

BESCHREIBUNG

SCHWEBUNGSSUMMER

Type SIT BN 40341

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

Ausgabe 40341 A/457

1 Eigenschaften

Frequenzbereich	20 Hz ... 20 kHz
Fehlergrenzen	$\pm 2\% \pm 3$ Hz
Frequenzkonstanz	< 4 Hz/Stunde nach 15 Min. Betriebsdauer und bei Netzspannungsschwankungen $< \pm 10\%$
Skalenverlauf	20 ... 100 Hz linear 100 Hz ... 20 kHz logarithmisch
Feinverstimmung	$\pm 0 \dots 200$ Hz
Fehlergrenzen	$\pm 2\% \pm 3$ Hz
Frequenz-Nullanzeige	durch Abstimmmanzeigeröhre
Klirrfaktor bei 1 Watt	$< 1\%$ von 100 Hz ... 15 kHz, $< 2\%$ von 40 ... 100 Hz und über 15 kHz
Frequenzgang der Ausgangsspannung bei optimalem Außenwiderstand	$\pm 1\%$ von 30 Hz ... 20 kHz $< 6\%$ von 20 ... 30 Hz
Fremdspannung	$< 0,2\%$ bei 1 W und Netzfrequenz ≥ 50 Hz $< 0,5\%$ bei 1 W und Netzfrequenz < 50 Hz
Ausgang I	Klemmbuchsen (4 mm ϕ , 30 mm Abst.)
Ausgangsleistung	max. 1,5 W

Opt. Außenwiderstand	150 Ω	600 Ω	7 k Ω
Innenwiderstand	45 Ω	200 Ω	350 Ω
max. Ausgangsspannung	15 V	30 V	100 V
Anschluß	erdfrei	erdfrei	geerdet

Spannungsregelung durch Drehregler lin.

Spannungsanzeige durch Instrument mit Volt-Eichung

Fehlergrenzen der Spannungsmessung $\pm 3\%$ v. E. von 30 Hz . . . 20 kHz

Frequenzgang der Spannungsanzeige $< -2,5\%$ von 20 . . . 30 Hz

Ausgang II 13er-Buchse (konzentrisch 13 mm ϕ)

Spannungsteiler 10 Stufen

Ausgangsspannung im Leerlauf bei

Vollausschlag des Spannungsmessers 2 V, 1 V, 0,3 V, 0,1 V, 30 mV, 10 mV,
3 mV, 1 mV, 0,3 mV, 0,1 mV bzw.

+6 db, 0 db, -10 db, -20 db, -30 db,
-40 db, -50 db, -60 db, -70 db,
-80 db, (0 db = 0,775 V)

Innenwiderstände (R_i) 20 Ω , 60 Ω , 100 Ω , 200 Ω , 300 Ω ,
(unabhängig vom Teilungsverhältnis) 600 Ω , 1 k Ω
Genauigkeit $\pm 2\%$

Fehlergrenzen der Spannungsmessung $\pm 3\%$ v. E. von 30 Hz . . . 20 kHz

Frequenzgang der Spannungsanzeige $< -2,5\%$ von 20 . . . 30 Hz

Fehler des Teilers einschließlich
Frequenzgang $\pm 2\% \pm 10 \mu\text{V}$
 $\pm 2\% \pm 15 \mu\text{V}$ bei $R_i = 600 \Omega$ und $1 \text{ k}\Omega$

Anzeige der Spannung durch Instrument mit Volt- und
Dezibel-Eichung

Stetige Spannungsregelung durch Drehregler lin.

Anschluß für Steuerzusatz Type ZPA

zur Steuerung des Frequenzablaufes 13er-Buchse (konzentrisch $13 \text{ mm } \phi$)

Netzanschluß 110/125/150/220 V;
40 . . . 60 Hz; 60 VA

Bestückung 1 Röhre AZ 11
1 Röhre EB 11
1 Röhre ECH 4
1 Röhre EF 12
2 Röhren EF 13
1 Röhre EL 11
1 Röhre EM 11
1 Stabilisator 150 C 2
1 Schmelzeinsatz 0,25 C DIN 41571

Abmessungen $500 \times 355 \times 260 \text{ mm}$
(R&S-Normkasten Größe 47)

Gewicht etwa 25 kg

2 Anwendung

Ein Tonfrequenzspannungserzeuger nach dem Schwebungsprinzip, wie der hier beschriebene Schwebungssummer Type SIT, wird immer dann vorgezogen, wenn für eine Meßaufgabe der gesamte Tonfrequenzbereich (20 Hz ... 20 kHz) ohne Frequenzbereichumschaltung lückenlos und kontinuierlich überstrichen werden muß und gleichzeitig ein sehr kleiner Frequenzgang sowie ein sehr kleiner Klirrfaktor der Ausgangsspannung gefordert wird.

Das Anwendungsgebiet des Schwebungssummers ist vor allem die Elektroakustik; denn hier ist das Frequenzband, in dem zusammenhängende Messungen auszuführen sind, nach Zahl der Oktaven gerechnet, besonders breit. Eine sehr zweckmäßige Erweiterung des Anwendungsgebietes ist jedoch auch gegeben durch die Feinverstimmungseinrichtung, womit die Frequenz an einem beliebigen Punkt des breiten Bandes um $\pm 0 \dots 200$ Hz verändert werden kann und durch den eingebauten Spannungsteiler, womit sich in Ergänzung des Spannungsmeißbereiches des Ausganges I jede beliebige Ausgangsspannung von 100 V bis etwa $10 \mu\text{V}$ herab einstellen läßt.

3 Arbeitsweise und Aufbau

3.1 Prinzipschaltung und Aufbau

Den grundsätzlichen Schaltungsaufbau des Schwebungssummers SIT zeigt Bild 1. Zwei gut entkoppelte Hochfrequenz-Oszillatoren liefern je eine Spannung an die Mischstufe. Ein Oszillator (Rö 2) erzeugt die Festfrequenz $f_f = 120$ kHz, die Frequenz f_v des anderen Oszillators (Rö 1) ist von $120 \dots 100$ kHz veränderbar. Durch Überlagerung entstehen am Ausgang der Mischstufe außer den Frequenzen f_f und f_v u. a. noch zwei veränderbare Überlagerungsfrequenzen $f_f - f_v = 0 \dots 20$ kHz und $f_f + f_v = 240 \dots 220$ kHz.

Hiervon gelangt die untere Überlagerungsfrequenz ($0 \dots 20 \text{ kHz}$) durch den Tiefpaß, alle übrigen Frequenzen werden gesperrt. Nach dem Tiefpaß folgt ein trägheitsloser Wechselspannungsanzeiger in Form einer Abstimmanzeigeröhre (Rö 4), womit die Frequenz-Nullstellung ($f_f = f_v$) sichtbar gemacht wird. Anschließend folgt ein ohmscher Teiler, der die Eingangsspannung des zweistufigen und stark gegengekoppelten NF-Verstärkers (Rö 5–Rö 6) stufenlos zu regeln gestattet. Den Abschluß des NF-Verstärkers bildet ein Spezial-Ausgangsübertrager für drei verschiedene optimale Außenwiderstände und ein Röhren-Voltmeter zur direkten Messung der am Ausgang I auftretenden Ausgangsspannung. Ein 10gliedriger, umschaltbarer Teiler mit konstantem Innenwiderstand ermöglicht die Entnahme sehr kleiner definierter Spannungen am Ausgang II.

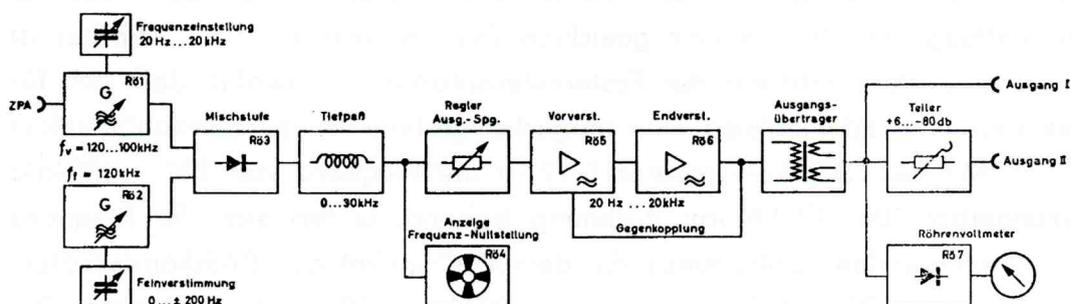


Bild 1. Blockschaltung des Schwebungssummers Type SIT

Der konstruktive Innenaufbau des Gerätes gliedert sich in drei Etagen. In der unteren sind die beiden allseitig abgeschirmten Hochfrequenz-Oszillatoren und der Ausgangsspannungsteiler untergebracht, um diese Geräteteile von der Wärmeabstrahlung der Röhren möglichst fernzuhalten. Außerdem enthält diese Etage verschiedene Widerstände und Kondensatoren, den dreigliedrigen Tiefpaß und den Ausgangsübertrager. In der mittleren Etage befinden sich die Voltmeter-Röhre Rö 7, die Vorverstärkerröhre Rö 5, die Mischröhre Rö 3, die beiden Oszillatorköhren Rö 1 und Rö 2, die Anodendrossel L 6, der Drehkondensator der großen Frequenzkala und die Abstimmanzeigeröhre Rö 4 mit ihren Schaltgliedern. Die obere Etage enthält die Endröhre Rö 6, den Netzgleichrichter Rö 8, den Netztransformator mit Netzspannungswähler und Sicherung, die Stabilisatorköhre Rö 9, die Netz-

drossel L 8 sowie die dazugehörigen Kondensatoren. Die Verteilung der verschiedenen Gerätestufen ist so getroffen, daß bei günstiger Wärmeverteilung auch gute Raumausnutzung erreicht ist.

3.2 Hochfrequenz-Oszillatoren

Die beiden Oszillatoren Rö 1 und Rö 2 sind in elektrischer wie in mechanischer Hinsicht so weit wie möglich gleich aufgebaut. Wärmeeinflüsse und Schwankungen der Betriebsspannungen können sich somit auf die Eigenschaften der beiden Oszillatoren in gleicher Weise auswirken. Der Stromlauf des SIT läßt erkennen, welche Schaltelemente jeweils in den allseitig geschlossenen Abschirmtöpfen untergebracht sind.

Im veränderbaren Oszillator Rö 1 ist der Schwingkreis gebildet aus der Wicklung 1-5 der Spule L 1, den Festkondensatoren C 3-C 4-C 5-C 6-C 10, den Trimmern C 8 und C 11, dem kleinen Drehkondensator C 9 zur Frequenz-Nullstellung und dem in kHz geeichten Drehkondensator C 12. Hierbei ist der Temperaturkoeffizient der Festkondensatoren so gewählt, daß sich für den gesamten Schwingkreis eine möglichst geringe Temperaturabhängigkeit ergibt. Mit dem Drehkondensator C 12 ist die Frequenz von 120...100 kHz veränderbar. Der CCI-Norm Rechnung tragend, ändert sich die Frequenz der resultierenden Tonfrequenz mit dem Drehwinkel des Drehkondensators im Bereich von 20...100 Hz linear, von 100 Hz bis 20 kHz logarithmisch. Der Oszillator arbeitet in der üblichen Rückkopplungsschaltung. Ein Teil der erzeugten Hochfrequenz-Spannung gelangt über das Kabel K 2 an das dritte Gitter der Misch-Hexode Rö 3.

Der feste Oszillator Rö 2 ist innerhalb seines Abschirmtopfes ebenso geschaltet wie der veränderbare. Auch hier ist der Festkondensator des Schwingkreises aus mehreren keramischen Kondensatoren mit verschiedenen Temperaturkoeffizienten zusammengesetzt, so daß der resultierende Temperaturkoeffizient des Kreises praktisch Null ist. Einen Teil des Schwingkreises bildet der kleine Drehkondensator C 23. In dessen Mittelstellung schwingt der Oszillator auf 120 kHz. C 23 gestattet eine negative oder positive Feinverstimmung von 0...200 Hz, wobei auf seiner in Hz geeichten Skala etwa 1 Hz noch ablesbar ist. Ein Teil der erzeugten Hochfrequenz-Spannung wird über das Kabel K 4 dem ersten Steuergitter der Mischröhre Rö 3 zugeführt.

Mitnahmeercheinungen zwischen den beiden Oszillatoren sind durch dreierlei Maßnahmen vermieden: Magnetische Kopplung der Spulen ist durch die völlig geschlossenen Abschirmtöpfe unterbunden; zur Vermeidung statischer Kopplungen sind sämtliche aus den Abschirmtöpfen herausgeführten Leitungen und Kondensatoren abgeschirmt; galvanische Kopplungen sind verhindert durch reichlich bemessene Blockierung aller Heiz- und Anodenspannungszuleitungen. Es ist hiermit erreicht, daß die Oszillatorfrequenzen bei einer Schwebungsfrequenz von etwa 1 Hz noch nicht in Tritt fallen. Eindeutige Nullstellung ist somit gewährleistet.

3.21 Steuerzusatz-Anschluß

Für den Anschluß unseres Steuerzusatzes Type ZPA ist eine konzentrische Buchse mit Umschalter S 1 eingebaut. Führt man den Kabelstecker des ZPA in diese Buchse ein, so werden der Drehkondensator C 12, der Kondensator C 10 und der Trimmer C 11 von der Schwingkreisspule abgetrennt. An die Stelle des in kHz geeichten Drehkondensators C 12 tritt dann der im ZPA eingebaute, motorisch angetriebene und ebenfalls in kHz geeichte Drehkondensator zur automatischen Steuerung des Frequenzablaufs im Schwebungssummer. Einzelheiten hierüber sind der entsprechenden Druckschrift entnehmbar.

3.3 Mischstufe

Als Mischröhre dient die Triode-Heptode RÖ 3. Ausgenützt ist nur der Heptodenteil; Gitter und Anode der Triode sind mit Masse verbunden. Wie im Abschnitt 3.1 bereits erklärt, werden die von den beiden Oszillatoren gelieferten Hochfrequenz-Spannungen in der Mischstufe überlagert, so daß im Anodenkreis eine NF-Spannung auftritt, deren Frequenz im gewünschten Tonfrequenzbereich liegt. Hierbei wird gefordert, daß diese NF-Spannung möglichst frei von Verzerrungen ist. Andernfalls gelangt die verzerrte Spannung über den NF-Verstärker an den Ausgang, und diese Verzerrungen können durch keine Maßnahme mehr beseitigt werden. Für praktisch rein sinusförmige NF-Spannung muß die Mischröhre unter folgenden Bedingungen arbeiten: Hochfrequenz-Spannung am 1. Gitter etwa $0,55 V_{\text{eff}}$ und Gittervorspannung etwa $-2 V$; Hochfrequenz-Spannung am 3. Gitter etwa $1,9 V_{\text{eff}}$ und Gittervorspannung etwa $-7 V$. Dies sind Durchschnittswerte, die je nach

Röhre für günstige Mischverhältnisse so eingestellt sind, daß der resultierende Mischklirrfaktor etwa 0,3...0,4% nicht überschreitet. Die Einstellung der Gittervorspannungen ermöglicht der aufgeteilte und regelbare Katodenwiderstand R11 + R12. Es wird außerdem gefordert, daß die Mischverstärkung über den gesamten Bereich von 20 Hz...20 kHz konstant und der Frequenzgang der im Anodenkreis auftretenden Tonfrequenzspannung äußerst klein ist. Konstante Mischverstärkung ist erreicht durch entsprechend große Bemessung der Kondensatoren C 28, C 29 und C 31; besonders kleiner Frequenzgang ist hergestellt durch konstante Hochfrequenzspannung am 3. Gitter der Mischröhre.

3.4 Tiefpaß

Im Anodenkreis der Mischröhre liegt ein Tiefpaß, der die Aufgabe hat, alle unerwünschten Frequenzen oberhalb 20 kHz vom NF-Verstärker fernzuhalten. Der Tiefpaß ist dreigliedrig ausgeführt. Sein Wellenwiderstand beträgt 16 k Ω . Eingangsseitig ist er mit dem Anodenwiderstand R15 abgeschlossen, ausgangsseitig mit der Widerstandsparallelschaltung von R17 und R19. Am Ausgang des Tiefpasses beträgt die NF-Nutzspannung etwa 2,2 V, der noch feststellbare Rest an Hochfrequenz-Spannung ist etwa $3 \cdot 10^{-5}$ der NF-Spannung.

3.5 Frequenz-Nullanzeiger

Sehr geringe Frequenzänderungen in den Oszillatoren bewirken im Bereich niederer Schwebungsfrequenzen, z. B. von 20...1000 Hz, bereits eine erhebliche Verschiebung der Frequenzeichung. Ändert sich z. B. die Frequenz des einen oder anderen Oszillators im Laufe der Zeit um nur 0,01%, so hat dies für die resultierende Schwebungsfrequenz bereits eine Abweichung von 12 Hz zur Folge. Um solche unvermeidliche Frequenzwanderungen jederzeit unschädlich machen zu können, ist im veränderbaren Oszillator der von der Frontplatte aus bedienbare Drehkondensator C 9 vorgesehen. Zur Richtigestellung der Frequenzeichung sind nur die Zeiger der großen Frequenzskala und der Feinverstimmung auf die Teilstriche „0“ zu stellen und der Knopf von C 9 (Nullstellung) zu drehen, bis sich die Oszillatoren in Gleichlauf befinden. Hierbei ist dann auch die Schwebungsspannung gleich Null. Um dies sichtbar zu machen, befindet sich am Ausgang des Tiefpasses ein träg-

heitsloser Wechselspannungsanzeiger, dessen Frequenzbereich so weit herunterreicht, daß auch langandauernde Schwebungen angezeigt werden. Für diesen Frequenz-Nullanzeiger enthält das Gerät die Abstimmanzeigeröhre RÖ 4. Die Anzeige ist unabhängig von der jeweils eingestellten Ausgangsspannung.

3.6 NF-Verstärker

Zur Erzielung eines möglichst kleinen Klirrfaktors und Frequenzganges der Ausgangsspannung in diesem großen Frequenzbereich und bei 1,5 W Ausgangsleistung ist der Verstärker RÖ 5–RÖ 6 zweistufig aufgebaut und stark gegengekoppelt. Mitentscheidend ist auch die Schaltung des Ausgangs. Um die durch den Anodenstrom der Endröhre verursachte Vormagnetisierung des Ausgangsübertragers Tr 1 zu umgehen, ist in den Anodenkreis die Drossel L 6 geschaltet und der Übertrager mit C 52 kapazitiv angekoppelt. Mit Rücksicht auf sehr kleinen Frequenzgang bei den hohen Frequenzen, d. h. zur Erzielung möglichst geringer Übertragerstreuung, sind die einzelnen Übertragerwicklungen symmetrisch aufgeteilt und durch statische Schirme getrennt. Im hochohmigen Ausgang (7 k Ω) wird der Frequenzgang durch die Reiheninduktivität L 7 geebnet. Hierdurch ist für den größten Teil (30 Hz bis 20 kHz) des Frequenzbereiches der verhältnismäßig kleine Frequenzgang von < 1% erreicht.

3.7 Ausgang I

Den Eigenschaften der Endröhre entsprechend, beträgt an der Primärwicklung des Ausgangsübertragers Tr 1 der günstigste Außenwiderstand 7 k Ω . Die zwei umschaltbaren Sekundärwicklungen sind für die gebräuchlichen Außenwiderstände 600 Ω (Reihenschaltung) und 150 Ω (Parallelschaltung) bemessen. Die Umschaltung der drei Übertragerwicklungen auf den Ausgang I geschieht mit den sechs gekuppelten Schaltern S2IIIR/IVF/IVR/IIR/IIIF/IIF. In Bild 2 sind die drei Schaltstellungen gesondert dargestellt. Der hochohmige Ausgang ist einseitig geerdet und gleichstromfrei. Über die Primärwicklung und über L 7 ist jedoch ein innerer, mit etwa 0,2 mA belastbarer Gleichstromweg gebildet. Die Sekundärwicklungen sind erdfrei geschaltet und erlauben ebenfalls, von einem äußeren Gleichstrom durchflossen zu werden. In der Schaltstellung „600 Ω “ beträgt der zulässige Gleichstrom etwa 1 mA,

bei „150 Ω“ etwa 2 mA. Klirrfaktor und Frequenzgang werden dadurch nicht beeinträchtigt. Der Frequenzgang der Ausgangsspannung ist bei optimalem Außenwiderstand am kleinsten. Unter- oder Überanpassung ist jedoch dank der sehr starken Gegenkopplung im NF-Verstärker (insbesondere bei Überanpassung) ziemlich unkritisch.

3.8 Röhren-Voltmeter

Das am Ausgang des Verstärkers liegende Röhren-Voltmeter (mit Diode R67 und Instrument I1) mißt entweder die am Ausgang I auftretende Spannung direkt oder die Oberspannung des 10stufigen Teilers R47...R66 des Ausgangs II. Die Meßbereichumschaltung erfolgt zwangsläufig mit dem Schalter S2, mit dem auch die Innenwiderstände des Ausgangs II gewählt werden. Eine Kompensation des Anlaufstromes ist nicht vorgesehen, da dieser selbst im kleinsten Meßbereich (15 V) nur einen Zeigerausschlag von etwa 2% des Vollausschlages bewirkt. Als Anzeigeelement dient der 100- μ A-Drehspulstrommesser I1 mit den drei Skalen 0,1...1 V, 0,3...3,16 V und -10...+2 db. Die Zuständigkeit dieser Skalenteilungen richtet sich nach dem gewählten Ausgang, nach den jeweils eingeschalteten Innenwiderständen des Ausgangs I sowie danach, ob man den am Ausgang II liegenden Pegel in V oder db ablesen will. Aus Bild 2 geht die jeweilige Einschaltung des Röhren-

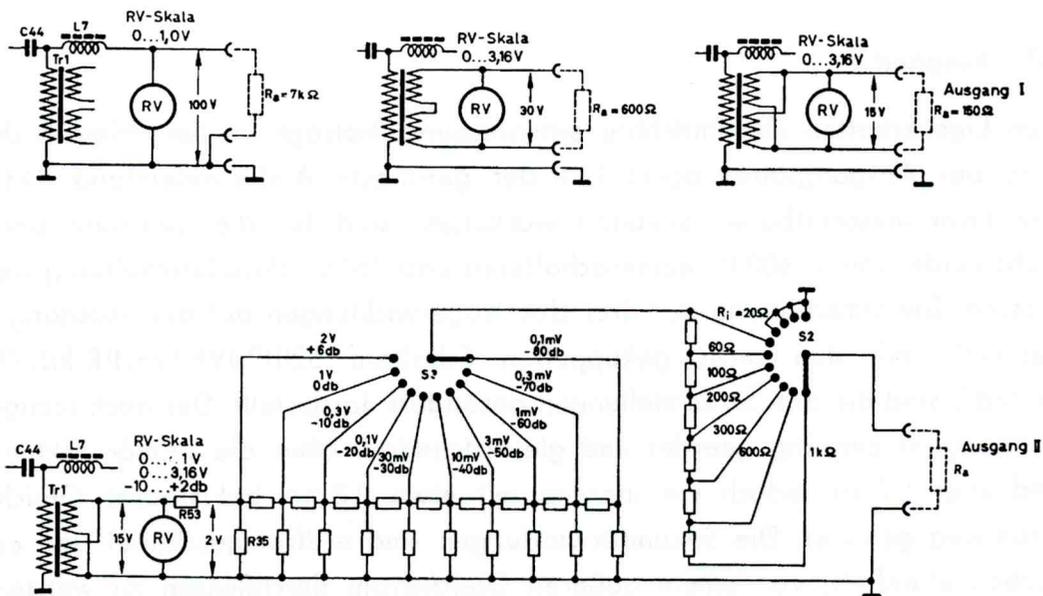


Bild 2. Die drei Schaltstellungen des Ausgangs I und die Schaltung des Ausgangs II

voltmeters sowie die zu benutzende Skalenteilung hervor. Die Meßgenauigkeit des Röhrevoltmeters ist besser als $\pm 3\%$ v. E. im Bereich von 30 Hz bis 20 kHz. Unterhalb 30 Hz ist sie etwas geringer, bedingt durch den auf etwa $-2,5\%$ abfallenden Frequenzgang bei 20 Hz. Durch das RC-Glied R 44–C 56 ist das Drehspulinstrument so gedämpft, daß auch bei der tiefsten Frequenz (20 Hz) kein Flattern des Meßwerkzeigers auftreten kann. Zur Erzielung möglichst kurzer Einstellzeit im Instrument wird die Kapazität des Ladekondensators mittels S 2 zwangsläufig umgeschaltet. Hierbei ist im 15-V-Bereich C 55, im 30-V-Bereich C 54 und im 100-V-Bereich die Reihenschaltung C 53–C 54 wirksam.

3.81 Spannungsregelung und Anzeige

Stufenlos regelbar ist die Spannung an den Ausgängen I und II mit dem am Eingang des NF-Verstärkers liegenden Potentiometer R 19. Die Regelung an dieser Stelle bringt den Vorteil mit sich, daß mit abnehmender Aussteuerung des NF-Verstärkers der Klirrfaktor ebenfalls verkleinert werden kann. Das Regelverhältnis des Potentiometers ist größer als 50 : 1.

In der Schalterstellung „7 k Ω “ des Ausgangs I beträgt die maximale Ausgangsspannung 100 V, bei „600 Ω “ 30 V und bei „150 Ω “ 15 V. Im Bereich 100 V ist die von 0,1 ... 1 V beschriftete Voltmeterskala zu benutzen, in den anderen beiden Bereichen die von 0,3 ... 3,16 V beschriftete Skala. Bei „600 Ω “ sind die Werte 0,3 bis 3,16 mit dem Faktor 10, bei „150 Ω “ mit dem Faktor 5 zu multiplizieren.

3.9 Ausgang II

Der unsymmetrisch geschaltete Ausgang II ermöglicht die Entnahme sehr kleiner und definierter Tonfrequenzspannungen im Bereich von 2 V bis etwa 10 μ V herab, wie sie bei Messungen an NF-Verstärkern gebraucht werden. In Bild 2 ist die Schaltanordnung gesondert herausgezeichnet. Der mittels S 3 umschaltbare Spannungsteiler bezieht seine Oberspannung über den Widerstand R 47 von den hier ständig parallel geschalteten Sekundärwicklungen des Ausgangsübertragers. Der in 10 Stufen umschaltbare Teiler ist so dimensioniert, daß der Pegel in der ersten Schaltstufe um 6 db, in den anderen Schaltstufen um je 10 db verkleinert werden kann. Der Ausgangswiderstand des Teilers ist in allen Schalterstellungen gleich 20 Ω . Zwischen

Teiler und Ausgang II liegen jedoch 6 mittels S2IF umschaltbare Vorwiderstände R68...R73, womit sich für den Ausgang II die 7 verschiedenen Innenwiderstände 20 Ω , 60 Ω , 100 Ω , 200 Ω , 300 Ω , 600 Ω und 1 k Ω mit $\pm 2\%$ Genauigkeit einstellen lassen. Diese Innenwiderstände sind unabhängig vom jeweils eingeschalteten Teilverhältnis.

3.91 Spannungsregelung und Anzeige

Bild 2 zeigt ebenfalls die Einschaltung des Röhrenvoltmeters. Es mißt die vom Ausgangsübertrager abgegebene und mittels R19 stetig regelbare Spannung. Geeicht ist es jedoch für die Oberspannung (2 V) des Teilers. Hält man diese Spannung auf 2 V konstant, so sind am Ausgang II nach stufenweiser Teilung mittels S3 die Leerlauf-Ausgangsspannungen 2 V, 1 V, 0,316 V, 0,1 V, 31,6 mV, 10 mV, 3,16 mV, 1 mV, 0,316 mV und 0,1 mV entnehmbar. Zwischenwerte können mittels R19 stufenlos eingestellt werden. Für die Schaltstufen 2 V, 1 V, 0,1 V, 10 mV usw. wird auf der von 0,1 ... 1 V geeichten Skala abgelesen, für die Schaltstufen 0,3 V, 30 mV, 3 mV usw. auf der von 0,3 bis 3,16 V beschrifteten Skala. Diese vom Röhrenvoltmeter angezeigte Spannung ist als EMK aufzufassen. Der tatsächlich vorhandene Pegel am Ausgang II ist also vom jeweils angeschlossenen Außenwiderstand R_a abhängig. Durch die Spannungsteilung geht die Ausgangsspannung z. B. auf die Hälfte der vom Röhrenvoltmeter angezeigten Spannung zurück, wenn $R_a = R_i$. Ist dagegen $R_a \geq 200 \cdot R_i$, so ist die Ausgangsspannung nahezu gleich ($-0,5\%$) der angezeigten EMK. Dieser Fall kommt vor allem bei Messungen an Verstärkern mit hohem Eingangswiderstand in Betracht. Hierbei ist jede beliebige ohmsche Belastung ohne Einfluß auf den Frequenzgang und den Klirrfaktor der Ausgangsspannung, da die richtige Anpassung bereits im Gerät vorhanden ist. Die Genauigkeit der Spannungsteilung (einschließlich Frequenzgang bei den hohen Frequenzen) beträgt in den Teilerstufen von 2 V bis 1 mV weniger als $\pm 2\%$. In den Stufen 0,3 mV und 0,1 mV beträgt sie $\pm 2\% \pm 10 \mu\text{V}$ bei Verwendung der Innenwiderstände $R_i = 20 \Omega$ bis 300 Ω und $\pm 2\% \pm 15 \mu\text{V}$ bei $R_i = 600 \Omega$ und 1 k Ω .

Zur Bestimmung des Ausgangspegels in db ist die Skala des Voltmeters von -10 bis $+2$ db geeicht. Dem Null-Pegel ist eine Leerlaufspannung von 0,775 V zugrunde gelegt. Durch den Teiler kann der Ausgangspegel in der ersten Stufe um 6 db, in den anderen 9 Stufen um je 10 db, also insgesamt um 86 db

verkleinert werden, so daß er sich, einschließlich Regelung mittels R 19, auf -90 db einstellen läßt. Hinsichtlich Teilerfehler und Frequenzgang bei verschiedenen Innen- und Außenwiderständen gilt das bereits Gesagte.

4 Bedienungsanleitung

4.1 Netzspannungswahl und Inbetriebnahme

Der Schwebungssummer SIT ist für Wechselstrom-Netzanschluß gebaut und ab Werk auf 220 V eingestellt. Liegt eine andere Netzspannung vor, so muß das Gerät umgeschaltet werden. Hierzu sind an den Ecken der Frontplatte die vier Zylinderkopfschrauben zu lösen und das Gerät aus seinem Kasten zu nehmen. Sodann ist in der oberen Etage hinter dem Netztransformator der Sicherungshalter (= Spannungswähler) zugänglich. Zur Einstellung auf die jeweilige Netzspannung (110, 125, 150 oder 220 V) wird das Kontaktfedernpaar, das mit der gegebenen Spannung bezeichnet ist, mit einer passenden Sicherung überbrückt. Für 220 V ist ein Schmelzeinsatz 0,25 C DIN 41571 vorgesehen; für 110, 125 oder 150 V ist ein Schmelzeinsatz 0,5 C DIN 41571 (500 mA) zu verwenden. Vor Inbetriebnahme ist das Gerät wieder ordnungsgemäß einzubauen. Nach dem Anschließen an das Netz ist der Netzschalter nach oben zu kippen. Während hierbei die über dem Netzschalter eingebaute Glimmlampe sofort aufleuchtet, erhellt sich die Abstimmanzeigeröhre erst nach etwa einer halben Minute. Das Gerät ist dann betriebsbereit. Es empfiehlt sich jedoch, eine Einlaufzeit von einigen Minuten abzuwarten.

4.2 Frequenz-Nullstellung

Hierzu sind die Zeiger der Frequenzskala und der Feinverstimmung genau auf die Teilstriche „0“ zu stellen und der Bedienungsknopf „Frequenz-Nullstellung“ so weit zu drehen, bis die Abstimmanzeigeröhre zu flackern beginnt und somit die Annäherung an Schwebungsnull anzeigt. Schwebungsnull

ist dann erreicht, wenn die Leuchtsektoren ganz schmal sind und ruhig bleiben. Zunächst wird die Nullstellung nun nicht mehr verdreht. Nach einer Betriebszeit von etwa 15 Minuten ist jedoch die Nullstellung zu prüfen und nötigenfalls zu korrigieren. Eine weitere Korrektur der Nullstellung empfiehlt sich etwa stündlich, je nach Schwankungen der Raumtemperatur und der Netzspannung.

4.3 Frequenzeinstellung 20 Hz ... 20 kHz

Die gewünschte Tonfrequenz wird mit dem Grob-Feintriebknopf der großen Frequenzskala eingestellt; sie ist direkt in kHz ablesbar. Während der Grobtriebknopf (klein) mit dem Zeiger und dem Drehkondensator fest verbunden ist, gestattet der Feintriebknopf (groß) eine 100fach feinere Einstellmöglichkeit. Den CCI-Empfehlungen entsprechend ist der Skalenverlauf von 20 ... 100 Hz fast linear, von 100 Hz ... 20 kHz logarithmisch. Damit ist die Einstell- und Ablesegenauigkeit im gesamten Frequenzbereich gleich gut.

4.4 Feinverstimmung $\pm 0 \dots 200$ Hz

Die Skala hierzu ist für negative und positive Verstimmungen von 0 ... 200 Hz direkt in Hz geeicht. Diese Eichung gilt für jeden beliebigen Punkt der großen Frequenzskala. Irgendwelche Umrechnungen sind nicht nötig.

4.5 Ausgang I

Der Ausgang I ist für die drei optimalen Außenwiderstände „150 Ω “, „600 Ω “ und „7 k Ω “ umschaltbar. In den Schaltstellungen „150 Ω “ und „600 Ω “ ist er erdfrei, in der Stellung „7 k Ω “ einseitig geerdet. Die Umschaltung erfolgt mit dem unteren der beiden Bereichsschalter. In allen drei Schaltstufen ist der Ausgang gleichstromfrei. Es ist jedoch im Inneren ein Gleichstromweg gebildet, der bei „150 Ω “ von einem äußeren Gleichstrom bis zu 2 mA, bei „600 Ω “ bis zu 1 mA und bei „7 k Ω “ bis zu 0,2 mA durchflossen werden darf. Die Geräteeigenschaften werden dadurch nicht beeinträchtigt.

Bei optimalen Außenwiderständen beträgt die maximale Ausgangsleistung etwa 1,5 Watt. Die Angaben über Klirrfaktor beziehen sich auf eine Ausgangsleistung von 1 Watt und bei jeweils optimal belastetem Ausgang. Die Ausgangsspannung kann bei „150 Ω “ auf über 15 V, bei „600 Ω “ auf über 30 V und bei „7 k Ω “ auf über 100 V eingestellt werden. Zur stetigen Regelung (Regelfähigkeit etwa 1 : 50) dient der Bedienungsknopf unter dem Instrument. In den Schaltstellungen „150 Ω “ und „600 Ω “ ist auf der von 0,3...3,16 V beschrifteten, in der Stellung „7 k Ω “ auf der von 0,1...1 V beschrifteten Skala wie folgt abzulesen:

bei „150 Ω “: Ausgangsspannung = Anzeige (0,3...3,16 V) x 5;

bei „600 Ω “: Ausgangsspannung = Anzeige (0,3...3,16 V) x 10;

bei „7 k Ω “: Ausgangsspannung = Anzeige (0,1...1 V) x 100.

4.6 Ausgang II

Der im Ausgang II eingebaute Spannungsteiler gestattet die Einstellung sehr kleiner Ausgangsspannungen, wie sie bei Messungen an Verstärkern benötigt werden. Die Verbindung zwischen Schwebungssumme und einem Verstärker erfolgt über ein abgeschirmtes Kabel, das einen in die konzentrische Buchse passenden Stecker (R & S-Sach-Nr. FS 413/11) trägt. Mit dem oberen der beiden Bereichsschalter ist die Ausgangsspannung in der ersten Stufe um 6 db, in den anderen 9 Stufen um je 10 db reduzierbar. Die stetige Spannungsregelung geschieht auch hier mit dem Bedienungsknopf unter dem Instrument.

Mit dem unteren der beiden Bereichsschalter kann der Innenwiderstand des Ausganges II auf 20 Ω , 60 Ω , 100 Ω , 200 Ω , 300 Ω , 600 Ω oder 1 k Ω umgeschaltet werden. Der Innenwiderstand ist unabhängig von der jeweils eingestellten Teilerstufe. Seine Genauigkeit beträgt $\pm 2\%$. Das Röhrenvoltmeter zeigt

die am Ausgang II auftretende Leerlaufspannung (EMK) bzw. den Leerlaufpegel an. Folgende Tabelle gibt eine Übersicht über die im jeweiligen Bereich zu verwendende V- bzw. db-Skala.

Volt			Dezibel		
Schaltstellung	Skala	Ausgangsspannung = Anzeige	Schaltstellung	Skala	Ausgangspegel = Anzeige
2 V	0,1 ... 1	x 2	+ 6 db	-10 ... +2 db	+ 6 db
1 V	0,1 ... 1	x 1	0 db	-10 ... +2 db	± 0 db
0,3 V	0,3 ... 3	x 10 ⁻¹	-10 db	-10 ... +2 db	-10 db
0,1 V	0,1 ... 1	x 10 ⁻¹	-20 db	-10 ... +2 db	-20 db
30 mV	0,3 ... 3	x 10 ⁻²	-30 db	-10 ... +2 db	-30 db
10 mV	0,1 ... 1	x 10 ⁻²	-40 db	-10 ... +2 db	-40 db
3 mV	0,3 ... 3	x 10 ⁻³	-50 db	-10 ... +2 db	-50 db
1 mV	0,1 ... 1	x 10 ⁻³	-60 db	-10 ... +2 db	-60 db
0,3 mV	0,3 ... 3	x 10 ⁻⁴	-70 db	-10 ... +2 db	-70 db
0,1 mV	0,1 ... 1	x 10 ⁻⁴	-80 db	-10 ... +2 db	-80 db

Bei nicht hinreichend hohem Außenwiderstand R_a ist die durch den Innenwiderstand R_i und R_a bedingte Spannungsteilung zu berücksichtigen. Die an einem reellen Außenwiderstand auftretende Spannung ist

$$U_2 = U_1 \frac{R_a}{R_i + R_a}$$

(U_1 = Spannung im Leerlauf, U_2 = Spannung an R_a). Umgekehrt ist für eine gewünschte Spannung U_2 die Leerlaufspannung

$$U_1 = U_2 \frac{R_i + R_a}{R_a}$$

einzustellen.

5 Wartung

5.1 Röhrenwechsel

Nach dem Ausbau nach 4.1 sind alle Röhren zugänglich. Es können folgende Röhren ohne weiteres ersetzt werden: Verstärkerröhre RÖ 5, Abstimmanzeigeröhre RÖ 4, Voltmeterröhre RÖ 7, Netzgleichrichterröhre RÖ 8 und Stabilisatorröhre RÖ 9.

5.11 Oszillatorröhren RÖ 1 und RÖ 2

In der Regel hat ein Wechsel der beiden Oszillatorröhren wegen der verhältnismäßig großen Kapazitäten in den Schwingkreisen keine Frequenzänderung zur Folge. Nötigenfalls können ganz geringe Frequenzverwerfungen mit der Nullstellung ohne weiteres korrigiert werden. Zur Erzielung eines kleinstmöglichen Mischklirrfaktors sind jedoch die der Röhre RÖ 3 zugeführten Hochfrequenz-Spannungen nachzumessen. Am 1. Gitter der Röhre RÖ 3 sollen etwa $0,55 V_{\text{eff}}$ liegen, am 3. Gitter etwa $1,9 V_{\text{eff}}$. Durch Abgleichen der beiden Kondensatoren C 6 und C 22 (in den Abschirmtöpfen der Oszillatoren) kann die Höhe der Hochfrequenz-Spannung nötigenfalls richtiggestellt werden. Man kann aber auch aus mehreren Röhren eine bzw. zwei aussuchen, womit die geforderten Spannungswerte erreicht werden. Zur Messung der Hochfrequenz-Spannungen direkt an den Gittern der Röhre RÖ 3 empfehlen wir unser Spannungs-Strom-Widerstands-Meßgerät Type URI.

5.12 Mischröhre RÖ 3

Durch das Auswechseln der Röhre RÖ 3 kann sich der Mischklirrfaktor und damit der Klirrfaktor der Ausgangsspannung etwas verschlechtern. Der kleinstmögliche Mischklirrfaktor läßt sich wieder einstellen, wenn ein geeignetes Klirrfaktormeßgerät, z. B. unsere Type FTZ, zur Verfügung steht. Hierbei ist folgendermaßen zu verfahren: Frequenz auf etwa 1 kHz einstellen, Bereichschalter auf „7 kΩ“ schalten, Ausgangsspannung auf etwa 10 V einstellen und Klirrfaktormesser an Ausgang I anschließen. Bei dieser geringen Aussteuerung des NF-Verstärkers tritt praktisch nur mehr der von der Mischröhre herrührende Klirrfaktor in Erscheinung. Der Klirrfaktor soll hier nicht

größer als 0,4 % sein. Übersteigt er diesen Betrag, so sind die beiden Katenwiderstände R 11 und R 12 abwechslungsweise so einzuregulieren, bis das geforderte Minimum an Ausgangsklirrfaktor erreicht ist. Die beiden Regelwiderstände sind an der linken Seite in der unteren Etage zugänglich. Die günstigen Gittervorspannungen, gemessen zwischen Katode und Gittern, betragen etwa -2 V für das 1. Gitter und etwa -7 V für das 3. Gitter. Ist das geforderte Minimum an Klirrfaktor trotz dieser Einregulierung nicht zu erreichen, so ist die Messung mit einer anderen Röhre zu wiederholen. Nötigenfalls ist aus mehreren Röhren eine auszusuchen, mit der der kleine Klirrfaktor wieder erlangt werden kann. Mit einer beliebigen neuen Röhre ECH 4 ist jedoch nach der beschriebenen Einregulierung kein größerer Mischklirrfaktor als etwa 0,6 % zu erwarten.

Zu überprüfen ist nach einem Wechsel dieser Röhre auch die am Ausgang auftretende Brummspannung. Hierzu verfähre man wie folgt: Ausgang I auf „7 k Ω “ schalten, $R_a = 7 \text{ k}\Omega$ anschließen und Ausgangsspannung auf etwa 84 V (entsprechend 1 W) einregeln. Hierauf beide Oszillatordröhren aus ihrer Fassung ziehen und die am Ausgang verbleibende Brummspannung messen. Die Brummspannung darf so etwa 0,17 V (= 0,2 % v. 84 V) nicht überschreiten. Diese Bedingung wird mit den meisten Röhren ohne weiteres erfüllt. Nötigenfalls ist die Messung mit einer anderen Röhre ECH 4 zu wiederholen.

5.13 Endröhre RÖ 6

Eine Auswechslung der Röhre RÖ 6 kann ebenfalls eine geringe Verschlechterung des Klirrfaktors zur Folge haben. Die Überprüfung geschieht hier wie folgt: Frequenz auf etwa 1 kHz einstellen, Bereichschalter auf „600 Ω “ schalten, Ausgang I mit 600 Ω abschließen, Ausgangsspannung auf 24,5 V (entsprechend 1 W) einregeln und Klirrfaktormesser an Ausgang I anschließen. Der Klirrfaktor darf hier 1 % nicht überschreiten. Diese Bedingung wird mit den meisten Röhren ohne weiteres eingehalten. Nötigenfalls kann entweder auch hier eine geeignete Röhre EL 11 ausgesucht oder der Wert des Katenwiderstandes R 29 geringfügig verändert werden, um den geringen Klirrfaktor < 1 % wieder herzustellen. Es empfiehlt sich, vor dieser Messung den Klirrfaktor der Mischstufe nach 5.12 zu überprüfen.

5.2 Nacheichen des Röhrenvoltmeters

Nach längerer Betriebszeit kann eine Nacheichung des Röhrenvoltmeters erforderlich werden. Es sind hierfür in jedem Meßbereich geeignete Regelwiderstände eingebaut, so daß eine Nacheichung ohne besondere Umstände in kurzer Zeit ausführbar ist. Erforderlich ist ein Vergleichsvoltmeter, womit die Spannungen 2 V, 15 V, 30 V und 100 V mit einer Genauigkeit von etwa $\pm 0,5\%$ gemessen werden können. Der Eingangswiderstand dieses Vergleichsvoltmeters soll bei 2 V nicht kleiner sein als etwa $10\text{ k}\Omega$, bei 15 V, 30 V und 100 V nicht kleiner sein als etwa $100\ \Omega/\text{V}$. Mit Rücksicht auf den etwas höheren Klirrfaktor des SIT im Bereich von 20...100 Hz ist vorzugsweise eine Meßfrequenz über 100 Hz zu wählen.

Zur Nacheichung des 15-V-, 30-V- und 100-V-Bereiches ist das Vergleichsvoltmeter an den Ausgang I zu schalten. Es liegt so dem eingebauten Röhrenvoltmeter unmittelbar parallel. Die Nacheichung des 15-V-Bereiches geht wie folgt vor sich: Oberen Bereichschalter auf „150 Ω “ schalten und die Ausgangsspannung erhöhen, bis das Vergleichsvoltmeter genau 15 V zeigt. Nacheichregelwiderstand R 41 (mit Hilfe eines Schraubenziehers) so drehen, bis das SIT-Instrument 3,0 V anzeigt. Analog ist in den Bereichen 30 V (600 Ω) und 100 V (7 $\text{k}\Omega$) zu verfahren und die Nacheichregelwiderstände R 39 und R 37 einzuregeln.

Zur Nacheichung des 2-V-Bereiches ist das Vergleichsvoltmeter an den Ausgang II zu legen und wie folgt vorzugehen: Oberen Bereichschalter auf 2 V, unteren Bereichschalter auf 20 Ω Innenwiderstand schalten. Ausgangsspannung erhöhen, bis Vergleichsvoltmeter genau 2 V anzeigt. Sodann Nacheichwiderstand R 43 einstellen, daß das SIT-Instrument 1 V anzeigt. Die db-Eichung stimmt hiermit zwangsläufig.

5.3 Prüfung des Ausgangsteilers

Hierzu ist ein empfindlicher Meßverstärker nötig, der die Spannungen 2 V, 1 V, 0,3 V, 0,1 V, 30 mV, 10 mV, 3 mV, 1 mV, 0,3 mV und 0,1 mV mit einer Genauigkeit von $\pm 1\%$ zu messen gestattet. Der Eingangswiderstand des Meßverstärkers soll mindestens 20 $\text{k}\Omega$ betragen, um zusätzliche Teilungsfehler zu vermeiden. Arbeitet der Meßverstärker selektiv, so kann bei beliebigen

Frequenzen von 20 Hz ... 20 kHz gemessen werden. Mit einem aperiodischen Meßverstärker ist vorzugsweise innerhalb des Bereiches von 100 Hz bis 15 kHz zu messen, da hier der Klirrfaktor stets kleiner als 1 % ist.

Der Meßverstärker wird nun an den Ausgang II gelegt, der untere Bereichschalter auf den Innenwiderstand 20Ω geschaltet, die Oberspannung des Ausgangsteilers auf 2 V eingeregelt und dann in jeder Teilerstufe die Ausgangsspannung gemessen. Die Abweichungen von den Sollwerten dürfen $\pm 2 \% \pm 10 \mu\text{V}$ nicht überschreiten.

6 Schalteilliste

(Stand vom 12.12.56)

(Kennzeichen nach Stromlauf)

Kennzeichen	Benennung	Wert	R&S-Sach-Nr.
C 1	Papierkondensator	25 000 pF/250 V	CRF 25 000/250
C 2	Papierkondensator	25 000 pF/250 V	CRF 25 000/250
C 3	Keramik-Kondensator	60 pF etwa 12 + 8 pF	CWR 60 parallel CCS ... + CTR ...
C 4	Keramik-Kondensator	300 pF 50 pF	3 x CWR 100 CWR 50 parallel
C 5	Keramik-Kondensator	600 pF	2 x CWR 300 parallel
C 6	Kf-Kondensator	2500 pF/500 V	CKS 2500/500
C 8	Scheibentrimmer Keramik-Kondensator	2 ... 10 pF 30 pF	CV 914 CTR 30 parallel
C 9	Trimmer		S 141 - 4.9
C 10	Keramik-Kondensator	227 pF ± 1%	CTR 227/1
C 11	Scheibentrimmer	2 ... 10 pF	CV 914
C 12	Drehkondensator		S 141 - 1
C 13	MP-Kondensator	0,5 µF/250 V	CMR 0,5/250
C 14	MP-Kondensator	0,5 µF/250 V	CMR 0,5/250
C 15	MP-Kondensator	2 µF/160 V	CMR 2/160
C 17	Papierkondensator	25 000 pF/250 V	CRF 25 000/250
C 18	Papierkondensator	25 000 pF/250 V	CRF 25 000/250
C 19	Keramik-Kondensator	150 pF 160 pF	2 x CTR 125 CWR 160 parallel
C 20	Keramik-Kondensator	300 pF 50 pF	3 x CWR 100 CWR 50 parallel
C 21	Keramik-Kondensator	500 pF	2 x CWR 250 parallel
C 22	Kf-Kondensator	10 000 pF/500 V	CKS 10 000/500
C 23	Trimmer		S 141 - 4.3.1
C 24	MP-Kondensator	0,5 µF/250 V	CMR 0,5/250
C 25	MP-Kondensator	0,5 µF/250 V	CMR 0,5/250
C 26	MP-Kondensator	2 µF/160 V	CMR 2/160
C 28	Elektrolyt-Kondens.	500 µF/35 V	CEG 21/500/35

Kenn- zeichen	Benennung	Wert	R&S-Sach-Nr.
C 29	MP-Kondensator	16 μ F/350 V	CMR 16/350
C 30	MP-Kondensator	4 μ F/350 V	CMR 4/350
C 31	MP-Kondensator	16 μ F/350 V	CMR 16/350
C 32	Keramik-Kondensator	200 pF	CCR 200
C 33	Keramik-Kondensator	12 pF	CCS 12
C 34	Keramik-Kondensator	400 pF	CCR 400
C 35	Keramik-Kondensator	400 pF	CCR 400
C 36	Keramik-Kondensator	12 pF	CCS 12
C 37	Keramik-Kondensator	200 pF	CCR 200
C 39	MP-Kondensator	4 μ F/350 V	CMR 4/350
C 40	Keramik-Kondensator	100 pF	CCR 100
C 41	Kf-Kondensator	1000 pF/250 V	CKS 1000/250
C 42	Elektrolyt-Kondens.	10 μ F/15 V	CED 21/10/15
C 43	Kf-Kondensator	5000 pF/250 V	CKS 5000/250
C 44	MP-Kondensator	2 μ F/250 V	CMR 2/250
C 45	MP-Kondensator	8 μ F/350 V	CMR 8/350
C 46	Kf-Kondensator	100 000 pF/500 V	CKS 100 000/500
C 47	Keramik-Kondensator	60 pF	CCR 60
C 48	Scheibentrimmer	2 . . . 10 pF	CV 914
C 49	MP-Kondensator	1 μ F/250 V	CMR 1/250
C 50	Elektrolyt--Kondens.	100 μ F/15 V	CED 21/100/15
C 52	MP-Kondensator	8 μ F/350 V	CMR 8/350
C 53	MP-Kondensator	2 μ F/160 V	CMR 2/160
C 54	MP-Kondensator	4 μ F/160 V	CMR 4/160
C 55	MP-Kondensator	8 μ F/160 V	CMR 8/160
C 56	MP-Kondensator	0,5 μ F/500 V	CMR 0,5/500
C 57	MP-Kondensator	16 μ F/350 V	CMR 16 + 16/350
C 58	MP-Kondensator	16 μ F/350 V	
C 59	MP-Kondensator	2 μ F/160 V	CMR 2/160
I 1	Drehspul-Strommesser	100 μ A	IP 23/100 μ A

Kennzeichen	Benennung	Wert	R&S-Sach-Nr.
K 1	Hochfr.-Kabel		LK 126/2
K 2	Hochfr.-Kabel		LK 127/3
K 3	Hochfr.-Kabel		LK 126/2
K 4	Hochfr.-Kabel		LK 127/3
K 5	Hochfr.-Kabel		LK 126/2
K 6	Hochfr.-Kabel		LK 127/3
K 7	Abgesch. Schaltdraht		LDA 0,8 ge
K 8	Hochfr.-Kabel		LK 122/2
K 9	Hochfr.-Kabel		LK 122/2
K 10	Abgesch. Schaltdraht		LDA 0,8 ge
K 11	Abgesch. Schaltdraht		LDA 0,8 ge
K 12	Anschlußkabel		LK 303
L 1	Schwingspule		S 141 - 3.2.12
L 2	Schwingspule		S 141 - 3.2.12
L 3	Tiefpaßspule		S 141 - 3.3.8
L 4	Tiefpaßspule		S 141 - 3.3.8
L 5	Tiefpaßspule		S 141 - 3.3.8
L 6	Drossel		S 141 - 17
L 7	Drossel		S 141 - 18
L 8	Drossel		DB 125/2
R 1	Schichtwiderstand	1,6 M Ω /0,5 W	WF 1,6 M/0,5
R 2	Schichtwiderstand	160 k Ω /0,5 W	WF 160 k/0,5
R 3	Schichtwiderstand	60 k Ω /0,5 W	WF 60 k/0,5
R 4	Schichtwiderstand	500 k Ω /0,25 W	WF 500 k/0,25
R 5	Drahtwiderstand	1 k Ω /4 W	WD 1 k/4
R 7	Schichtwiderstand	1,6 M Ω /0,5 W	WF 1,6 M/0,5
R 8	Schichtwiderstand	160 k Ω /0,5 W	WF 160 k/0,5
R 9	Schichtwiderstand	500 k Ω /0,5 W	WF 500 k/0,5
R 10	Drahtwiderstand	1 k Ω /4 W	WD 1 k/4

Kennzeichen	Benennung	Wert	R&S-Sach-Nr.
R 11	Draht-Drehwiderstand	1 k Ω lin.	WR 4 F/1 k
R 12	Draht-Drehwiderstand	1 k Ω lin.	WR 4 F/1 k
R 13	Schichtwiderstand	25 k Ω /2 W	WF 25 k/2
R 14	Schichtwiderstand	30 k Ω /0,5 W	WF 30 k/0,5
R 15	Schichtwiderstand	16 k Ω /0,5 W	WF 16 k/0,5
R 16	Schichtwiderstand	8 k Ω /1 W	WF 8 k/1
R 17	Schichtwiderstand	40 k Ω /0,5 W	WF 40 k/0,5
R 18	Schichtwiderstand	1 M Ω /0,5 W	WF 1 M/0,5
R 19	Schicht-Drehwiderstand	25 k Ω lin.	WS 5126/25 k
R 21	Schichtwiderstand	400 Ω /0,5 W	WF 400/0,5
R 22	Schichtwiderstand	30 k Ω /0,5 W	WF 30 k/0,5
R 23	Schichtwiderstand	2 k Ω /0,5 W	WF 2 k/0,5
R 24	Schichtwiderstand	1 M Ω /0,5 W	WF 1 M/0,5
R 25	Schichtwiderstand	2 k Ω /0,5 W	WF 2 k/0,5
R 26	Schichtwiderstand	100 k Ω /0,5 W	WF 100 k/0,5
R 27	Schichtwiderstand	1 M Ω /0,5 W	WF 1 M/0,5
R 28	Schichtwiderstand	1 k Ω /0,5 W	WF 1 k/0,5
R 29	Schichtwiderstand	160 Ω /0,5 W	WF 160/0,5
R 30	Schichtwiderstand	50 k Ω /0,25 W	WF 50 k/0,25
R 31	Schichtwiderstand	30 k Ω /0,25 W	WF 30 k/0,25
R 33	Schichtwiderstand	200 k Ω /0,5 W	WF 200 k/0,5
R 34	Schichtwiderstand	1 M Ω /0,5 W	WF 1 M/0,5
R 35	Schichtwiderstand	4 k Ω /0,5 W	WF 4 k/0,5
R 36	Schichtwiderstand	1 M Ω /0,5 W	WF 1 M/0,5
R 37	Schicht-Drehwiderstand	500 k Ω lin.	WS 9122 F/500 k
R 38	Schichtwiderstand	250 k Ω /0,5 W	WF 250 k/0,5
R 39	Schicht-Drehwiderstand	100 k Ω lin.	WS 9122 F/100 k
R 40	Schichtwiderstand	80 k Ω /0,5 W	WF 80 k/0,5
R 41	Schicht-Drehwiderstand	50 k Ω lin.	WS 9122 F/50 k
R 42	Schichtwiderstand	40 k Ω /0,5 W	WF 40 k/0,5
R 43	Schicht-Drehwiderstand	50 k Ω lin.	WS 9122 F/50 k

Kennzeichen	Benennung	Wert	R&S-Sach-Nr.
R 44	Schichtwiderstand	100 k Ω \pm 1%/0,5 W	WF 100 k/1/0,5
R 47	Widerstand		S 141 - 19
R 48	Schichtwiderstand	30,04 Ω \pm 0,3%/0,25 W	WF 30,04/0,3/0,25
R 49	Schichtwiderstand	56,89 Ω \pm 0,3%/0,25 W	WF 56,89/0,3/0,25
R 50	Schichtwiderstand	56,89 Ω \pm 0,3%/0,25 W	WF 56,89/0,3/0,25
R 51	Schichtwiderstand	56,89 Ω \pm 0,3%/0,25 W	WF 56,89/0,3/0,25
R 52	Schichtwiderstand	56,89 Ω \pm 0,3%/0,25 W	WF 56,89/0,3/0,25
R 53	Schichtwiderstand	56,89 Ω \pm 0,3%/0,25 W	WF 56,89/0,3/0,25
R 54	Schichtwiderstand	56,89 Ω \pm 0,3%/0,25 W	WF 56,89/0,3/0,25
R 55	Schichtwiderstand	56,89 Ω \pm 0,3%/0,25 W	WF 56,89/0,3/0,25
R 56	Schichtwiderstand	56,89 Ω \pm 0,3%/0,25 W	WF 56,89/0,3/0,25
R 57	Schichtwiderstand	39,46 Ω \pm 0,3%/0,25 W	WF 39,46/0,3/0,25
R 58	Schichtwiderstand	46,88 Ω \pm 0,3%/0,25 W	WF 46,88/0,3/0,25
R 59	Schichtwiderstand	38,5 Ω \pm 0,3%/0,25 W	WF 38,5/0,3/0,25
R 60	Schichtwiderstand	38,5 Ω \pm 0,3%/0,25 W	WF 38,5/0,3/0,25
R 61	Schichtwiderstand	38,5 Ω \pm 0,3%/0,25 W	WF 38,5/0,3/0,25
R 62	Schichtwiderstand	38,5 Ω \pm 0,3%/0,25 W	WF 38,5/0,3/0,25
R 63	Schichtwiderstand	38,5 Ω \pm 0,3%/0,25 W	WF 38,5/0,3/0,25
R 64	Schichtwiderstand	38,5 Ω \pm 0,3%/0,25 W	WF 38,5/0,3/0,25
R 65	Schichtwiderstand	38,5 Ω \pm 0,3%/0,25 W	WF 38,5/0,3/0,25
R 66	Schichtwiderstand	26,32 Ω \pm 0,3%/0,25 W	WF 26,32/0,3/0,25
R 68	Schichtwiderstand	40 Ω \pm 1%/0,25 W	WF 40/1/0,25
R 69	Schichtwiderstand	40 Ω \pm 1%/0,25 W	WF 40/1/0,25
R 70	Schichtwiderstand	100 Ω \pm 1%/0,25 W	WF 100/1/0,25
R 71	Schichtwiderstand	100 Ω \pm 1%/0,25 W	WF 100/1/0,25
R 72	Schichtwiderstand	300 Ω \pm 1%/0,25 W	WF 300/1/0,25
R 73	Schichtwiderstand	400 Ω \pm 1%/0,25 W	WF 400/1/0,25
R 74	Drahtwiderstand	5 k Ω /4 W	WDG 5 k/4
RI 1	Zwergglimmlampe	220 V	RL 210

Kenn- zeichen	Benennung	Wert	R&S-Sach-Nr.
Rö 1	Pentode		EF 13
Rö 2	Pentode		EF 13
Rö 3	Triode-Heptode		ECH 4
Rö 4	Abstimmanzeigeröhre		EM 11
Rö 5	Pentode		EF 12
Rö 6	End-Pentode		EL 11
Rö 7	Duo-Diode		EB 11
Rö 8	Vollweg-Gleichrichter		AZ 11
Rö 9	Stabilisator		150 C 2
S 1	Schaltsatz		SR 633
S 2	Scheiber schalter		S 141 - 15
S 3	Scheibenschalter		SRN 311/2/32
S 4	Knebel-Kippschalter		SR 122/3
S 5	Spannungswähler		FD 601
Si 1	Schmelzeinsatz	250 mA	0,25 C DIN 41571
Tr 1	Übertrager		S 141 - 16
Tr 2	Netztransformator		TN 432/2

Rö 1,2
EF 13



Rö 3
ECH 4



Rö 4
EM 11



Rö 5
EF 12



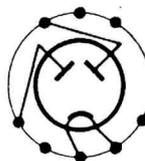
Rö 6
EL 11



Rö 7
EB 11



Rö 8
AZ 11



Rö 9
150 C 2

