,7	214,9	217,0	219,2
5,4	221,4	223,6	225,9	228,1	230,4	232,8	235,1	237,5	239,8	242,3
5,5	244,7	247,2	249,6	252,1	254,7	257,2	259,8	262,4	265,1	267,7
5,6	270,4	273,1	275,9	278,7	281,5	284,3	287,1	290,0	292,9	295,9
5,7	298,9	301,9	304,9	308,0	311,1	314,2	317,3	320,5	323,8	327,0
5,8	330,3	333,6	337,0	340,4	343,8	347,2	350,7	354,2	357,8	361,4
5,9	365,0	368,7	372,4	376,2	379,9	383,8	387,6	391,5	395,4	399,4
6,0	403,4	407,5	411,6	415,7	419,9	424,1	428,4	432,7	437,0	441,4
6,1	445,9	450,3	454,9	459,4	464,1	468,7	473,4	478,2	483,0	487,8
6,2	492,7	497,7	502,7	507,8	512,9	518,0	523,2	528,5	533,8	539,2
6,3	544,6	550,0	555,6	561,2	566,8	572,5	578,2	584,1	589,9	595,9
6,4	601,8	607,9	614,0	620,2	626,4	632,7	639,1	645,5	652,0	658,5
6,	403,4	445,9	492,7	544,6	601,8	665,1	735,1	812,4	897,8	992,3
7,	1097	1212	1339	1480	1636	1808	1998	2208	2441	2697
8,	2981	3294	3641	4024	4447	4915	5432	6003	6634	7332
9,	8,103	8,955	9,897	10,94	12,09	13,36	14,76	16,32	18,03	19,93
10,	22,03	24,34	26,90	29,73	32,86	36,31	40,13	44,35	49,02	54,17
11,	59,87	66,17	73,13	80,82	89,32	98,71	109,1	120,6	133,2	147,3
12,	162,8	179,9	198,8	219,7	242,8	268,3	296,5	327,7	362,2	400,3
13,	0,4424	0,4889	0,5404	0,5972	0,6600	0,7294	0,8061	0,8909	0,9846	1,089
14,	1,203	1,329	1,469	1,623	1,794	1,983	2,191	2,422	2,676	2,958
15,	3,269	3,613	3,993	4,413	4,877	5,390	5,956	6,583	7,275	8,040
16,	8,886	9,820	10,85	11,99	13,26	14,65	16,19	17,89	19,78	21,86
17,	24,15	26,69	29,50	32,60	36,03	39,82	44,01	48,64	53,76	59,41
18,	65,66	72,56	80,20	88,63	97,95	108,3	119,6	132,2	146,1	161,5
19,	178,5	197,2	218,0	240,9	266,3	294,3	325,2	359,4	397,2	439,0
20,	485,2	536,2	592,6	654,9	723,8	799,9	884,0	977,0	1080	1193

**C**

1 b. Tafel für  $e^{-x}$

Mit  $x$  in Neper liefert diese Tafel z.B. Spannungsverhältnisse  $U_1/U_2$  mit  $U_1 < U_2$ . Leistungsverhältnisse für  $x$  liest man bei dem Wert  $2x$  ab.

$\frac{x}{N}$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>0,0</b>	1000	990	980	970	961	951	942	932	923	914
<b>0,1</b>	905	896	886	878	869	861	852	844	835	827
<b>0,2</b>	819	811	803	795	787	779	771	763	756	748
<b>0,3</b>	741	733	726	719	712	705	698	691	684	677
<b>0,4</b>	670	664	657	651	644	638	631	625	619	613
<b>0,5</b>	607	601	595	589	583	577	571	566	560	554
<b>0,6</b>	549	543	538	533	527	522	517	512	507	502
<b>0,7</b>	497	492	487	482	477	472	467	463	458	454
<b>0,8</b>	449	445	440	436	432	427	423	419	415	411
<b>0,9</b>	407	402	399	395	391	387	383	379	375	372
<b>1,0</b>	368	364	361	357	353	350	346	343	340	336
<b>1,1</b>	333	330	326	323	320	317	313	310	307	304
<b>1,2</b>	301	298	295	292	289	287	284	281	278	275
<b>1,3</b>	273	270	267	265	262	259	257	254	251	249
<b>1,4</b>	247	244	242	239	237	235	232	230	228	225
<b>1,5</b>	223	221	219	217	214	212	210	208	206	204
<b>1,6</b>	202	200	198	196	194	192	190	188	186	185
<b>1,7</b>	183	181	179	177	176	174	172	170	169	167
<b>1,8</b>	165	164	162	160	159	157	156	154	153	151
<b>1,9</b>	150	148	147	145	144	142	141	139	138	137
<b>2,0</b>	135	134	133	131	130	129	127	126	125	124
<b>2,1</b>	122	121	120	119	118	116	115	114	113	112
<b>2,2</b>	111	110	109	108	106	105	104	103	102	101
<b>2,3</b>	100	99,3	98,3	97,3	96,3	95,4	94,4	93,5	92,6	91,6
<b>2,4</b>	90,7	89,8	88,9	88,0	87,2	86,3	85,3	84,6	83,7	82,9
<b>2,5</b>	82,1	81,3	80,5	79,7	78,9	78,1	77,3	76,5	75,8	75,0
<b>2,6</b>	74,3	73,5	72,8	72,1	71,4	70,7	70,0	69,3	68,6	67,9
<b>2,7</b>	67,2	66,5	65,9	65,2	64,6	63,9	63,3	62,7	62,0	61,4
<b>2,8</b>	60,8	60,2	59,6	59,0	58,4	57,8	57,3	56,7	56,1	55,6
<b>2,9</b>	55,0	54,5	53,9	53,4	52,9	52,3	51,8	51,3	50,8	50,3
<b>3,0</b>	49,8	49,3	48,8	48,3	47,8	47,4	46,9	46,4	46,0	45,5
<b>3,1</b>	45,1	44,6	44,2	43,7	43,3	42,9	42,4	42,0	41,6	41,2
<b>3,2</b>	40,8	40,4	40,0	39,6	39,2	38,8	38,4	38,0	37,6	37,3
<b>3,3</b>	36,9	36,5	36,2	35,8	35,4	35,1	34,7	34,4	34,1	33,7
<b>3,4</b>	33,4	33,0	32,7	32,4	32,1	31,8	31,4	31,1	30,8	30,5
<b>3,5</b>	30,2	29,9	29,6	29,3	29,0	28,7	28,4	28,2	27,9	27,6
<b>3,6</b>	27,3	27,1	26,8	26,5	26,3	26,0	25,7	25,5	25,2	25,0
<b>3,7</b>	24,7	24,5	24,2	24,0	23,8	23,5	23,3	23,1	22,8	22,6
<b>3,8</b>	22,4	22,2	21,9	21,7	21,5	21,3	21,1	20,9	20,7	20,5
<b>3,9</b>	20,2	20,0	19,8	19,6	19,5	19,3	19,1	18,9	18,7	18,5



$\frac{x}{N}$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
4,0	18,3	18,1	18,0	17,8	17,6	17,4	17,3	17,1	16,9	16,7
4,1	16,6	16,4	16,2	16,1	15,9	15,8	15,6	15,5	15,3	15,2
4,2	15,0	14,9	14,7	14,6	14,4	14,3	14,1	14,0	13,8	13,7
4,3	13,6	13,4	13,3	13,2	13,0	12,9	12,8	12,7	12,5	12,4
4,4	12,3	12,2	12,0	11,9	11,8	11,7	11,6	11,5	11,3	11,2
4,5	11,1	11,0	10,9	10,8	10,7	10,6	10,5	10,4	10,3	10,2
4,6	10,1	10,0	9,85	9,75	9,66	9,56	9,47	9,37	9,28	9,19
4,7	9,10	9,00	8,92	8,83	8,74	8,65	8,57	8,48	8,40	8,31
4,8	8,23	8,15	8,07	7,99	7,91	7,83	7,75	7,67	7,60	7,52
4,9	7,45	7,37	7,30	7,23	7,15	7,08	7,01	6,94	6,87	6,81
5,0	6,74	6,67	6,60	6,54	6,47	6,41	6,35	6,28	6,22	6,16
5,1	6,10	6,04	5,98	5,92	5,86	5,80	5,74	5,68	5,63	5,57
5,2	5,52	5,46	5,41	5,35	5,30	5,25	5,20	5,14	5,09	5,04
5,3	4,99	4,94	4,89	4,84	4,80	4,75	4,71	4,65	4,61	4,56
5,4	4,52	4,47	4,43	4,38	4,34	4,30	4,25	4,21	4,17	4,13
5,5	4,09	4,05	4,01	3,97	3,93	3,89	3,85	3,81	3,77	3,74
5,6	3,70	3,66	3,62	3,59	3,55	3,52	3,48	3,45	3,41	3,38
5,7	3,35	3,31	3,28	3,25	3,21	3,18	3,15	3,12	3,09	3,06
5,8	3,03	3,00	2,97	2,94	2,91	2,88	2,85	2,82	2,79	2,77
5,9	2,74	2,71	2,69	2,66	2,63	2,61	2,58	2,55	2,53	2,50
6,	2,48	2,24	2,03	1,84	1,66	1,50	1,36	1,23	1,11	1,01
7,	912	825	747	676	611	553	501	453	410	371
8,	335	304	275	248	225	203	184	167	151	137
9,	123	112	101	91,4	82,7	74,8	67,8	61,3	55,4	50,2
10,	45,4	41,1	37,2	33,6	30,4	27,5	24,9	22,6	20,4	18,5
11,	16,7	15,1	13,7	12,4	11,2	10,1	9,17	8,29	7,50	6,79
12,	6,15	5,56	5,03	4,55	4,12	3,72	3,37	3,05	2,76	2,50
13,	2,23	2,04	1,85	1,67	1,52	1,37	1,24	1,12	1,01	0,92
14,	831	752	681	616	557	504	457	413	373	338
15,	306	277	250	224	205	186	168	152	138	124
16,	113	102	92	83	75	68	62	56	51	46
17,	41	37	34	31	28	25	22	21	19	17
18,	15	14	12	11	10	9	8	8	7	6
19,	6	5	5	4	4	3	3	3	3	2



**2a. Tafel für  $10^{0,1 \frac{x}{20}}$**

Mit  $x$  in Dezibel liefert diese Tafel z. B. Spannungsverhältnisse  $U_1/U_2$  oder Schalldruckverhältnisse  $I_1/I_2$  mit  $U_1 > U_2$  und  $I_1 > I_2$ . Leistungs- oder Schallstärkenverhältnisse für  $x$  liest man bei dem Wert  $2x$  ab.

$\frac{x}{\text{dB}}$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>0,</b>	1,000	1,012	1,023	1,035	1,047	1,059	1,072	1,084	1,096	1,109
<b>1,</b>	1,122	1,135	1,148	1,161	1,175	1,189	1,202	1,216	1,230	1,245
<b>2,</b>	1,259	1,274	1,288	1,303	1,318	1,334	1,349	1,365	1,380	1,396
<b>3,</b>	1,413	1,429	1,445	1,462	1,479	1,496	1,514	1,531	1,549	1,567
<b>4,</b>	1,585	1,603	1,622	1,641	1,660	1,679	1,698	1,718	1,738	1,758
<b>5,</b>	1,778	1,799	1,820	1,841	1,862	1,884	1,905	1,928	1,950	1,972
<b>6,</b>	1,995	2,018	2,042	2,065	2,089	2,113	2,138	2,163	2,188	2,213
<b>7,</b>	2,239	2,265	2,291	2,317	2,344	2,371	2,399	2,427	2,455	2,483
<b>8,</b>	2,512	2,541	2,570	2,600	2,630	2,661	2,692	2,723	2,754	2,786
<b>9,</b>	2,818	2,851	2,884	2,917	2,951	2,985	3,020	3,055	3,090	3,126
<b>10,</b>	3,162	3,199	3,236	3,273	3,311	3,350	3,388	3,428	3,467	3,508
<b>11,</b>	3,548	3,589	3,631	3,673	3,715	3,758	3,802	3,846	3,890	3,936
<b>12,</b>	3,981	4,027	4,074	4,121	4,169	4,217	4,266	4,315	4,365	4,416
<b>13,</b>	4,467	4,519	4,571	4,624	4,677	4,732	4,786	4,842	4,898	4,955
<b>14,</b>	5,012	5,070	5,129	5,188	5,248	5,309	5,370	5,433	5,495	5,559
<b>15,</b>	5,623	5,689	5,754	5,821	5,888	5,957	6,026	6,095	6,166	6,237
<b>16,</b>	6,310	6,383	6,457	6,531	6,607	6,683	6,761	6,839	6,918	6,998
<b>17,</b>	7,079	7,161	7,244	7,328	7,413	7,499	7,586	7,674	7,762	7,852
<b>18,</b>	7,943	8,035	8,128	8,222	8,318	8,414	8,511	8,610	8,710	8,810
<b>19,</b>	8,913	9,016	9,120	9,226	9,333	9,441	9,550	9,661	9,773	9,886
<b>20,</b>	10,00	10,12	10,23	10,35	10,47	10,59	10,72	10,84	10,96	11,09

Für Werte  $> 20$  db ist je 20 db ein Zehnerfaktor zu berücksichtigen, also für 30 (= 20 + 10) db gilt  $10 \cdot 3,162 = 31,62$ , für 62 db der Wert  $10 \cdot 10 \cdot 10 \cdot 1,259 = 1259$ .

2b. Tafel für  $10^{-0,1 \frac{x}{2}}$

Mit  $x$  in Dezibel liefert diese Tafel z.B. Spannungsverhältnisse  $U_1/U_2$  oder Schalldruckverhältnisse  $I_1/I_2$  mit  $U_1 < U_2$  und  $I_1 < I_2$ . Leistungs- oder Schallstärkenverhältnisse für  $x$  liest man bei dem Wert  $2x$  ab.

$\frac{x}{\text{db}}$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
0,	1000	989	977	966	955	944	933	923	912	902	
1,	891	881	871	861	851	841	832	822	813	804	
2,	794	785	776	767	759	750	741	733	724	716	
3,	708	700	692	684	676	668	661	653	646	638	
4,	631	624	617	610	603	596	589	582	575	569	
5,	562	556	550	543	537	531	525	519	513	507	
6,	501	495	490	484	479	473	468	462	457	452	
7,	447	442	437	432	427	422	417	412	407	403	
8,	398	394	389	385	380	376	372	367	363	359	
9,	355	351	347	343	339	335	331	327	324	320	
10,	$\times 10^{-3}$	316	313	309	305	302	299	295	292	288	285
11,		282	279	275	272	269	266	263	260	257	254
12,		251	248	245	243	240	237	234	232	229	226
13,		224	221	219	216	214	211	209	207	204	202
14,		200	197	195	193	191	188	186	184	182	180
15,		178	176	174	172	170	168	166	164	162	160
16,		158	157	155	153	151	150	148	146	145	143
17,		141	140	138	136	135	133	132	130	129	127
18,		126	124	123	122	120	119	117	116	115	114
19,		112	111	110	108	107	106	105	104	102	101
20,	100	98,9	97,7	96,6	95,5	94,4	93,3	92,3	91,2	90,2	

Für Werte  $> 20$  db ist je 20 db der Faktor  $10^{-1}$  zu berücksichtigen, also für 30 ( $= 20 + 10$ ) db gilt  $10^{-1} \cdot 316 \cdot 10^{-3} = 316 \cdot 10^{-4}$ , für 67 db der Wert  $10^{-1} \cdot 10^{-1} \cdot 10^{-1} \cdot 447 \cdot 10^{-3} = 447 \cdot 10^{-6}$ .

**3a. Spannungspegel  $n_U$  (in Neper, bezogen auf 0,775 V) und Spannung  $U$**

$\frac{n_U}{N}$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
-15,	0,24	0,21	0,19	0,18	0,16	0,14	0,13	0,12	0,11	0,10	} $\mu V$
14,	0,64	0,58	0,53	0,48	0,43	0,39	0,35	0,32	0,29	0,26	
13,	1,75	1,58	1,43	1,30	1,17	1,05	0,96	0,87	0,79	0,71	
12,	4,76	4,31	3,90	3,53	3,19	2,89	2,61	2,36	2,14	1,94	
11,	12,9	11,7	10,5	9,58	8,67	7,85	7,10	6,42	5,81	5,26	
10,	35,18	31,84	28,81	26,07	23,59	21,34	19,31	17,47	15,81	14,31	
9,	95,64	86,54	78,31	70,84	64,10	58,01	52,47	47,49	42,98	38,89	
8,	260,0	235,3	212,9	192,6	174,3	157,7	142,7	129,1	116,8	105,7	
7,	706,5	639,4	578,8	523,6	473,7	428,7	387,9	351,0	317,5	287,4	
6,	1,921	1,738	1,573	1,423	1,288	1,165	1,054	954,0	863,2	781,1	
5,	5,222	4,726	4,275	3,869	3,500	3,167	2,866	2,593	2,346	2,123	} mV
4,	14,19	12,84	11,62	10,52	9,515	8,609	7,791	7,045	6,379	5,771	
3,	38,56	34,91	31,59	28,59	25,87	23,40	21,17	19,16	17,34	15,69	
2,	104,9	94,91	85,87	77,70	70,33	63,63	57,58	52,01	47,14	42,65	
1,	285,1	258,0	233,4	211,2	191,1	172,9	156,5	141,6	128,1	115,9	
-0,	775,0	701,4	634,7	574,1	519,4	470,0	425,4	384,8	348,2	315,0	
+0,	775,0	856,4	946,3	1,046	1,156	1,278	1,412	1,560	1,725	1,906	} V
1,	2,106	2,328	2,573	2,843	3,143	3,473	3,838	4,242	4,689	5,182	
2,	5,726	6,329	6,994	7,730	8,540	9,439	10,43	11,55	12,74	14,08	
3,	15,58	17,20	19,01	21,01	23,22	25,67	28,36	31,35	34,64	38,28	
4,	42,31	46,76	51,68	57,12	63,12	69,76	77,10	85,25	94,16	104,1	
5,	115,0	127,1	140,5	155,2	171,6	189,6	209,6	231,5	256,0	282,9	
+6,	313,0	346,0	382,0	422,0	466,0	515,0	570,0	630,0	696,0	769,0	

**3b. Spannungspegel  $n_U$  (in Dezibel, bezogen auf 0,775 V) und Spannung  $U$**

$\frac{n_U}{db}$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
-20	77,5										} mV
-10	244,9	218,3	194,6	173,4	154,6	137,7	122,8	109,4	97,51	86,91	
-0	775,0	690,4	615,3	548,4	488,7	435,6	388,2	346,0	308,4	274,3	
+0	775,0	869,1	975,1	1,094	1,228	1,377	1,546	1,734	1,946	2,183	} V
+10	2,449	2,743	3,084	3,460	3,882	4,356	4,887	5,484	6,153	6,904	
+20	7,75										

Für Werte  $> 20$  db ist je 20 db der Faktor 10 zu berücksichtigen; dem Spannungspegel 26 (= 20 + 6) db entspricht also die Spannung  $10 \cdot 1,546 V = 15,46 V$  und dem Spannungspegel 56 db die Spannung  $10 \cdot 10 \cdot 4,887 V = 488,7 V$ .

Entsprechend gilt für Werte  $< -20$  db der Faktor  $10^{-1}$  je  $-20$  db.

4a. Leistungspegel  $n$  (in Neper, bezogen auf 1 mW) und Leistung  $P$

$\frac{n}{N}$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
—9,	15,23	12,47	10,21	8,358	6,843	5,603	4,587	3,756	3,075	2,518	} pW
8,	112,5	92,14	75,44	61,76	50,57	41,40	33,90	27,75	22,72	18,60	
7,	831,5	680,8	557,4	456,4	373,6	305,9	250,5	205,1	167,9	137,5	
6,	6,144	5,031	4,119	3,372	2,761	2,260	1,851	1,515	1,241	1,016	} nW
5,	45,40	37,17	30,43	24,92	20,50	16,70	13,67	11,20	9,166	7,505	
4,	335,5	274,7	224,9	184,1	150,7	123,4	101,0	82,72	67,73	55,45	
3,	2,479	2,029	1,662	1,360	1,114	911,9	746,6	611,3	500,5	409,7	} $\mu$ W
2,	18,32	15,00	12,28	10,05	8,230	6,738	5,517	4,517	3,698	3,028	
1,	135,3	110,8	90,72	74,27	60,81	49,79	40,76	33,37	27,32	22,37	
—0,	1000	818,7	670,3	548,8	449,3	367,9	301,2	246,6	201,9	165,3	} mW
+0,	1,000	1,221	1,492	1,822	2,226	2,718	3,320	4,055	4,953	6,050	
1,	7,389	9,025	11,02	13,46	16,45	20,09	24,53	29,96	36,60	44,70	
2,	54,60	66,69	81,45	99,48	121,5	148,4	181,3	221,4	270,4	330,3	} W
3,	403,4	492,8	601,8	735,1	897,9	1,097	1,339	1,636	1,998	2,446	
4,	2,981	3,641	4,447	5,432	6,634	8,103	9,897	12,09	14,77	18,03	
5,	22,03	26,90	32,86	40,14	49,02	59,87	73,13	89,32	109,9	133,3	

4b. Leistungspegel  $n$  (in Dezibel, dbm, also bezogen auf 1 mW) und Leistung  $P$

$\frac{n}{db}$	$\mp 0$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
—10	100										} $\mu$ W
—0	1000	794,3	631,0	501,2	398,1	316,2	251,2	199,5	158,5	125,9	
+0	1	1,259	1,585	1,995	2,512	3,162	3,981	5,012	6,310	7,943	} mW
+10	10										

Für Werte  $> 10$  db ist je 10 db der Faktor 10 zu berücksichtigen; dem Leistungspegel 26 ( $= 10 + 10 + 6$ ) db entspricht also die Leistung  $10 \cdot 10 \cdot 3,981$  mW = 398,1 mW.

Entsprechend gilt für Werte  $< -10$  db der Faktor  $10^{-1}$  je  $-10$  db.



3. Eine Induktivität von 135 mH ist in einen Wechselstromkreis eingeschaltet und hat dabei einen Widerstand von 480  $\Omega$ . Welche Frequenz  $f$  hat der Wechselstrom?

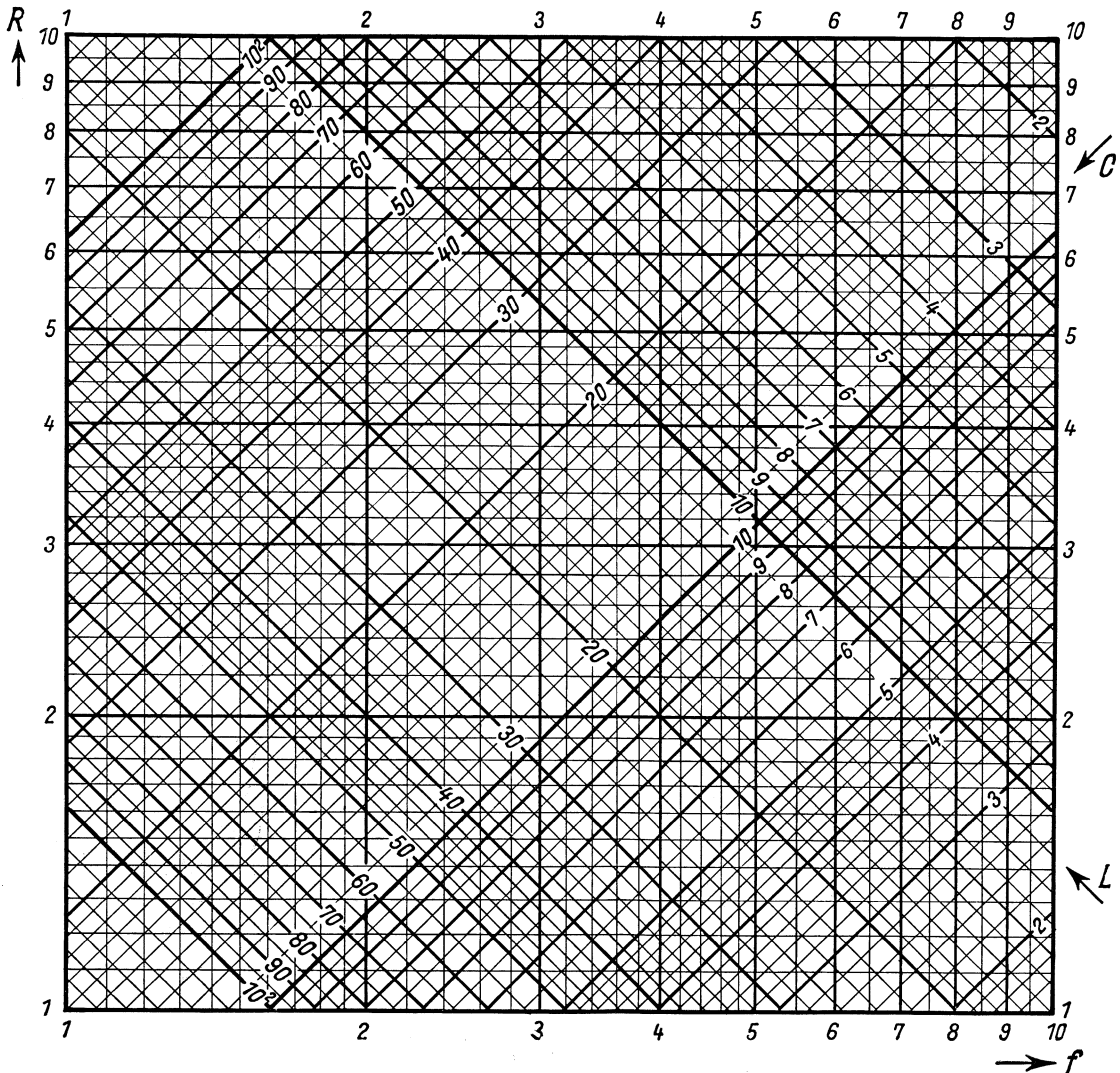
In Tafel a liest man ab  $100 \text{ Hz} < f < 1 \text{ kHz}$  und in Tafel b  $f = 570 \text{ Hz}$ .

Weiter kann man aus den Tafeln a, b und c die im Resonanzfall (d.h. im Fall  $\omega_0^2 \cdot CL = 1$ ) zusammengehörigen Werte von  $C$ ,  $L$  und  $f_0$  bestimmen.

4. Welches ist die Resonanzfrequenz eines Schwingkreises, der aus der Kapazität  $C = 150 \text{ pF}$  und der Induktivität  $L = 230 \text{ nH}$  besteht?

Tafel a liefert  $10^7 \text{ Hz} < f_0 < 10^8 \text{ Hz}$  und Tafel b  $f_0 = 2,7 \cdot 10^7 \text{ Hz} = 27 \text{ MHz}$ .

Tafel b



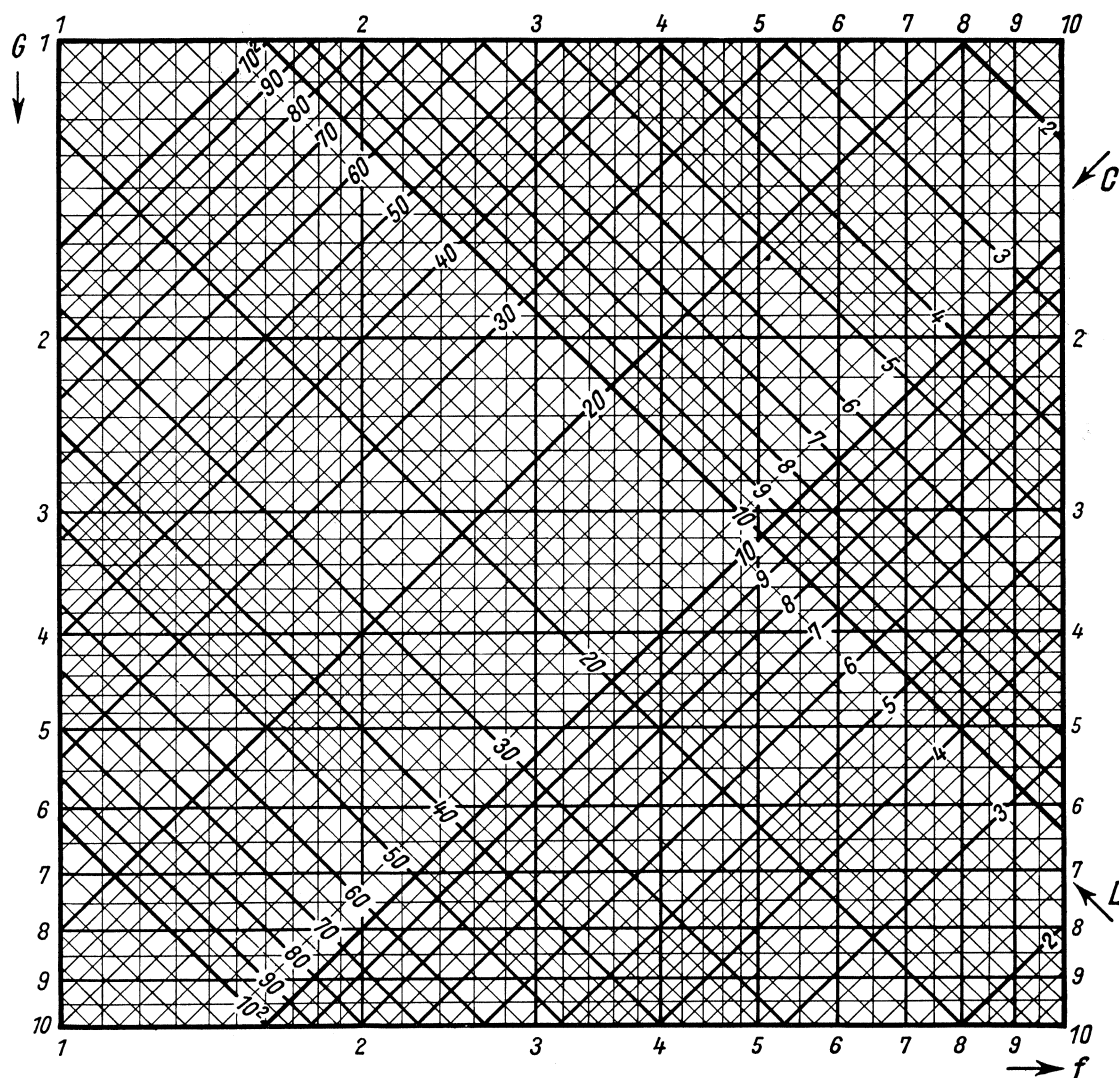
5. In einem Schwingkreis für 468 kHz ist die schadhaft gewordene Induktivität  $L$  zu ersetzen. Welchen Wert muß sie haben, wenn die Kapazität den Wert  $C = 1300 \text{ pF}$  hat?

Nach Tafel a gilt  $10 \mu\text{H} < L < 100 \mu\text{H}$ ; Tafel b liefert  $L = 90 \mu\text{H}$ .

6. Bei einem Schwingkreis soll bei der Resonanzfrequenz  $f_0 = 3,5 \text{ kHz}$  der Widerstand der Komponenten  $180 \text{ k}\Omega$  betragen. Wie groß müssen  $C$  und  $L$  sein?

Aus Tafel a folgt  $100 \text{ pF} < C < 1000 \text{ pF}$  und  $1 \text{ H} < L < 10 \text{ H}$ ; Tafel b ergibt  $C = 250 \text{ pF}$  und  $L = 8,2 \text{ H}$ .

Tafel c





## 6. Tafel zur Umwandlung komplexer Zahlen

Komplexe Zahlen  $\underline{r}$  können in rechtwinkligen oder Polarkomponenten ausgedrückt werden. Zwischen beiden bestehen die Beziehungen  $\underline{r} = a \pm jb = r \cdot e^{\pm i\varphi}$  mit  $r = \sqrt{a^2 + b^2}$ ,  $\varphi = \arctan b/a$  und  $a = r \cdot \cos \varphi$ ,  $b = r \cdot \sin \varphi$ . Um die häufig notwendigen Umrechnungen zu erleichtern, hat Reinhardt die umstehende Tafel angegeben. Sie stellt die Abbildung einer Zehnerpotenz des ersten Quadranten der Gaußschen Zahlenebene dar. In ihr ist jeder Punkt auf doppelte Art eindeutig bestimmt: einmal als Schnittpunkt von je zwei der gezeichneten Orthogonalkurven, ein zweites Mal durch seine rechtwinkligen Koordinaten. Die Orthogonalkurven stellen eine mathematische Abbildung der rechtwinkligen Komponenten  $a$  und  $b$  dar, die rechtwinkligen Koordinaten sind die Polarkomponenten  $r$  und  $\varphi$ . Dabei ist die Abszissenachse logarithmisch geteilt, die Ordinatenachse linear in der alten  $90^\circ$ -Teilung und in der neuen  $100^\circ$ -Teilung für den rechten Winkel.

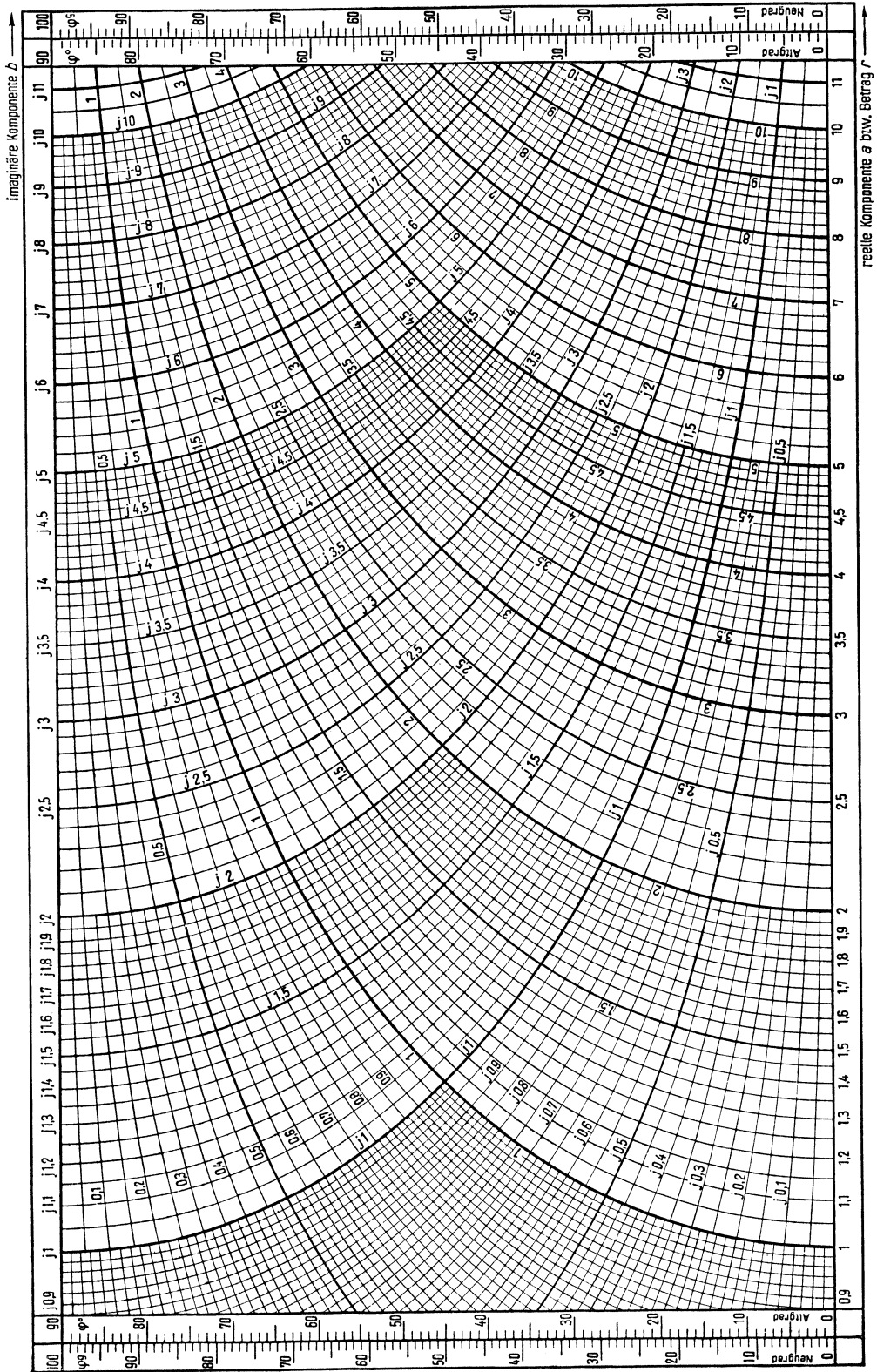
Zur Umrechnung der Komponenten dient das folgende einfache Verfahren. Sind die rechtwinkligen Komponenten  $a$  und  $b$  gegeben und werden die Polarkomponenten  $r$  und  $\varphi$  gesucht, so wird in der Tafel der Schnittpunkt der beiden Orthogonalkurven für  $a$  und  $jb$  gesucht; die durch diesen Punkt gelegten Parallelen zu den Achsen geben die Polarkomponenten  $r$  und  $\varphi$  auf den Außenskalen an. Sind umgekehrt die Polarkoordinaten  $r$  und  $\varphi$  gegeben, so sucht man diese Werte in den Außenskalen auf und bildet den Schnittpunkt der zugehörigen Achsparallelen; die beiden durch ihn laufenden Orthogonalkurven geben die gesuchten Komponenten  $a$  und  $b$  an.

Die Vorzeichen der Komponenten  $a$  und  $b$  bestimmen den Quadranten. Bei der Bestimmung von  $r$  sind die Vorzeichen von  $a$  und  $b$  gleichgültig. Der Winkel  $\varphi$  wird zunächst ohne Rücksicht auf die Vorzeichen der Komponenten dem Kurvenblatt entnommen. Er stellt immer einen spitzen Winkel zur a-Achse dar. Im ersten Quadranten ( $a + jb$ ) gilt also der abgelesene Winkel unmittelbar, im zweiten Quadranten ( $-a + jb$ ) ist er von  $180^\circ$  oder  $200^\circ$  abzuziehen, im dritten Quadranten ( $-a - jb$ ) zu  $180^\circ$  ( $200^\circ$ ) zuzuzählen und im vierten Quadranten ( $a - jb$ ) von  $360^\circ$  ( $400^\circ$ ) abzuziehen. Bei der umgekehrten Umrechnung bestimmt  $\varphi$  den Quadranten. In der Tafel ist dann als  $\varphi$  wieder derjenige spitze Winkel aufzusuchen, den der Vektor mit der a-Achse bildet. (Anstatt den Winkel entgegen dem Uhrzeigersinn positiv zu zählen, kann man ihn auch mit dem Uhrzeigersinn negativ zählen, z.B.  $-21^\circ$  statt  $+339^\circ$ .)

Die erzielbare Genauigkeit wird für die Erfordernisse der Praxis ausreichend sein. Es ist jedoch zweckmäßig, sich auf durchsichtigem Stoff ein rechtwinkliges Achsenkreuz anzufertigen, das in beiden Fällen die Ablesung erheblich erleichtert.

### Beispiele

1. Gegeben  $\underline{r} = 3 + j4$ . Orthogonalkurven von unten durch 3 und von oben durch 4 bis zum Schnittpunkt verfolgen. Lote von da auf die Achsen ergeben  $r = 5$ ,  $\varphi = +53^\circ = +59^\circ$ , also  $\underline{r} = 3 + j4 = 5 \cdot e^{j53^\circ} = 5 \cdot e^{j59^\circ}$ .
2. Gegeben  $\underline{r} = 48 - j1,8$ . Orthogonalkurven von unten durch 4,8 und von oben durch 0,18 bis zum Schnittpunkt verfolgen. Rechtwinklige Koordinaten des Schnittpunktes sind  $r = 4,8$ ;  $\varphi = 2,5^\circ$  im vierten Quadranten =  $357,5^\circ$  oder  $-2,5^\circ$ , also  $\underline{r} = 48 - j1,8 = 48 \cdot e^{-j2,5^\circ}$ .
3. Gegeben  $\underline{r} = 0,98 \cdot e^{j105^\circ}$ . Die Achsparallelen durch 9,8 und  $180^\circ - 105^\circ = 75^\circ$  schneiden sich in dem Punkte, durch den die Orthogonalkurven 2,5 und  $j9,5$  gehen. Somit ist  $\underline{r} = 0,98 \cdot e^{j105^\circ} = 0,25 + j0,95$ .
4. Gegeben  $\underline{r} = 144 \cdot e^{j210^\circ}$ . Die Achsparallelen durch 1,44 und  $210^\circ - 180^\circ = 30^\circ$  schneiden sich dort, wo sich auch die Orthogonalkurven 1,24 und  $j0,72$  kreuzen. Es ist also  $\underline{r} = 144 \cdot e^{j210^\circ} = -124 - j72$ .



## PRAKTISCHE ANWENDUNGSBEISPIELE

1. Gegeben sei ein Widerstand  $\underline{Z} = R + j\omega L = a + jb$ , gesucht der Leitwert  $\underline{Y} = 1/\underline{Z}$ .

Man findet aus der Tafel sofort die Polarkoordinaten  $r$  und  $\varphi$ , also  $\underline{Z} = r \cdot e^{j\varphi}$ . Es ist dann  $\underline{Y} = (1/r) \cdot e^{-j\varphi} = g \cdot e^{-j\varphi}$ . Aus der Tafel läßt sich dann wieder ablesen  $g \cdot e^{-j\varphi} = c - jd$ .

Zahlenbeispiel:  $\underline{Z} = 3 + j4$ . Man findet  $r = 5$ ,  $\varphi = 53^\circ$ , also  $g = 0,2$ . Zu  $g = 0,2$  und  $\varphi = 53^\circ$  gehören laut Tafel  $c = 0,12$ ,  $d = 0,16$ . Damit ist  $\underline{Y} = 0,2 \cdot e^{-j53^\circ} = 0,12 - j0,16$ .

2. Von einem Kabel seien gegeben die kilometrischen Werte  $R'$ ,  $L'$ ,  $G'$  und  $C'$ . Gesucht wird der Wellenwiderstand  $\underline{Z} = \sqrt{\frac{R' + j\omega L'}{G' + j\omega C'}}$  für verschiedene Kreisfrequenzen  $\omega$ .

Der Tafel entnimmt man  $R' + j\omega L' = r \cdot e^{j\varphi 1}$ ,  $G' + j\omega C' = g \cdot e^{j\varphi 2}$

und hat  $\underline{Z} = \sqrt{\frac{r}{g} \cdot e^{j(\varphi 1 - \varphi 2)}} = \sqrt{\frac{r}{g}} \cdot e^{\frac{j(\varphi 1 - \varphi 2)}{2}} = \underline{Z} \cdot e^{j\varphi}$ .

Zahlenbeispiel:  $R' = 54 \Omega/\text{km}$ ,  $L' = 0,7 \cdot 10^{-3} \text{ H/km}$ ,  $G' = 0,6 \cdot 10^{-6} \text{ S/km}$ ,  $C' = 33,5 \cdot 10^{-9} \text{ F/km}$ .

Man ermittelt dafür:

	$\omega L$	$\omega C$	$r$	$\varphi 1$	$g$	$\varphi 2$	$\underline{Z}$
$\omega_1 = 2500 \text{ 1/s}$	1,75	$8,375 \cdot 10^{-3}$	54	$2^\circ$	$8,33 \cdot 10^{-5}$	$90^\circ$	$807 \cdot e^{-j44^\circ}$
$\omega_2 = 5000 \text{ 1/s}$	3,5	$16,75 \cdot 10^{-3}$	54,1	$4^\circ$	$16,75 \cdot 10^{-5}$	$90^\circ$	$570 \cdot e^{-j43^\circ}$
$\omega_3 = 10000 \text{ 1/s}$	7,0	$33,5 \cdot 10^{-3}$	54,3	$7,5^\circ$	$33,5 \cdot 10^{-5}$	$90^\circ$	$400 \cdot e^{-j41^\circ}$

Im ganzen Bereich ändert sich praktisch nur der Betrag. Man erkennt daraus die Berechtigung und den Vorzug, Scheinwiderstände in Polarkomponenten anzugeben. Sind zwei Widerstände in dieser Form gegeben

$$\underline{Z}_1 = z_1 \cdot e^{j\varphi 1} \quad \text{und} \quad \underline{Z}_2 = z_2 \cdot e^{j\varphi 2}$$

und ist die Summe gesucht in der Form

$$\underline{Z}_1 + \underline{Z}_2 = \underline{Z}_3 = z_3 \cdot e^{j\varphi 3},$$

so müßte man ohne Hilfe der Tafel rechnen:

$$\underline{Z}_1 + \underline{Z}_2 = a + jb = [z_1 \cdot \cos \varphi_1 + z_2 \cos \varphi_2] + j \cdot [z_1 \sin \varphi_1 + z_2 \sin \varphi_2];$$

$$z_3 = \sqrt{a^2 + b^2},$$

$$\varphi_3 = \text{artan } b/a.$$

7a. Berechnung von Kapazitäten ( $C$  in Pikofarad, wenn Längen in Zentimeter)

$\varepsilon/\varepsilon_0$  ist die relative Dielektrizitätskonstante  $\varepsilon_r$ , die in Werkstofftabellen angegeben wird. Alle Gleichungen sind mit  $\varepsilon_0 = 0,0885 \text{ pF/cm}$  erweitert ( $= \frac{1}{3,6\pi} \text{ pF/cm}$ ).

Zwei ebene Flächen  $A$  im Abstand  $d$  ( $d^2 \ll A$ )

$$C = \varepsilon \frac{A}{d} = \frac{\varepsilon}{\varepsilon_0} 0,0885 \cdot \frac{A}{d}.$$

Draht der Länge  $l$ , mit dem Radius  $r$ , im Abstand  $h$  parallel zu einer unendlich ausgedehnten Ebene ( $r \ll h \ll l$ ):

$$C = \frac{2\varepsilon\pi l}{\ln \frac{2h}{r}} = \frac{\varepsilon}{\varepsilon_0} \cdot \frac{2}{3,6} \cdot \frac{l}{\ln \frac{2h}{r}}.$$

Konzentrische Kugeln mit den Radien  $R$  und  $r$ :

$$C = \frac{4\pi\varepsilon Rr}{R-r} = \frac{\varepsilon}{\varepsilon_0} \cdot \frac{4}{3,6} \cdot \frac{R \cdot r}{R-r}.$$

Koaxiale Kreiszyylinder der Länge  $l$ , mit den Radien  $R$  und  $r$  (Koaxiale Kabel):

$$C = \frac{2\pi\varepsilon l}{\ln \frac{R}{r}} = \frac{\varepsilon}{\varepsilon_0} \cdot \frac{2}{3,6} \cdot \frac{l}{\ln \frac{R}{r}}.$$

Parallele Drähte der Länge  $l$ , mit dem Radius  $r$  im Abstand  $d$  ( $r \ll d \ll l$ ) (Doppelleitungen):

$$C = \frac{\pi\varepsilon l}{\ln \frac{d}{r}} = \frac{\varepsilon}{\varepsilon_0} \cdot \frac{1}{3,6} \cdot \frac{l}{\ln \frac{d}{r}}.$$

**7b. Berechnung von Selbstinduktivitäten** ( $L$  in Nanohenry, wenn Längen in Zentimeter)

$\mu/\mu_0$  ist die relative Permeabilität  $\mu_r$ , die in Werkstofftabellen angegeben wird. Alle Gleichungen sind mit  $\mu_0 = 12,56 \text{ nH/cm}$  erweitert ( $= 4\pi \text{ nH/cm}$ ).

*Gerader Draht* (Einfachleitung);  $r \ll l$ :

$$L = \frac{\mu \cdot l}{2\pi} \cdot \left( \ln \frac{2l}{r} - k \right) = 2 \frac{\mu}{\mu_0} l \left( \ln \frac{2l}{r} - k \right).$$

Für  $f = 0$  ist  $k = 3/4$ ; für  $f = \infty$  ist  $k = 1$ .

*Gerades Band* (Dicke  $\ll$  Breite  $b \ll$  Länge  $l$ ):

$$L = \frac{\mu l}{2\pi} \left( \ln \frac{2l}{b} + \frac{1}{2} \right) = 2 \frac{\mu}{\mu_0} l \left( \ln \frac{2l}{b} + \frac{1}{2} \right).$$

*Bifildraht* (Doppelleitung);  $r \ll$  Abstand  $d \ll$  Länge  $l$ :

$$L = \frac{\mu l}{4\pi} \left( 4 \ln \frac{d}{r} + k \right) = \frac{\mu}{\mu_0} l \left( 4 \ln \frac{d}{r} + k \right).$$

Für  $f = 0$  ist  $k = 1$ ; für  $f = \infty$  ist  $k = 0$ .

*Bifilarband* (Abstand = Bandbreite); Dicke  $\ll$  Abstand  $\ll$  Länge  $l$ :

$$L = \frac{\mu \cdot l}{2} = 2 \pi \frac{\mu}{\mu_0} l.$$

$f = \infty$  ist gegeben, wenn die Eindringtiefe  $\vartheta \ll r$  ist.

*Bifilarband* (Abstand sehr klein); Dicke  $d \ll$  Breite  $b \ll$  Länge  $l$ :

$$L = \frac{\mu 2l}{\pi} \frac{d}{b+d} = 8 \frac{\mu}{\mu_0} l \frac{d}{b+d}.$$

*Koaxiales Kabel* (Außenradius  $R \ll l$ ):

$$L = \frac{\mu l}{2\pi} \left( \ln \frac{R}{r} + k \right) = 2 \frac{\mu}{\mu_0} l \left( \ln \frac{R}{r} + k \right).$$

Für  $f = 0$  ist  $k = 1/4$ ; für  $f = \infty$  ist  $k = 0$ .

*Kreisförmige Schleife* (Radius  $R$ ) aus Runddraht (Radius  $r$ ):

$$L = \mu R \left( \ln \frac{R}{r} + k \right) = 4 \pi \frac{\mu}{\mu_0} R \left( \ln \frac{R}{r} + k \right).$$

Für  $f = 0$  ist  $k = 0,33$ ; für  $f = \infty$  ist  $k = 0,08$ .

*Kurze, weite Spule* ( $R \gg l$ ) mit der Windungszahl  $n$ :

$$L = \mu n^2 R \left( \ln \frac{R}{l} + 1,58 \right) = 4 \pi \frac{\mu}{\mu_0} n^2 R \left( \ln \frac{R}{l} + 1,58 \right).$$

*Lange, enge Spulen* ( $R \ll l$ ) mit der Windungszahl  $n$ :

$$L = \pi \mu n^2 \frac{R^2}{l} = 4 \pi^2 \frac{\mu}{\mu_0} n^2 R \frac{R}{l}.$$

*Ringspule* (Toroid) mit der Windungsfläche  $A$  und dem mittleren Ringradius  $\varrho$  ( $\varrho^2 \gg A$ ):

$$L = \frac{\mu}{2\pi} \frac{n^2 \cdot A}{\varrho} = 2 \frac{\mu}{\mu_0} n^2 \frac{A}{\varrho}.$$

## 8a. Hyperbolische Funktionen reellen Argumentes

$$\sinh x = \frac{e^x - e^{-x}}{2} = -\sinh(-x) = \sqrt{\cosh^2 x - 1} = \frac{\tanh x}{\sqrt{1 - \tanh^2 x}}$$

$$\cosh x = \frac{e^x + e^{-x}}{2} = \cosh(-x) = \sqrt{\sinh^2 x + 1} = \frac{1}{\sqrt{1 - \tanh^2 x}}$$

$$\tanh x = \frac{e^x - e^{-x}}{e^x + e^{-x}} = -\tanh(-x) = \frac{\sinh x}{\cosh x} = \frac{\sqrt{\cosh^2 x - 1}}{\cosh x}$$

$$\sinh 2x = 2 \cdot \sinh x \cdot \cosh x = \frac{2 \tanh x}{1 - \tanh^2 x}$$

$$\cosh 2x = 1 + 2 \sinh^2 x = 2 \cosh^2 x - 1 = \frac{1 + \tanh^2 x}{1 - \tanh^2 x}$$

$$\tanh 2x = \frac{2 \cdot \sinh x \cdot \cosh x}{\sinh^2 x + \cosh^2 x} = \frac{2 \tanh x}{1 + \tanh^2 x}$$

$$2 \cdot \sinh^2 x = \cosh 2x - 1 \quad 2 \cosh^2 x = \cosh 2x + 1$$

$$\sinh(x + y) = \sinh x \cdot \cosh y + \cosh x \cdot \sinh y$$

$$\sinh(x - y) = \sinh x \cdot \cosh y - \cosh x \cdot \sinh y$$

$$\cosh(x + y) = \cosh x \cdot \cosh y + \sinh x \cdot \sinh y$$

$$\cosh(x - y) = \cosh x \cdot \cosh y - \sinh x \cdot \sinh y$$

$$\sinh x + \sinh y = 2 \cdot \sinh \frac{x+y}{2} \cdot \cosh \frac{x-y}{2}$$

$$\sinh x - \sinh y = 2 \cdot \sinh \frac{x-y}{2} \cdot \cosh \frac{x+y}{2}$$

$$\cosh x + \cosh y = 2 \cdot \cosh \frac{x+y}{2} \cdot \cosh \frac{x-y}{2}$$

$$\cosh x - \cosh y = 2 \cdot \sinh \frac{x+y}{2} \cdot \sinh \frac{x-y}{2}$$

$$2 \cdot \sinh x \cdot \sinh y = \cosh(x + y) - \cosh(x - y)$$

$$2 \cdot \sinh x \cdot \cosh y = \sinh(x + y) + \sinh(x - y)$$

$$2 \cdot \cosh x \cdot \cosh y = \cosh(x + y) + \cosh(x - y)$$

$$\sinh^2 x + \sinh^2 y = \cosh(x + y) \cdot \cosh(x - y) - 1$$

$$\sinh^2 x - \sinh^2 y = \sinh(x + y) \cdot \sinh(x - y)$$

$$\sinh^2 x + \cosh^2 y = \cosh(x + y) \cdot \cosh(x - y)$$

$$\sinh^2 x - \cosh^2 y = \sinh(x + y) \cdot \sinh(x - y) - 1$$

$$\cosh^2 x - \sinh^2 y = \sinh(x + y) \cdot \sinh(x - y) + 1$$

$$\cosh^2 x + \cosh^2 y = \cosh(x + y) \cdot \cosh(x - y) + 1$$

$$\cosh^2 x - \cosh^2 y = \sinh(x + y) \cdot \sinh(x - y)$$

$$\operatorname{arsinh} x = \ln(x + \sqrt{x^2 + 1}) \quad \operatorname{artanh} x = \frac{1}{2} \ln \frac{1+x}{1-x}$$

$$\operatorname{arcosh} x = \ln(x + \sqrt{x^2 - 1}) \quad \operatorname{artanh} \frac{1}{x} = \frac{1}{2} \ln \frac{x+1}{x-1}$$

$$\sinh \frac{x}{2} = \sqrt{\frac{\cosh x - 1}{2}} \quad \cosh \frac{x}{2} = \sqrt{\frac{\cosh x + 1}{2}}$$

$$\tanh \frac{x}{2} = \frac{\cosh x - 1}{\sinh x} = \frac{\sinh x}{\cosh x + 1} = \frac{1 - \sqrt{1 - \tanh^2 x}}{\tanh x}$$

### 8b. Hyperbolische Funktionen komplexen Argumentes

$$\begin{aligned} \sinh jx &= j \cdot \sin x & \sinh x &= -j \cdot \sin jx & \sin jx &= j \cdot \sinh x & \sin x &= -j \cdot \sinh jx \\ \cosh jx &= \cos x & \cosh x &= \cos jx & \cos jx &= \cosh x & \cos x &= \cosh jx \\ \tanh jx &= j \cdot \tan x & \tanh x &= -j \cdot \tan jx & \tan jx &= j \cdot \tanh x & \tan x &= -j \cdot \tanh jx \end{aligned}$$

$$\sinh(x \pm jy) = \sinh x \cdot \cos y \pm j \cosh x \cdot \sin y$$

$$\cosh(x \pm jy) = \cosh x \cdot \cos y \pm j \sinh x \cdot \sin y$$

$$\tanh(x \pm jy) = \frac{\sinh 2x \pm j \sin 2y}{\cosh 2x + \cos 2y} = \frac{\tanh x \pm j \tan y}{1 \pm j \tanh x \cdot \tan y}$$

$$\cot(x \pm jy) = \frac{\sinh 2x \mp j \sin 2y}{\cosh 2x - \cos 2y} = \frac{\coth x \cdot \cot y \pm j}{\cot y \pm j \coth x}$$

Wenn  $\sinh(b + ja) = A + jB$ , dann ist  $2 \cosh b = \sqrt{A^2 + (B + 1)^2} + \sqrt{A^2 + (B - 1)^2}$

$$2 \sin a = \sqrt{A^2 + (B + 1)^2} - \sqrt{A^2 + (B - 1)^2}$$

Wenn  $\cosh(b + ja) = A + jB$ , dann ist  $2 \cosh b = \sqrt{(A + 1)^2 + B^2} + \sqrt{(A - 1)^2 + B^2}$

$$2 \cos a = \sqrt{(A + 1)^2 + B^2} - \sqrt{(A - 1)^2 + B^2}$$

Wenn  $\cosh(b + ja) = 1 + 2r \cdot e^{j\varphi}$ , dann ist  $\cosh b = r \pm \sqrt{r^2 + 2r \cdot \cos \varphi + 1}$

$$\cos a = -r \pm \sqrt{r^2 + 2r \cdot \cos \varphi + 1}$$

Wenn  $\tanh(b + ja) = A + jB = r \cdot e^{j\varphi}$ , dann ist  $\tanh 2b = 2A : (1 + A^2 + B^2) = 2r \cdot \cos \varphi : (1 + r^2)$

$$\tan 2a = 2B : (1 - A^2 - B^2) = 2r \cdot \sin \varphi : (1 - r^2)$$

### 8c. Hyperbolische Funktionen, Zahlenwerte

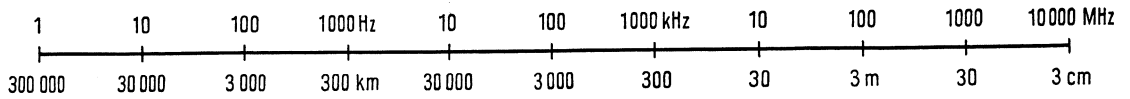
x	sinh x	cosh x	tanh x	x	sinh x	cosh x	tanh x
0,0	0,000	1,000	0,000	2,0	3,627	3,762	0,964
0,1	0,100	1,005	0,100	2,1	4,022	4,144	0,970
0,2	0,201	1,020	0,197	2,2	4,457	4,568	0,976
0,3	0,305	1,045	0,291	2,3	4,937	5,037	0,980
0,4	0,411	1,081	0,380	2,4	5,466	5,557	0,984
0,5	0,521	1,128	0,462	2,5	6,050	6,132	0,987
0,6	0,637	1,185	0,537	2,6	6,695	6,769	0,989
0,7	0,759	1,255	0,604	2,7	7,406	7,473	0,991
0,8	0,888	1,337	0,664	2,8	8,192	8,253	0,993
0,9	1,027	1,433	0,716	2,9	9,060	9,115	0,994
1,0	1,175	1,543	0,762	3,0	10,02	10,07	0,995
1,1	1,336	1,669	0,801	3,1	11,08	11,12	0,996
1,2	1,509	1,811	0,834	3,2	12,25	12,29	0,997
1,3	1,698	1,971	0,862	3,3	13,54	13,57	0,997
1,4	1,904	2,151	0,885	3,4	14,97	15,00	0,998
1,5	2,129	2,352	0,905	3,5	16,54	16,57	0,998
1,6	2,376	2,577	0,922	3,6	18,29	18,31	0,999
1,7	2,646	2,828	0,935	3,7	20,21	20,24	0,999
1,8	2,942	3,107	0,947	3,8	22,34	22,36	0,999
1,9	3,268	3,418	0,956	3,9	24,69	24,71	0,999
2,0	3,627	3,762	0,964	4,0	27,29	27,31	0,999

Für  $x > 4$  ist  $\sinh x \approx \cosh x \approx \frac{1}{2} e^x$  und  $\tanh x \approx 1 - 2 \cdot e^{-2x}$



9. Tafel zur Umrechnung von  $\lambda$  und  $f$  ( $c = \lambda \cdot f \approx 300\,000$  km/s)

Die gegebene Größe  $f$  oder  $\lambda$  wird ohne Rücksicht auf die Stellenzahl in den Außenspalten aufgesucht, die zugehörige  $\lambda$ - oder  $f$ -Zahl im entsprechenden Feld abgelesen und die Stellenzahl mit folgendem Bild bestimmt.



	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	3000	2970	2941	2913	2885	2857	2830	2804	2778	2752
11	2727	2703	2679	2655	2632	2609	2586	2564	2542	2521
12	2500	2479	2459	2439	2419	2400	2381	2362	2344	2326
13	2308	2290	2273	2256	2239	2222	2206	2190	2174	2158
14	2143	2128	2113	2098	2083	2069	2055	2041	2027	2013
15	2000	1987	1974	1961	1948	1936	1923	1911	1899	1887
16	1875	1863	1852	1841	1829	1818	1807	1796	1786	1775
17	1765	1754	1744	1734	1724	1714	1705	1695	1685	1676
18	1667	1658	1648	1639	1631	1622	1613	1604	1596	1587
19	1579	1571	1563	1554	1546	1539	1531	1523	1515	1508
20	1500	1493	1485	1478	1471	1463	1456	1449	1442	1435
21	1429	1422	1415	1409	1402	1395	1389	1383	1376	1370
22	1364	1358	1351	1345	1339	1333	1327	1322	1316	1310
23	1304	1299	1293	1288	1282	1277	1271	1266	1261	1255
24	1250	1245	1240	1235	1230	1225	1220	1215	1210	1205
25	1200	1195	1191	1186	1181	1177	1172	1167	1163	1158
26	1154	1149	1145	1141	1136	1132	1128	1124	1119	1115
27	1111	1107	1103	1099	1095	1091	1087	1083	1079	1075
28	1071	1068	1064	1060	1056	1053	1049	1045	1042	1038
29	1035	1031	1027	1024	1020	1017	1014	1010	1007	1003
30	1000	9967	9934	9901	9868	9836	9804	9772	9740	9709
31	9677	9646	9615	9585	9554	9524	9494	9464	9434	9405
32	9375	9346	9317	9288	9259	9231	9203	9174	9146	9119
33	9091	9063	9036	9009	8982	8955	8929	8902	8876	8850
34	8824	8798	8772	8746	8721	8696	8671	8646	8621	8596
35	8572	8547	8523	8499	8475	8451	8427	8403	8380	8357
36	8333	8310	8287	8264	8242	8219	8197	8174	8152	8130
37	8108	8086	8064	8043	8021	8000	7979	7958	7937	7916
38	7895	7874	7853	7833	7813	7792	7772	7752	7732	7712
39	7692	7673	7653	7634	7614	7595	7576	7557	7538	7519
40	7500	7481	7463	7444	7426	7408	7389	7371	7353	7335
41	7317	7299	7282	7264	7246	7229	7212	7194	7177	7160
42	7143	7126	7109	7092	7076	7059	7042	7026	7009	6993
43	6977	6961	6945	6928	6913	6897	6881	6865	6849	6834
44	6818	6804	6787	6772	6757	6742	6727	6712	6697	6682
45	6667	6652	6637	6623	6608	6593	6579	6565	6550	6536
46	6522	6508	6494	6480	6466	6452	6438	6424	6410	6397
47	6383	6369	6356	6343	6329	6315	6302	6289	6276	6263
48	6250	6237	6224	6211	6198	6186	6173	6160	6148	6135
49	6122	6110	6098	6085	6073	6061	6048	6036	6024	6012



	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>50</b>	6000	5988	5976	5964	5952	5941	5929	5917	5906	5894
<b>51</b>	5882	5871	5859	5848	5837	5825	5814	5803	5792	5780
<b>52</b>	5769	5758	5747	5736	5725	5714	5703	5693	5682	5671
<b>53</b>	5660	5650	5639	5629	5618	5607	5597	5587	5576	5566
<b>54</b>	5556	5545	5535	5525	5515	5505	5495	5485	5475	5465
<b>55</b>	5455	5445	5435	5425	5415	5405	5396	5386	5376	5367
<b>56</b>	5357	5348	5338	5329	5319	5310	5300	5291	5282	5272
<b>57</b>	5263	5254	5245	5236	5227	5217	5208	5199	5190	5181
<b>58</b>	5172	5163	5155	5146	5137	5128	5119	5111	5102	5093
<b>59</b>	5085	5076	5068	5059	5050	5042	5034	5025	5017	5008
<b>60</b>	5000	4992	4983	4975	4967	4959	4950	4942	4934	4926
<b>61</b>	4918	4910	4902	4894	4886	4878	4871	4862	4854	4847
<b>62</b>	4839	4831	4823	4815	4808	4800	4792	4785	4777	4769
<b>63</b>	4762	4754	4747	4739	4732	4724	4717	4710	4702	4695
<b>64</b>	4688	4680	4673	4666	4658	4651	4644	4637	4630	4623
<b>65</b>	4615	4608	4601	4594	4587	4580	4573	4566	4559	4552
<b>66</b>	4545	4539	4532	4525	4518	4511	4505	4498	4491	4484
<b>67</b>	4478	4471	4464	4458	4451	4444	4438	4431	4425	4418
<b>68</b>	4412	4405	4399	4392	4386	4380	4373	4367	4360	4354
<b>69</b>	4348	4342	4335	4329	4323	4317	4310	4304	4298	4292
<b>70</b>	4286	4280	4274	4267	4261	4255	4249	4243	4237	4231
<b>71</b>	4225	4219	4214	4208	4202	4196	4190	4184	4178	4173
<b>72</b>	4167	4161	4155	4149	4144	4138	4132	4127	4121	4115
<b>73</b>	4110	4104	4098	4093	4087	4082	4076	4071	4065	4060
<b>74</b>	4054	4049	4043	4038	4032	4027	4021	4016	4011	4005
<b>75</b>	4000	3995	3989	3984	3979	3974	3968	3963	3958	3953
<b>76</b>	3947	3942	3937	3932	3927	3922	3917	3911	3906	3901
<b>77</b>	3896	3891	3886	3881	3876	3871	3866	3861	3856	3851
<b>78</b>	3846	3841	3836	3831	3827	3822	3817	3812	3807	3802
<b>79</b>	3798	3793	3788	3783	3778	3774	3769	3764	3760	3755
<b>80</b>	3750	3745	3741	3736	3731	3727	3722	3718	3713	3708
<b>81</b>	3704	3699	3695	3690	3686	3681	3676	3672	3668	3663
<b>82</b>	3659	3654	3650	3645	3641	3636	3632	3628	3623	3619
<b>83</b>	3614	3610	3606	3601	3597	3593	3589	3584	3580	3576
<b>84</b>	3571	3567	3563	3559	3555	3550	3546	3542	3538	3534
<b>85</b>	3529	3525	3521	3517	3513	3509	3505	3501	3497	3493
<b>86</b>	3488	3484	3480	3476	3472	3468	3464	3460	3456	3452
<b>87</b>	3448	3444	3440	3436	3433	3429	3425	3421	3417	3413
<b>88</b>	3409	3405	3401	3398	3394	3390	3386	3382	3378	3375
<b>89</b>	3371	3367	3363	3359	3356	3352	3348	3344	3341	3337
<b>90</b>	3333	3330	3326	3322	3319	3315	3311	3308	3304	3300
<b>91</b>	3297	3293	3290	3286	3282	3279	3275	3272	3268	3264
<b>92</b>	3261	3257	3254	3250	3247	3243	3240	3236	3233	3229
<b>93</b>	3226	3222	3219	3215	3212	3209	3205	3202	3198	3195
<b>94</b>	3192	3188	3185	3181	3178	3175	3171	3168	3165	3161
<b>95</b>	3158	3155	3151	3148	3145	3141	3138	3135	3132	3128
<b>96</b>	3125	3122	3118	3115	3112	3109	3106	3102	3099	3096
<b>97</b>	3093	3090	3086	3083	3080	3077	3074	3071	3068	3064
<b>98</b>	3061	3058	3055	3052	3049	3046	3043	3040	3037	3033
<b>99</b>	3030	3027	3024	3021	3018	3015	3012	3009	3006	3003

Beispiel:  $f=2950$  MHz, gesucht  $\lambda$ . Zu 29 in der (linken) senkrechten und zu 5 in der (oberen) waagerechten Außenspalte liest man 1017 in der Tafel ab. Nach dem Stellenzahl-Bild ist  $\lambda=10,17$  cm.



10a. Tafel zur Umrechnung von Neper in Dezibel

Neper	Dezibel	Neper	Dezibel
0,1	0,869	6,1	53,0
0,2	1,74	6,2	53,9
0,3	2,61	6,3	54,7
0,4	3,47	6,4	55,6
0,5	4,34	6,5	56,5
0,6	5,21	6,6	57,3
0,7	6,08	6,7	58,2
0,8	6,95	6,8	59,1
0,9	7,82	6,9	59,9
1,0	8,69	7,0	60,8
1,1	9,55	7,1	61,7
1,2	10,4	7,2	62,5
1,3	11,3	7,3	63,4
1,4	12,2	7,4	64,3
1,5	13,0	7,5	65,1
1,6	13,9	7,6	66,0
1,7	14,8	7,7	66,9
1,8	15,6	7,8	67,8
1,9	16,5	7,9	68,6
2,0	17,4	8,0	69,5
2,1	18,2	8,1	70,4
2,2	19,1	8,2	71,2
2,3	20,0	8,3	72,1
2,4	20,8	8,4	73,0
2,5	21,7	8,5	73,8
2,6	22,6	8,6	74,7
2,7	23,5	8,7	75,6
2,8	24,3	8,8	76,4
2,9	25,2	8,9	77,3
3,0	26,1	9,0	78,2
3,1	26,9	9,1	79,0
3,2	27,8	9,2	79,9
3,3	28,7	9,3	80,8
3,4	29,5	9,4	81,6
3,5	30,4	9,5	82,5
3,6	31,3	9,6	83,4
3,7	32,1	9,7	84,3
3,8	33,0	9,8	85,1
3,9	33,9	9,9	86,0
4,0	34,8	10,0	86,9
4,1	35,6	10,1	87,7
4,2	36,5	10,2	88,6
4,3	37,3	10,3	89,5
4,4	38,2	10,4	90,3
4,5	39,1	10,5	91,2
4,6	40,0	10,6	92,1
4,7	40,8	10,7	92,9
4,8	41,7	10,8	93,8
4,9	42,6	10,9	94,7
5,0	43,4	11,0	95,6
5,1	44,3	11,1	96,4
5,2	45,2	11,2	97,3
5,3	46,0	11,3	98,1
5,4	46,9	11,4	99,0
5,5	47,8	11,5	99,9
5,6	48,6	11,6	100,8
5,7	49,5	11,7	101,6
5,8	50,4	11,8	102,5
5,9	51,2	11,9	103,4
6,0	52,1	12,0	104,2

10b. Tafel zur Umrechnung von Dezibel in Neper

Dezibel	Neper	Dezibel	Neper
1	0,115	61	7,02
2	0,230	62	7,14
3	0,345	63	7,25
4	0,460	64	7,37
5	0,576	65	7,48
6	0,691	66	7,60
7	0,806	67	7,71
8	0,921	68	7,83
9	1,04	69	7,94
10	1,15	70	8,06
11	1,27	71	8,17
12	1,38	72	8,29
13	1,50	73	8,40
14	1,61	74	8,52
15	1,73	75	8,63
16	1,84	76	8,75
17	1,96	77	8,87
18	2,07	78	8,98
19	2,19	79	9,09
20	2,30	80	9,21
21	2,42	81	9,32
22	2,53	82	9,44
23	2,65	83	9,55
24	2,76	84	9,67
25	2,88	85	9,79
26	2,99	86	9,90
27	3,11	87	10,0
28	3,22	88	10,1
29	3,34	89	10,2
30	3,45	90	10,4
31	3,57	91	10,5
32	3,68	92	10,6
33	3,80	93	10,7
34	3,91	94	10,8
35	4,03	95	10,9
36	4,14	96	11,0
37	4,26	97	11,2
38	4,37	98	11,3
39	4,49	99	11,4
40	4,61	100	11,5
41	4,72	101	11,6
42	4,84	102	11,7
43	4,95	103	11,9
44	5,06	104	12,0
45	5,18	105	12,1
46	5,30	106	12,2
47	5,41	107	12,3
48	5,52	108	12,4
49	5,64	109	12,5
50	5,76	110	12,7
51	5,87	111	12,8
52	5,99	112	12,9
53	6,10	113	13,0
54	6,22	114	13,1
55	6,33	115	13,2
56	6,45	116	13,4
57	6,56	117	13,5
58	6,68	118	13,6
59	6,79	119	13,7
60	6,91	120	13,8

### III. Verzeichnisse

#### 1. Alphabetisches Verzeichnis der Geräte

Die Meßgeräte sind ohne Rücksicht auf ihren Frequenzbereich oder dgl. alphabetisch aufgeführt. Bei häufig wiederkehrenden Namen, wie Frequenzmesser, Pegelsender usw., stehen die Seitenziffern der Übersichtstafeln. Zubehör, das nur bei bestimmten Meßplätzen benötigt wird, wie Normale, Zusatz-Kondensatoren und dgl., ist hier nicht erwähnt.

Abschlußwiderstände .....	481	Frequenz-Eichgerät .....	94
Abstimmverstärker .....	20	Frequenzmesser .....	77
AM-/FM-/VM-Meßsender .....	51	Frequenz-Meßbrücke .....	80
Anpassungsmesser .....	177, 180	Frequenznormal .....	83
Aufsteckübertrager .....	39	Frequenzumsetzer .....	83
Aussteuerungsmesser .....	439, 442	Frequenz-Vergleichsgeräte.....	88, 90
—, Schreibzusatz für .....	444	Frequenzzähler .....	83
Bandpässe .....	111	Galvanometer .....	524
Betriebsmeßgeräte, Tragbare .....	524	Geräuschspannungsmesser .....	447, 453, 456
Betriebsmeßinstrument für Verstärkerämter .....	409	—, Zusatzgerät zum .....	450
 		Große veränderbare Nachbildung .....	498
Dämpfungsglieder .....	131	 	
Dämpfungs-Meßgeräte .....	235	HF-Multizet .....	418
Dämpfungs-Meßplätze .....	235	Hohlleiter-Meßleitung .....	195
Dämpfungs-Wobbelmeßplätze .....	235	Hochpässe .....	111
Differential-Übertrager .....	160, 163	 	
Durchgangsspannungsprüfer .....	426	Induktivitäts-Meßbrücke .....	200
 		Isolations- und Erdungsmesser .....	524
Echograph .....	186	 	
Effektivwert-Spannungsmesser .....	407	Kanallücken-Pegelmeßeinrichtung .....	338
Eichleitungen .....	131	Kapazitäts-Meßbrücke .....	208, 212
Eichpegelmesser .....	318	kHz-Multizet .....	416
 		Klirrfaktor-Meßgeräte .....	359
Fernschreib-Meßgeräte .....	526	Kopplungs-Meßbrücken .....	222, 226, 230
Fernseh-Meßgeräte .....	375	Konstanz-Meßbrücke .....	215
Fernseh-Meßgestelle .....	402	Kontaktfehler-Suchgerät .....	155
Filter .....	111	Kontroll- und Meßverstärker .....	436
FM-Meßempfänger .....	394	Kontrolloszillograph, Fernseh- .....	397
		Kurzschlußleitungen .....	481

Leistungsmesser .....	430	Pegeldifferenzmesser .....	306
Leistungsteiler .....	430	Pegelmesser .....	235
Leitungsprüfer .....	158	Pegel-Meßgestelle .....	236
Linearitäts-Meßgerät .....	370	Pegel-Meßpult .....	282
Lückenpilot-Pegelmeßplatz .....	342	Pegelsender .....	15
Lückenpilot-Sender .....	342	Pilotpegelmesser .....	347
Lückenpilot-Verstärker .....	342	PPM-Prüfoszillographen .....	469, 471
		Prüfsignalgeber, Fernseh- .....	376
		Prüfsignalmischer, Fernseh- .....	376
Maxwell-Brücke .....	204		
Meßbrücken .....	153, 523	Reduktionsfaktor-Meßgerät .....	198
Meßbrücke, Frequenz- .....	80	Reflektograph .....	191
Meßbrücke, Klirrfaktor- .....	364	Reflexionsfaktormesser .....	183
Meßgeräte für die Fernschreibtechnik .....	526		
Meßgeräte für nichtlineare Verzerrungen .....	360	Scheinwiderstands-Meßbrücken .....	153
Meßgestelle, Fernseh- .....	402	Scheinwiderstands-Meßeinrichtungen .....	153
Meßgestelle, Pegel- .....	278, 282	Schnarrsummer .....	17
Meßgleichrichter, HF- .....	428	Schreibzusatz für Aussteuerungsmesser .....	444
Meßkoffer für Fernmeldeanlagen .....	235	Schwebungsummer .....	15
Meßleitung 6/16 .....	192		
Meßplätze für Fehlerortung an Leitungen ...	186, 188	Seitenband-Meßeinrichtung .....	390
Meßsender .....	16	Selektive Pegelmesser .....	235
Meßsummer .....	20	Signallautsprecher .....	434
Meßübertrager .....	488	Spannungsmesser .....	407, 408
Meßverstärker .....	44, 436	Spannungsteiler .....	150
Mitsprechzusatz .....	240	Spulenzfeldergänzung, Veränderbare .....	502
Modulations- und Netzgerät .....	71	Stufenkondensator .....	496
		Stufenleitwert .....	494
Nachbildung, Große veränderbare .....	498	Stufenwiderstand .....	492
Nachbildungssucher .....	500		
		Terzsiebe .....	116, 118
Objektiver Bezugsdämpfungs-Meßplatz .....	253	Thermische Leistungsmesser .....	430
Oktavsieb .....	114	Tiefpässe .....	111
Oscillar I/14 .....	477	Tiefton-Schwebungsummer .....	18
Oscillarzet .....	474	Toleranz-Meßgerät .....	410
Oszillatoren .....	15	Tonfrequenzmesser .....	78
Oszillographen .....	469, 471, 524	Tragbarer Pegel-Meßplatz .....	282
		Tragbare Betriebsmeßgeräte .....	524
Pegelbildempfänger .....	236, 294		
Pegelbildgerät .....	290		

Übergangsstücke .....	481	Viererabschluß .....	490
Überlagerungsempfänger .....	408	Vorverstärker für Überlagerungsempfänger .....	462
—, Vorverstärker für .....	462		
Umschalter für Nebenvierer-Messungen .....	484, 486	<b>Wechselrichter</b> .....	520
		Wobbelantrieb .....	33
<b>Veränderbare Dämpfungsglieder</b> .....	131	Wobbelkondensator .....	27
— Eichleitungen .....	131	Wobbelmeßplätze .....	235, 236
— Nachbildung .....	498	Wobbelmeßplatz für Gruppenlaufzeit- und	
— Spulenfeldergänzung .....	502	Dämpfungsverzerrungen .....	386
Verbindungsleitungen .....	512	Wobbelsender .....	16
Verbindungsstücke .....	505, 512		
Verlustfaktor-Meßbrücke .....	218	<b>Zuleitungsabgleich-Kondensatoren</b> .....	483, 486
Video-Pegelsender .....	382	Zusatzgerät zum Geräuschspannungsmesser .....	450

## 2. Typenverzeichnis der Geräte

Jedes Meßgerät, Zubehörgerät oder Zubehörteil trägt eine Typenbezeichnung, die neben einer laufenden Nummer und dem Kennwort Rel 3 (oder auch Rel 33 und dgl.) eine seinen Charakter kurz kennzeichnende Abkürzung enthält:

- A = Allgemeine Meßgeräte
- B = Baugruppen besonderer Ausführung
- Bv = Bauvorschrift
- D = Dämpfungs- oder Pegelmeßgeräte, Eichleitungen
- F = Frequenzmeßgeräte, Meßgeräte für nichtlineare Verzerrungen, Hoch-, Tief- und Bandpässe
- K = Kombinierte Geräte, wie Meßkoffer und Meßgestelle
- L = Spezielle Leitungsmeßgeräte
- R = R-, L-, C-, Z- und tan  $\delta$ -Meßgeräte
- U = Spannungsmesser, Meßempfänger
- W = Wechselstromquellen, Leistungsverstärker

Das Kennwort Rel 3 ist im folgenden immer weggelassen; wo an Stelle der 3 eine andere Ziffer steht, ist diese genannt.

<b>A</b> 31, 53, 55, 91,	<b>B</b> 323 ..... 505	<b>D</b> 32 ..... 259	<b>F</b> 54 ..... 229
92, 94 ..... 259	324b ..... 505	34 ..... 288	61 ..... 120
51 ..... 258	325 ..... 505	92 ..... 288	63 ..... 124
33 A 41 ..... 253	326 ..... 413	93 ..... 342	64 ..... 126
35 A 1 ..... 259	327 ..... 490	97 ..... 353	65 ..... 128
3, 5, 25, 26 .. 258	328, 329, 330 142	98 ..... 353	66 ..... 129
54 A 2 ..... 520	333 ..... 504	110 ..... 132	72 ..... 118
663 A 16 ..... 441	336 ..... 504	112 ..... 132	73 ..... 112
18 ..... 441	337a bis n .. 491	114 ..... 132	74 ..... 116
<b>B</b> 22 ..... 488	337r ..... 217	115 ..... 132	76 ..... 114
26 ..... 357	337d ..... 239	117 ..... 138	93 ..... 105
27 ..... 488	338 ..... 505	118 ..... 138	111 ..... 98
28 ..... 39	339 ..... 510	311 ..... 275	112 ..... 106
33bb, bc, be,	340 ..... 148	314 ..... 269	113 ..... 100
bg ..... 245	341 ..... 510	315 ..... 310	116 ..... 96
33m, s, o ... 233	342 ..... 510	316 ..... 332	120 ..... 104
33ag, b, k, p 233	343 ..... 510	317 ..... 354	121 ..... 104
36 ..... 233	345 ..... 510	318 ..... 288	122 ..... 94
37 ..... 505	346 ..... 510	319 ..... 313	127 ..... 88
41 ..... 492	355 ..... 173	320 ..... 294	128 ..... 83
42 ..... 494	380 ..... 71	321 ..... 322	129 ..... 83
43 ..... 492	651 B 5 ..... 441	322 ..... 318	130 ..... 83
51 ..... 496	<b>bk</b> 112 ..... 425	323 ..... 272	131 ..... 90
62 ..... 403	<b>Bv</b> 35 K 103 ... 401	325 ..... 302	135 ..... 108
75 ..... 150	35 U 62 .... 435	327 ..... 299	136 ..... 108
76 ..... 150	35 U 135 ... 425	329 ..... 347	
79 ..... 71	240/1 ..... 438	332 ..... 332	621 G 33 ..... 441
93 ..... 486	381/10d .... 501	333 ..... 350	<b>gh</b> 344a ..... 194
94 ..... 483	654 a ..... 249	334 ..... 390	355 ..... 105
95 ..... 503	657 C 4 ..... 446	337 ..... 306	<b>K</b> 13 ..... 322
96 ..... 289	657 C 7, 8 ... 470	<b>div</b> 26b ..... 258	15 ..... 26, 301
97 ..... 484	657 C 44, 45 . 389	<b>F</b> 11 ..... 80	27 ..... 469
214 .... 245, 461	657 C 47, 49 . 401	19 ..... 92	28 ..... 444
314 ..... 144	657 C 55 .... 473	41 ..... 360	29 ..... 327
315 ..... 144	54 C 1 ..... 289	42 ..... 364	44 ..... 198
316a, b ..... 169	<b>D</b> 16 ..... 136	44 ..... 367	53 ..... 155
317a ..... 169	17 ..... 140, 250	46 ..... 370	54 ..... 338
318a ..... 169	23, 24 ..... 240	51 ..... 122	91, 92, 97, 98 281
319 ..... 508	25 ..... 237	52 ..... 112	94 ..... 288
320 ..... 508		53 ..... 229	111 ..... 260
321b ..... 146			

<b>K</b> 117 .....	264	<b>msl</b> 97b .....	194	<b>schn</b> 14 .....	289	<b>U</b> 418 .....	466
211 .....	290	97 Tz 10 ....	194	15c .....	23	420 .....	459
214 .....	66	136 Tz 33, 36,		<b>SD</b> 12 .....	449	911 .....	505
215 .....	389	39, 42, 45 ...	197	<b>Sk</b> I/G 43/4 ....	501	914 .....	397
216 .....	389	293 Tz 31 ...	401	<b>stp</b> 2d .....	438	<b>34 U</b> 21 .....	439, 453
912, 913, 914	288	<b>Ms-Listen-Nr.</b>		7c .....	26	<b>V</b> 53 .....	403
918, 919 ....	289	230 123 .....	409	7e .....	281	<b>W</b> 23 .....	30
<b>33 K</b> 11 .....	278	230 631 .....	78	11g, h .....	245	25 .....	288
21, 23, 24 ...	282	231 504 .....	418	12ar .....	499	26 .....	33
59 .....	402	231 505 .....	419	23a .....	23	27 .....	30
71 .....	66	231 520 .....	416	39b .....	281	28 .....	382
115 .....	188	231 956 .....	417	40a .....	429	29 .....	33
510, 512, 517,		231 957 .....	419	40p .....	493	32 .....	360
518 .....	402	275 175 .....	474	160a .....	491	36 .....	40
528 .....	342	275 180 .....	476	<b>stv</b> 2c .....	433	44 .....	51
<b>35 K</b> 27 .....	470, 473	275 185 .....	476	3 .....	512	51 .....	55
<b>663 K</b> 8, 10, 12	441	275 201 .....	477	17 .....	512	53 .....	37
<b>L</b> 21 .....	500	275 204 .....	479	19a .....	505	56 .....	58
53 .....	158	275 206 .....	479	21c .....	312	58 .....	60
92 .....	191	275 207 . 476, 479		38 .....	512	59 .....	63
93 .....	186	275 228 . 476, 479		112 .....	512	61 .....	342
212 .....	502	275 250 .....	479	113 .....	512	63 .....	46
311 .....	498	<b>Ms</b> reg 509 Tz 20	446	114 .....	512	71, 73 .....	246
312 .....	191	sdr 14 Bv		115 .....	512	92 .....	44
<b>33 L</b> 61 .....	386	54, 56 .....	441	<b>Kabstv</b> 2aa .....	505	112 .....	17
<b>ltg</b> 20a .....	381	<b>R</b> 21 .....	180	2e .....	505, 512	212 .....	27
25a .....	512	29 .....	183	2i .....	505, 512	215 .....	18
26a .....	521	92 .....	204	<b>U</b> 13 .....	422	216 .....	389
28 .....	512	93, 94, 95, 96	221	17c .....	420	316 .....	22
274b .....	441	114 .....	200	24 .....	439	317 .....	42
524a, d ....	259	115 .....	204	32 .....	447	320 .....	24
530 .....	401	116 .....	208	33 .....	456	323 .....	389
532, 533 ....	512	119 .....	215	42 .....	462	324 .....	389
546, 547, 548	512	127 .....	212	51, 52 .....	428	419 .....	376
552 .....	26	211 .....	166	59 .....	394	420 .....	376
554 .....	512	214 .....	160	61 .....	434	426 .....	403
555, 557 ....	512	215, 216 ....	288	71 .....	442	513 .....	66
568ba .....	396	217 .....	170	81, 82, 83, 84,		514 .....	48
590 .....	512	218 .....	174	87 .....	430	515 .....	69
591, 592, 593	512	219 .....	177	91 .....	441	516 .....	72
597, 598, 599	512	221 .....	192	93 .....	450	912 .....	29
612b .....	259	224 .....	195	95 .....	433	913 .....	69
614 .....	512	230 .....	163	96 .....	425	914 .....	33
<b>msbr</b> 42 Tz 84 ....	185	311 .....	226	97 .....	425	918 .....	68
<b>mse</b> 13 Tz 14, 17	259	312 .....	230	98 .....	426	<b>35 W</b> 156 .....	249
14 Tz 55 ....	258	313 .....	222	119 .....	414		
226 Tz 5 ....	421	413 .....	218	122 .....	412		
233 T 43 ....	199	512 .....	20	126 .....	471		
233 T 44 ....	199	513 .....	410	127 .....	397		
233 Tz 7/13 .	199	<b>14 R</b> 42 .....	436	311 .....	453		
245a Tz 3 ...	485	<b>35 R</b> 82, 90, 91 ...	207	412 .....	459		
253 T 113 ...	293	109 .....	225	415 .....	464		
288 T 22 ....	157	110 .....	194				
		179 .....	197				

### 3. Stichwörterverzeichnis zum Anhang (und zum Vorspann, S. 9 bis 11)

	Seite		Seite		Seite
Absoluter Pegel .....	534	Empfangsübertragungsmaß .....	540	Meßgröße .....	9
AEF .....	9, 530	Empfindlichkeit .....	10	Meßobjekt .....	9
Anpassung .....	532, 537	Erdungsproblem .....	549	Meßpegel .....	536
Anpassungsfehler .....	536	Fallzeit .....	545	Meßraum .....	9
Anzeige .....	11	Fehler .....	10	Meßspannung .....	9
Arbeitseichkreis .....	540	Fehlerdämpfung .....	537	Meßverfahren der Fernseh- Übertragungstechnik .....	545
Austastsignal .....	545	Feldübertragungsmaß .....	540	— der Mikrowellentechnik ...	547
Austastwert .....	545	Fernnebensprechdämpfung ...	538	— der Nachrichtentechnik ...	543
<b>BAS-Signal</b> .....	545	Fernnebensprechen .....	538	Meßwert .....	9
Beiwert .....	9	Fernsehtechnik, Begriffe der ..	545	Meßzeug .....	11
Bel .....	530	—, Meßverfahren der .....	545	Meßzuleitungen .....	548
Berechnung von Kapazitäten .	564	Fernsprechformfaktor .....	541	Mitsprechen .....	538
— von Selbstinduktivitäten ...	565	Fernsprech-Ureichkreis .....	539	<b>Nahnebensprechdämpfung</b> ...	538
Betriebsdämpfung .....	533	Filterverfahren .....	544	Nahnebensprechen .....	538
Betriebsübertragungsmaß .....	540	Fremdspannung .....	541	Nebensprechdämpfung .....	538
Bezogener Fehler .....	10	Frequenzanalyse .....	544	—, Grundwert der .....	538
Bezugsdämpfung .....	539	Frequenzbereiche der Nach- richtentechnik .....	571/573	Nebensprechen .....	538
Bild .....	545	<b>Genauigkeit</b> .....	10	Neper .....	530
Bilddauer .....	545	Genauigkeitsgrad .....	10	Neper-Dezibel- Umrechnung .....	530, 570
Bildfolgefrequenz .....	545	Geräuschspannung .....	541	Nichtlineare Verzerrungen ...	541
Bildsignal .....	545	Grobanalyse .....	544	Normalgenerator .....	534
Brückenverfahren .....	543	Grundwert der Nebensprech- dämpfung .....	538	Nyquistflanke .....	545
<b>CCIF</b> .....	539	Gesamtübertragungsmaß .....	540	<b>Objektive Meßgrößen</b> .....	9
<b>Dämpfung</b> .....	533	<b>Halbbild</b> .....	545	— Meßverfahren .....	9
—, Betriebs- .....	533	Halbbilddauer .....	545	Oszillographische Verfahren ...	544
—, Bezugs- .....	539	Hyperbolische Funktionen ...	566	<b>Pegel</b> .....	534
—, Echo- .....	536	<b>Kennwiderstand</b> .....	532	—, absoluter .....	534
—, Fehler- .....	537	Klirrdämpfung .....	542	—, relativer .....	534
—, Fernnebensprech- .....	538	Klirrfaktor .....	542	Pegeldiagramm .....	536
—, Klirr- .....	542	Konjugiert-komplexer Schein- widerstand .....	532	Pegelkurve .....	536
—, Nahnebensprech- .....	538	Kopplungen .....	539	Pegelwerte, Tafeln für ....	556, 557
—, Nebensprech- .....	538	Kubische Verzerrungen .....	542	Pfeiffrequenz .....	537
—, Reflexions- .....	536	Kurzschluß-Scheinwiderstand..	532	Pfeifpunkt .....	537
—, Rest- .....	534	Laufzeit .....	541	Pfeifpunktverfahren .....	544
—, Rückfluß- .....	536	Leerlauf-Scheinwiderstand ...	532	Pfeifpunktverfahren .....	544
—, Stoß- .....	537	Leerlaufübertragungsmaß .....	540	Phasenmaß .....	533
—, Vierpol- .....	533	Leistungspegel .....	534	Phasenverzerrungen .....	541
Dämpfungsmaß .....	533	Lineare Verzerrungen .....	541	<b>Quadratische Verzerrungen</b> ...	542
Dämpfungsverzerrungen .....	541	<b>Meßbereich</b> .....	11	<b>Reflexion</b> .....	536
Dezibel .....	530	Messen .....	9	Reflexionsdämpfung .....	536
Dezibel-Neper-Umrechnung	530, 570	Meßeinrichtung .....	11	Reflexionsfaktor .....	537
Druckübertragungsmaß .....	540	Meßergebnis .....	9	Reizschwelle .....	11
Dynamischer Klirrfaktor .....	542	... messer .....	11	Relative Knotenhöhe .....	537
<b>Echodämpfung</b> .....	536	<b>Meßgröße</b> .....	9	Relativer Pegel .....	534
Eingangsscheinwiderstand ...	532	Meßobjekt .....	9	Restdämpfung .....	534
Einheiten der Nachrichten- technik .....	530	Meßverfahren der Fernseh- Übertragungstechnik .....	545	Rückflußdämpfung .....	536
Empfangsbezugsdämpfung ...	539	— der Mikrowellentechnik ...	547		
		— der Nachrichtentechnik ...	543		
		Meßwert .....	9		
		Meßzeug .....	11		
		Meßzuleitungen .....	548		
		Mitsprechen .....	538		
		<b>Nahnebensprechdämpfung</b> ...	538		
		Nahnebensprechen .....	538		
		Nebensprechdämpfung .....	538		
		—, Grundwert der .....	538		
		Nebensprechen .....	538		
		Neper .....	530		
		Neper-Dezibel- Umrechnung .....	530, 570		
		Nichtlineare Verzerrungen ...	541		
		Normalgenerator .....	534		
		Nyquistflanke .....	545		
		<b>Objektive Meßgrößen</b> .....	9		
		— Meßverfahren .....	9		
		Oszillographische Verfahren ...	544		
		<b>Pegel</b> .....	534		
		—, absoluter .....	534		
		—, relativer .....	534		
		Pegeldiagramm .....	536		
		Pegelkurve .....	536		
		Pegelwerte, Tafeln für ....	556, 557		
		Pfeiffrequenz .....	537		
		Pfeifpunkt .....	537		
		Pfeifpunktverfahren .....	544		
		Phasenmaß .....	533		
		Phasenverzerrungen .....	541		
		<b>Quadratische Verzerrungen</b> ...	542		
		<b>Reflexion</b> .....	536		
		Reflexionsdämpfung .....	536		
		Reflexionsfaktor .....	537		
		Reizschwelle .....	11		
		Relative Knotenhöhe .....	537		
		Relativer Pegel .....	534		
		Restdämpfung .....	534		
		Rückflußdämpfung .....	536		



Sägezahn .....	546	Tafel, Blindleitwerte .....	558	Unterschiedsschwelle .....	11
Scheinwiderstände .....	532	—, Blindwiderstände .....	558	Ureichkreis .....	539
Schirmung .....	549	— für $e^x$ -Werte .....	550	Unmittelbare Anzeige.....	544
Schwarzwert .....	545	— für $e^{-x}$ -Werte .....	552		
Schwarzwerthaltung .....	545	— für $10^{0,1\frac{x}{2}}$ -Werte .....	554	Verbindungsleitungen .....	548
Seitenband .....	545	— für $10^{-0,1\frac{x}{2}}$ -Werte .....	555	Vergleichsverfahren .....	543
SFERT .....	539	— für $\lambda$ und $f$ .....	569	Vertikalfrequenz .....	545
Sendebezugsdämpfung .....	539	— für Pegelwerte .....	556, 557	Verzerrungen .....	541
Sendeübertragungsmaß .....	540	—, Leistungspegel .....	557	—, Dämpfungs- .....	541
Signalgemisch .....	545	—, Spannungspegel .....	556	—, Kubische .....	542
Spannungspegel.....	534	— über Frequenzbereiche der		—, Lineare .....	541
Statischer Klirrfaktor .....	542	Nachrichtentechnik ...	571, 573	—, Nichtlineare .....	541
Steigzeit .....	545	— zur Umwandlung komplexer		—, Phasen- .....	541
Störspannung .....	541	Zahlen .....	561	—, Quadratische .....	542
Störstrom .....	541	— zur Umrechnung von Neper		Videofrequenz .....	545
Stoßdämpfung .....	537	in Dezibel.....	570	Vierpol, symm. ....	532
Stoßstelle .....	536	— zur Umrechnung von Dezibel		—, unsymm. ....	532
Strompegel .....	534	in Neper .....	570	Vierpoldämpfung .....	533
Streuung .....	10	Treppenspannung .....	546		
Subjektive Meßgrößen .....	9	Übersprechen .....	538	Wellenwiderstand .....	532
— Meßverfahren .....	9	Übertragungsgröße .....	541	Welligkeit .....	537
Suchtonverfahren .....	544	Übertragungsmaß von Lei-		Weißwert .....	545
Symmetrischer Vierpol.....	532	tungen.....	533	....zeiger .....	11
Synchronsignal .....	545	— von Mikrofonen, Telefonen		Zeile .....	545
Synchronwert .....	545	und Lautsprechern .....	540	Zeilenfrequenz .....	545
Systematische Fehler .....	10	Umrechnungstafel für $\lambda$ und $f$ .	569	Zeilendauer .....	545
		— für komplexe Zahlen .....	561	Zufällige Fehler .....	10
		Unsymmetrischer Vierpol .....	532		

#### 4. Verzeichnis unserer Hauptgeschäftsstellen im Bundesgebiet, in Berlin und im Saargebiet

Wir empfehlen, Anfragen über unsere Nachrichtenmeßgeräte an die nächstgelegene Geschäftsstelle zu richten, im Zweifelsfalle an

Siemens & Halske Aktiengesellschaft  
 Wernerwerk für Weitverkehrs- und Kabeltechnik  
 Nachrichtenmeßgeräte-Abteilung  
 München 25, Hofmannstraße 51.

Die Anschriften unserer Hauptgeschäftsstellen sind:

Postleitzahl	Stadt	Straße	Fernsprecher	Fernschreiber
22c	Aachen	Theaterstraße 106	39841	0832 866
13b	Augsburg	Fuggerstraße 9	51 76	053 821
1	Berlin SW 11	Schöneberger Str. 2—4	660011	018 3766
21a	Bielefeld	Kavalleriestr. 26	633 11	0932 805
22c	Bonn	Mülheimer Platz 1	5 1921	0886 655
20b	Braunschweig	Bankplatz 8	204 41	0952 820
23	Bremen	An der Weide 14—16	214 41	024 4814
21b	Dortmund	Märkische Straße 14	226 41	0322 122
22a	Düsseldorf	Oststraße 34	86 31	0858 2665
22a	Essen	Kruppstraße 16	207 31	0857 826
16	Frankfurt/Main	Gutleutstraße 31	30501	041 1203/4
17b	Freiburg i. Br.	Kaiser-Josef-Straße 274	64 44	077 842
20b	Göttingen	Weender Straße 69	62 75	096 861
24a	Hamburg 1	Steinstraße 7	321018	021 1891
20a	Hannover	Friedrichstraße 1	865 31	092 2333
17a	Karlsruhe	Bahnhofstraße 3—7	269 61	0782 831
16	Kassel	Obere Königstraße 3	164 02	099 839
24b	Kiel	Holstenbrücke 26	408 01	029 814
22b	Koblenz	Emil-Schüller-Straße 20/22	24 86	086 831
22c	Köln	Friesenplatz 10—14	2991	088 8519
22b	Mainz	Große Bleiche 29	267 71/72	0417 765
17a	Mannheim	N. 7. 18	580 31	046 525, 046 814
13b	München	Prannerstraße 8	285 51/59	052 3224
21a	Münster/W.	Herwarthstraße 6—8	379 53	0892 828
13a	Nürnberg	Richard-Wagner-Platz 1	287 21	06 2120
18	Saarbrücken 3	Mainzer Straße 139	212 41	0442 26, 026 srbk
21b	Siegen	Effertsufer 34	55 31	0312 821
14a	Stuttgart	Geschw.-Scholl-Straße 24/26	990 61	072 3941
14a	Ulm	Breite Gasse 12	65 71—73	071 826
16	Wetzlar	Karl-Kellner-Ring 25	34 55	0483 45
22a	Wuppertal-Elberfeld	Neumarktstraße 52	416 61	0842 853
13a	Würzburg	Theaterstraße 25	726 1	068 844

11. Frequenzbereiche der Nachrichtentechnik (s. auch Rückseite)

