ROHDE & SCHWARZ

BESCHREIBUNG

VIDEO-BREITBAND-MESS-SENDER

Type SBF

BN 40861

BESCHREIBUNG

VIDEO-BREITBAND-MESS-SENDER

Type SBF BN 40861

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 40861 A/159

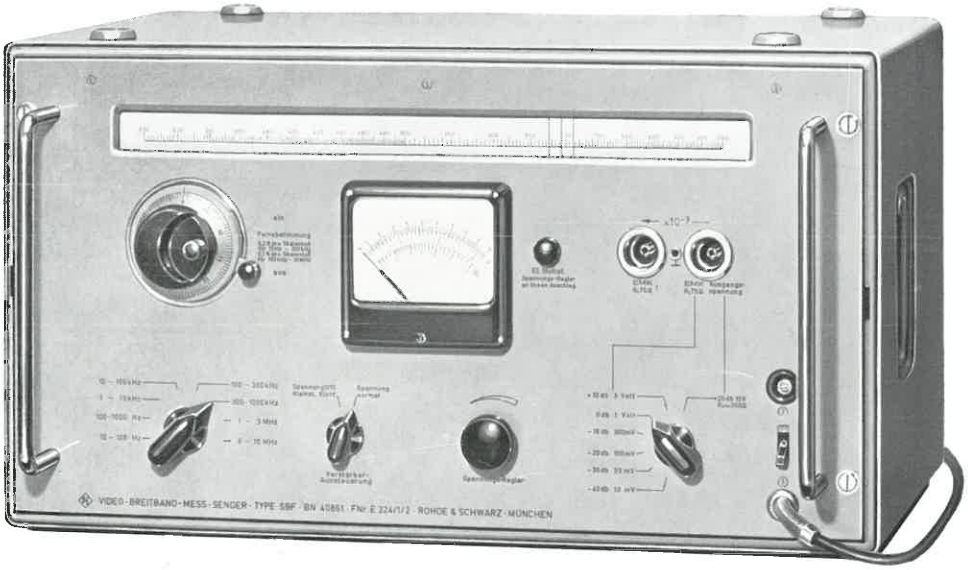


Bild 1. Frontansicht des Video-Breitbandmeßsenders
Type SBF **BN 40861**

Inhaltsverzeichnis

1	**Eigenschaften**	7
2	**Anwendung**	9
3	**Aufbau und Wirkungsweise**	10
3.1	Allgemeines	10
3.2	RC-Oszillator	12
3.3	LC-Oszillator	13
3.4	Frequenzeinstellaggregat	14
3.5	Breitbandverstärker	14
3.6	Ausgangsspannungsteiler	15
3.7	Spannungsanzeiger	16
3.8	Stromversorgungsteil	16
4	**Inbetriebnahme**	17
4.1	Einstellen auf die gegebene Netzspannung	17
4.2	Einstellen des mechanischen Instrument-Nullpunktes	18
4.3	Einschalten	18
4.4	Einstellen des elektrischen Instrument-Nullpunktes	18
5	**Bedienung**	18
5.1	Einstellen der Frequenz	18
5.2	Anschließen des Verbrauchers	19
5.3	Einstellen der Ausgangsspannung	20
5.31	Stufenteilerstellung „+20 db/10 V"	20
5.32	Stufenteilerstellungen „+10 db/3 V" bis „–40 db/10 mV"	21
5.321	Herstellen einer extrem kleinen Spannung	23
6	**Wartung und Instandsetzung**	27
6.1	Röhrenwechsel	27
6.2	Ventilator	27
6.3	Ausgangsteiler	27
6.31	Auswechseln des Spannungsreglers R60	28
6.32	Instandsetzung des Stufenteilers	29
6.33	Instandsetzung des 1000 : 1-Teilers	30
6.4	Nachstellen der Ausgangsspannung des RC-Oszillators	30
7	**Schaltteilliste**	32
Garantieverpflichtung		38
Stromlauf zum SBF		

1 Eigenschaften

Frequenzbereich	10 Hz ... 10 MHz
8fach unterteilt	10 ... 100/1000 Hz/ 10/100/300 kHz/1/3/10 MHz
Fehlergrenzen der Frequenz	
bei 10 Hz ... 100 Hz	±2%
bei 100 Hz ... 10 MHz	±1%
Frequenzablesung	auf Trommel-Linearskala, 350 mm lang, mit Bereichschalter gekuppelt
Frequenz-Feinverstimmung	lineare 100teilige Skala
Relative Verstimmung je Skalenteil	
bei 10 Hz ... 0,1 MHz	0,2%/Skt
bei 0,1 ... 10 MHz	0,1%/Skt
Frequenzänderung bei Netzspannungsänderung von ±10%	etwa ±0,01%
Ausgangsspannung	1 µV ... 10 V, stetig und in Stufen regelbar (bei Vollausschlag des Instrumentes; im Leerlauf)
a) direkt, $R_i \approx 300\ \Omega$	max. 10 V von 10 Hz ... 5 MHz etwa 8 V von 5 ... 10 MHz Instrument zeigt Ausgangsspannung
b) mit geeichtem Stufenspannungsteiler, $R_i = 75\ \Omega$ (Werte gelten ohne die beiden Zusatzteiler)	10/30/100/300 mV/1/3 V bzw. -40/-30/-20/-10/0/+10 db Instrument zeigt Leerlaufspannung (EMK)
Zusatzteiler im Verstärker (Umschaltung der Verstärkeraussteuerung)	1:10 bzw. 20 db
Zusatzteiler am Ausgang	1:1000 bzw. 60 db ($R_i = 75\ \Omega \pm 2\%$)
Fehlergrenzen der Spannungsteilung	±0,5 db
Eichung des Instrumentes	in Volt und Dezibel
Fehlergrenzen	±4% v.E.
Frequenzgang der Ausgangsspannung bei $R_a = 75\ \Omega$	
bei 10 Hz ... 10 MHz	$< \pm$ 0,5 db
bei 30 Hz ... 3 MHz	$< \pm$ 0,2 db

Änderung der Ausgangsspannung bei ±10% Netzspannungsänderung	< ±1%	
Klirrfaktor (belastungsunabhängig)	ohne 10:1-Teiler	mit 10:1-Teiler
bei 10 Hz	etwa 1%	etwa 1%
bei 50 Hz	etwa 0,3%	etwa 0,2%
von 200 Hz ... 0,3 MHz	< 0,3%	< 0,1%
von 0,3 ... 3 MHz	< 1%	< 0,3%
von 3 ... 10 MHz	< 5%	< 1%

Netzanschluß . . . . . 115/125/220/235 V ±10%
47 ... 63 Hz (200 VA)

Bestückung . . . . . 2 Röhren EAA 91
1 Röhre ECC 81
3 Röhren EF 80
1 Röhre EF 85
1 Röhre EF 804 S
3 Röhren EL 34
1 Röhre EL 803
1 Stabilisator 85 A 2
1 Zwergglimmlampe 220 V
1 Schmelzeinsatz 1,6 D DIN 41571

Abmessungen . . . . . 540 x 300 x 438 mm

Gewicht . . . . . 35 kg

2 Anwendung

In der Trägerfrequenz-, Fernseh- und Impulstechnik sowie auf vielen anderen Gebieten ist es häufig erforderlich, Messungen und Untersuchungen durchzuführen, die sich über einen sehr breiten Frequenzbereich erstrecken. Zur Erzeugung der hierfür erforderlichen Wechselspannungen eignet sich der Video-Breitbandmeßsender Type SBF wegen seines großen Frequenzbereiches, seines großen Ausgangsspannungsbereiches und des sehr kleinen Frequenzganges der Ausgangsspannung besonders gut.

Zum Beispiel läßt sich der SBF wegen seines kleinen Frequenzganges und großen Ausgangsspannungsbereiches sehr zweckmäßig als Spannungsquelle zur Messung des Frequenzganges von Verstärkern (z. B. Video-Verstärkern) verwenden. Es genügt hierbei, jeweils die Frequenz zu ändern. Ein Nachregeln der Spannung nach jeder Frequenzeinstellung ist nicht notwendig, wodurch die Messungen vereinfacht und beschleunigt werden. Bei Untersuchungen an Empfängern und empfindlichen Verstärkern ist die Möglichkeit der exakten Einstellung einer sehr kleinen Ausgangsspannung (bis 0,1 μV) wertvoll. Sie gestattet, zusammen mit der hohen Dichtigkeit gegen das Ausdringen von Störspannungen, die Messung sehr kleiner Rauschwerte bei schmalen Empfangsbändern.

Weitere wesentliche Eigenschaften des SBF sind seine hohe Frequenz- und Amplitudenkonstanz, die Möglichkeit einer sehr feinen Frequenzverstimmung und sein kleiner Klirrfaktor, der auch bei Belastung und selbst bei Kurzschluß des Ausganges nicht beobachtbar ansteigt.

Die hohe Frequenz- und Amplitudenkonstanz ist bei Meßaufgaben, bei denen die Ergebnisse über längere Zeit registriert werden sollen, unerläßlich. In Verbindung mit der Feinverstimmung, die sehr kleine, relative Frequenzänderungen bei beliebigen Frequenzen definiert herzustellen erlaubt, ermöglicht die hohe Frequenzkonstanz die Verwendung des SBF auch als Generator für Meßaufgaben in sehr engen Frequenzbereichen. So z. B. die Untersuchung von Hoch-, Tief- und Bandpässen, auch mit steilen Anstiegen bzw. Flanken, Selektionskurven von Schwingkreisen und dergleichen. Damit sind auch Gütemessungen an Nieder- und Hochfrequenzschwingkreisen nach dem Bandbreite-Verfahren auf verhältnismäßig einfache Weise durchführbar.

Die Messung von Klirrfaktoren an Verstärkern u. dgl. setzt selbstverständlich eine Spannungsquelle mit möglichst kleinem Eigenklirrfaktor voraus. Auch diese Forderung wird vom SBF erfüllt, so daß er sich für diesen Zweck ebenfalls bestens eignet. Weiterhin erlaubt der kleine Klirrfaktor, zusammen mit den schon erwähnten Eigenschaften, Untersuchungen an Röhrenvoltmetern, Modulatoren u. dgl. sowie die Messung von Resonanz-

widerständen durch einfache Strom- und Spannungsmessung. Daß der Ausgang des Meßsenders nicht unbedingt optimal abgeschlossen werden muß, um den kleinstmöglichen Klirrfaktor zu erreichen, sondern daß man ihn bis zum Kurzschluß belasten kann, ohne daß der Klirrfaktor ansteigt, wird man im Labor und Prüffeld sehr schätzen.

Schließlich gestattet der sehr große Frequenzbereich bei vielen Meßaufgaben mit nur einem Meßsender auszukommen, während man bisher für die gleichen Aufgaben deren zwei einsetzen mußte.

3 Aufbau und Wirkungsweise

3.1 Allgemeines

Im Blockschaltbild (Bild 2) ist der grundsätzliche Aufbau des Video-Breitbandmeßsenders SBF dargestellt. Ein RC-Oszillator (Rö3 und Rö4) erzeugt eine Wechselspannung von 10 Hz bis 100 kHz, ein LC-Oszillator (Rö1 und Rö2) eine von 100 kHz bis 10 MHz. Es ist stets nur einer der beiden Oszillatoren in Betrieb, der andere bekommt während dieser Zeit keine Anoden- und Schirmgitterspannung, jedoch bleiben die Röhrenheizungen der Betriebsbereitschaft wegen eingeschaltet. Das Ein- und Ausschalten der Oszillatoren wird bei der Umschaltung der Frequenzbereiche durch den Bereichschalter besorgt.

Die so erzeugte Wechselspannung gelangt entweder direkt an das Gitter der ersten Röhre des 3stufigen Breitbandverstärkers (Rö5, Rö6 und Rö7) oder nur mit $^1/_{10}$ ihres Wertes, wenn der Teiler R36-R37-C31-C32 eingeschaltet ist.

Die Aussteuerung des Verstärkers ist, besonders wenn der 10 : 1-Teiler eingeschaltet ist, sehr klein. Deshalb und wegen der starken Stromgegenkopplung bleibt auch der Klirrfaktor gering.

Der Verstärker liefert eine Ausgangsspannung von max. 10 V und bewirkt außerdem, daß verschiedene Belastungen am Ausgang keine Rückwirkung auf die Oszillatorstufen haben.

Hinter dem Verstärkerausgang erlaubt der Regler R60 eine kontinuierliche, der nachfolgende Teiler R81 . . . R94 eine stufenweise Änderung der Ausgangsspannung.

Die aus dem Teiler kommende Spannung kann nun über die beiden koaxialen Ausgangsbuchsen dem Verbraucher zugeführt werden. Dabei ist an einem Ausgang (rechte

Buchse) die der Teilerschalterstellung entsprechende Spannung entnehmbar. Vor dem anderen Ausgang (linke Buchse) ist ein fester Teiler mit dem Teilungsverhältnis 1 : 1000 eingebaut. Damit steht an der linken Buchse eine um den Faktor 1000 kleinere Spannung als an der rechten zur Verfügung.

Die Messung der Ausgangsspannung erfolgt vor dem Stufenteiler, so daß die angezeigte Spannung als EMK zu betrachten ist, ausgenommen in der Teilerstellung „10 V", hier ist sie Ausgangsspannung. Nach Gleichrichtung durch Rö8 und Verstärkung durch den Gleichstromverstärker Rö9 wird die Spannung durch das Instrument I 1, das in Effektivwerten geeicht ist, angezeigt.

Die Anoden- und Schirmgitterspannungen liefert ein elektronisch geregelter Stromversorgungsteil, so daß auch bei stark schwankender Netzspannung eine hohe Konstanz dieser Spannungen und damit der Frequenz gewährleistet ist.

Sämtliche Stufen des Gerätes, mit Ausnahme des Netztransformators Tr1 und des Gleichrichters Gl2, sind doppelt abgeschirmt, das heißt, sie sind in einem Aluminiumgehäuse eingebaut und dieses wiederum in einem Stahlblechkasten. Durch geeignet be-

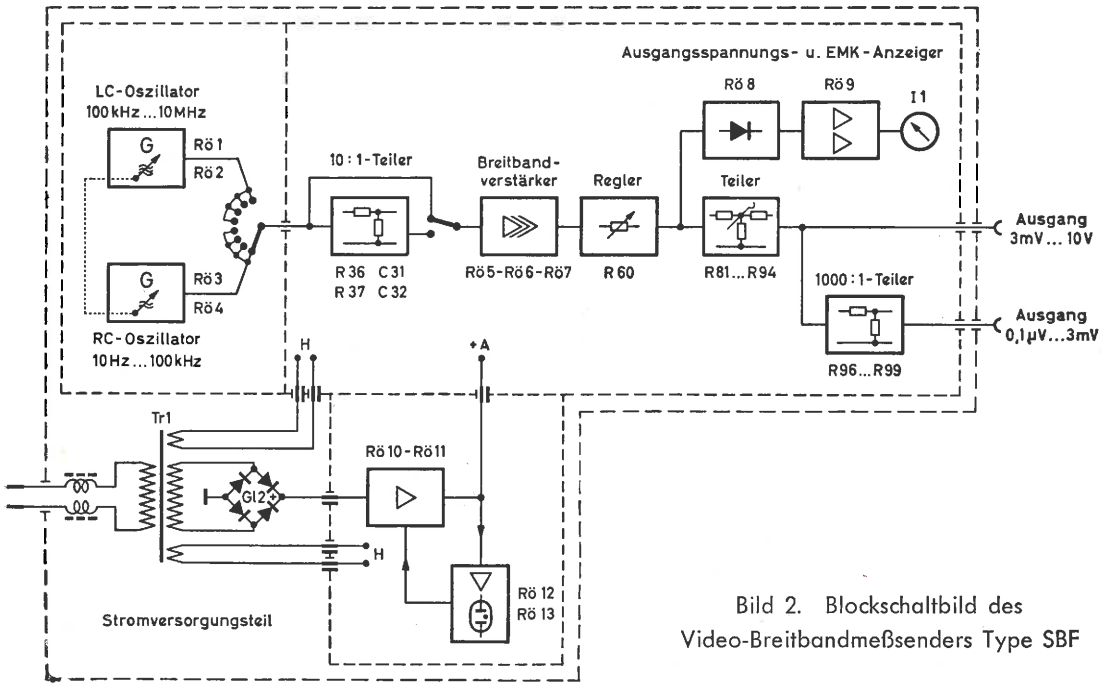


Bild 2. Blockschaltbild des Video-Breitbandmeßsenders Type SBF

messene Verdrosselung der Leitungen vom Netz zum Stromversorgungsteil wird die über den Netzeingang austretende Streuspannung so klein gehalten, daß am Verbraucher eine Nutzspannung bis herab zu 0,1 µV wirksam werden kann. Das setzt jedoch voraus, daß Störspannungsquellen (siehe 5.321) entsprechend ausgeschaltet werden.

Ein Ventilator sorgt dafür, daß die Übertemperatur im Sender nicht zu hoch wird. Dadurch ändert sich die Frequenz auch während der Einlaufzeit nur wenig.

3.2 RC-Oszillator

Die vereinfachte Schaltung des RC-Oszillators, der den Frequenzbereich von 10 Hz bis 100 kHz in 4 Teilbereichen bestreicht, zeigt Bild 3. Die hier angegebenen Kennzeichen der Schaltelemente sind mit denen des Stromlaufs identisch.

Der RC-Generator besteht aus dem zweistufigen Verstärker Rö3-Rö4 und dem abstimmbaren Wien-Glied mit den Widerständen R16 . . . R19, R20 . . . R23, dem Zweifachdrehkondensator C17 I-C17 II und (siehe Stromlauf) den Kondensatoren C16, C18, C19, C20, C21. Das Wien-Glied stellt einen frequenzabhängigen und phasendrehenden Spannungsteiler dar, der für die mit Hilfe des Verstärkers sich erregende Frequenz bestimmend ist. Es erregt sich jeweils diejenige Frequenz, bei der die Eingangsspannung U_E und Ausgangsspannung U_A des Verstärkers die gleiche Phasenlage aufweisen. Die beiden rein ohmschen Glieder R25 und R26, von denen R26 ein Heißleiter ist, bewirken eine starke, von der Schwingungsamplitude abhängige Gegenkopplung, durch die die Amplitude der erregten Schwingungen begrenzt und konstant gehalten wird.

Der im Gegenkopplungsweg liegende Heißleiter R26, ein Widerstand mit negativem Temperaturkoeffizienten, hat die Aufgabe, durch selbsttätige Änderung des Gegenkopplungsfaktors, d. h. des Spannungsteilerverhältnisses R26/R25, die Amplitude auf einem konstanten Wert zu halten. Das Spannungsteilerverhältnis ist so bemessen, daß die beiden Röhren Rö3 und Rö4 im normalen, stark gegengekoppelten Zustand gerade so viel Verstärkung aufbringen, wie notwendig ist, um die Schwingungen aufrecht zu erhalten. Steigt aus irgend einem Grund die Spannung U_A an, so vergrößert sich der Strom in R26 + R25, und der Widerstand des Heißleiters wird durch die zusätzliche Erwärmung kleiner. Demzufolge sinkt die Verstärkung wegen des größer gewordenen Gegenkopplungsfaktors so weit ab, daß die Schwingungsamplitude wieder auf den normalen Betrag zurückgeht.

Damit die Regelung der Amplitude, die ja auf der Erwärmung des Heißleiters durch den Strom beruht, nicht in fehlerhafter Weise durch die veränderliche Außentemperatur beeinflußt wird, ist der Heißleiter in einem Thermostaten eingebaut, dessen Innentemperatur auf 50° C konstant gehalten wird.

Da die auf diese Weise konstant gehaltene und an das Steuergitter der Röhre Rö3 gelangende Spannung nur klein und die Gegenkopplung stark ist, weist die Ausgangsspannung nur einen sehr kleinen Klirrfaktor auf.

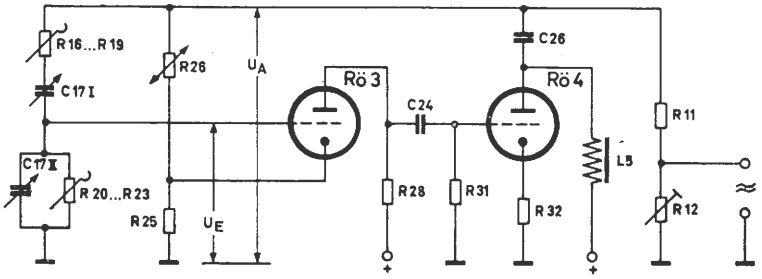


Bild 3. Vereinfachte Schaltung des RC-Oszillators

Ferner fließt, wenn der LC-Generator eingeschaltet ist, über R 14-R15 durch den Heißleiter ein Gleichstrom, der dem durchschnittlichen Arbeitsstrom entspricht, wenn der RC-Generator eingeschaltet ist. Hierdurch wird die Anschwingregelzeit beim Umschalten von LC- auf RC-Generator verkürzt.

3.3 LC-Oszillator

In den vier Frequenzbereichen von 0,1 . . . 10 MHz wird die Wechselspannung von einem LC-Oszillator erzeugt. Bild 4 zeigt die vereinfachte Schaltung. Auch hier sind die angegebenen Kennzeichen der Schaltelemente mit denen des Stromlaufs indentisch. Frequenzbestimmend sind die Schwingkreisspulen L1I . . . L4I (mit Trimmern) und der Drehkondensator C7. Die Anodenspannung der Oszillatorröhre Rö1 wird über die Rückkopplungsspulen L1II . . . L4II zugeführt. Der sehr kleine Frequenzgang der Schwingamplitude ist durch eine Regelschaltung erreicht: An der konstant zu haltenden Ausgangsspannung liegt die Anode der Diode Rö2. Durch Gleichrichtung entsteht eine negative Richtspannung, die durch Gegenschalten einer positiven und konstanten Spannung auf den notwendigen Betrag herabgesetzt wird und über die jeweils eingeschaltete Schwingkreisspule am Steuergitter von Rö1 als Gittervorspannung wirkt. Ändert sich aus irgend einem Grund die Ausgangsspannung, so ändert sich ebenfalls die Gittervorspannung von Rö1 und damit die Steilheit dieser Röhre, so daß die Ausgangsspannung auf den ursprünglichen Betrag zurückgeht bzw. ansteigt.

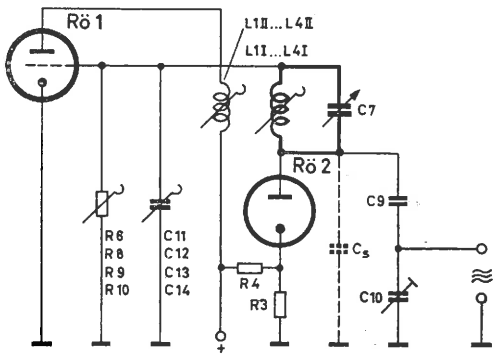


Bild 4. Vereinfachte Schaltung des LC-Oszillators

Das RC-Glied R6-C11 sowie die mit dem Frequenzbereichschalter dazuschaltbaren Glieder C12, R8-C13, R9-C14 oder R10 bewirken (zusammen mit der Schaltkapazität C_s nach Bild 3) eine in jedem Bereich günstige Ankopplung des Schwingkreises an das Gitter von Rö1 und eine optimale Regelzeitkonstante. Da die Regelung gitterstromfrei arbeitet, läßt sich hier, im Zusammenwirken mit der kleinen Stromaussteuerung und der hohen Spulengüte, ein ebenso kleiner Klirrfaktor erreichen wie mit dem RC-Oszillator.

3.4 Frequenzeinstellaggregat

Die Frequenzeinstellung erfolgt mit dem Stufenschalter S1 IF . . . S1 V II R in 8 Bereichen. Hierbei werden durch die Schalterebenen S1 IR und S1 IF die 4 Bereiche des RC-Oszillators und durch die Schalterebenen S1 IVF, S1 VF, S1 VR, S1 VIR und S1 IIIR die 4 Bereiche des LC-Oszillators geschaltet. Alle Spulen, mit Ausnahme der gerade eingeschalteten, werden kurzgeschlossen, um etwaige Resonanzen zu vermeiden. Die Schalterebene S1 III F legt die vom Netzteil kommende, stabilisierte Spannung jeweils an die Anoden und Schirmgitter des RC- oder LC-Oszillators, während die Schalterebene S1 II R die Ausgangsspannung vom RC- oder LC-Oszillator abnimmt und an die nächste Stufe Rö5 legt.

Die Trommelskala der Drehkondensatoren C17 I-C17 II-C7 ist mit dem Bereichschalter mechanisch gekuppelt, so daß immer nur der eingestellte Bereich durch das Fenster sichtbar ist und Skalenverwechslungen ausgeschlossen sind.

Durch den logarithmischen Plattenschnitt der drei Drehkondensatoren und eine geeignete Übersetzung zwischen diesen und der Achse des Kurbelknopfes besteht eine feste Beziehung zwischen dem Drehwinkel dieser Achse und der daran befindlichen 100teiligen Rundskala. Hierdurch ist es möglich, kleine relative Frequenzänderungen (Verstimmungen), zum Beispiel für Bandbreitemessungen, an dieser Rundskala einzustellen oder abzulesen. Die Rundskala kann mit dem Kurbelknopf mechanisch gekuppelt werden.

3.5 Breitbandverstärker

Zur Verstärkung der von den Oszillatoren erzeugten Wechselspannung ist der dreistufige Breitbandverstärker Rö5-Rö6-Rö7 vorgesehen. Durch eine starke Stromgegenkopplung ist der Klirrfaktor sehr klein gehalten. Die Endröhre Rö7 gestattet die Entnahme eines Wechselstromes bis 45 mA (= 125 mA_{ss}) im Kurzschluß, wobei der niedrige Klirr-

faktor sich nicht beobachtbar vergrößert. Die Spule L8 in der Katodenleitung von Rö7 bewirkt die Entzerrung des Frequenzganges. Für tiefe Frequenzen wird der Auskoppelkondensator C41 durch Zuschalten von C40 vergrößert. Dies geschieht beim Umschalten der Frequenzbereiche durch die Schalterebenen S1 VII F und S1 VII R.

Um den an sich schon sehr kleinen Klirrfaktor noch weiter verbessern zu können, besteht die Möglichkeit, den Verstärker mit nur $^1/_{10}$ der von den Oszillatoren gelieferten Spannung anzusteuern. Die Herabsetzung der Spannung auf $^1/_{10}$ geschieht mit dem Teiler R36-R37-C31-C32, der mit dem Schalter S2F-S2R („Verstärker-Aussteuerung") ein- oder ausgeschaltet werden kann. Ist der Teiler eingeschaltet, dann sorgt C33 für gleiche kapazitive Last (vom Oszillator aus gesehen).

3.6 Ausgangsspannungsteiler

Zur Einstellung der Ausgangsspannung bestehen außer dem unter 3.5 bereits erwähnten 10 : 1-Teiler noch folgende Möglichkeiten:

a) Der nach dem Verstärker angeordnete Spannungsregler R60 erlaubt eine stufenlose Regelung der Ausgangsspannung von 0 . . . 10 V (bzw. 0 . . . 8 V im 10-V-Bereich bei f $>$ 5 MHz). Sein Bedienungsknopf ist auf der Frontplatte mit „Spannungsregler" bezeichnet.

b) Nach dem kontinuierlich einstellbaren Spannungsregler ist ein Stufenteiler angeordnet, dessen Bedienungsknopf sich an der Frontplatte rechts neben dem „Spannungsregler" befindet. Er besteht aus den Widerständen R81 bis R94 und den Schaltern S3 I R und S3 III R, die die Dämpfungsketten entsprechend dem jeweiligen Teilungsfaktor umschalten. In der 10-V-Stellung liegt die am Spannungsregler R60 eingestellte Spannung direkt an der rechten Ausgangsbuchse, in allen anderen Stellungen ist sie die Oberspannung für den Teiler. Mit diesem lassen sich bei Vollausschlag des Instrumentes im Leerlauf die Spannungen 10 mV (—40 db), 30 mV (—30 db), 100 mV (—20 db), 300 mV (—10 db), 1 V (0 db), 3 V (+10 db) und 10 V (+20 db) wahlweise einstellen. Um Einstreuungen auf die Schaltelemente des Teilers zu vermeiden, sind diese nochmals eigens abgeschirmt.

c) Zwischen der rechten und der linken Ausgangsbuchse ist ein unveränderbarer Teiler mit dem Verhältnis 1 : 1000 eingebaut und ebenfalls sorgfältig abgeschirmt. Dadurch kann aus der linken Buchse eine Spannung entnommen werden, die um den Faktor 1000 kleiner ist als die an der rechten.

3.7 Spannungsanzeiger

Zur Messung der Ausgangsspannung im 10-V-Bereich bzw. der EMK (Oberspannung des Teilers) in den übrigen Bereichen dient der Diodengleichrichter Rö8 in Delonschaltung mit nachgeschaltetem Gleichstromverstärker Rö9 und Drehspulstrommesser I1. Bild 5 zeigt die vereinfachte Schaltung. Der Gleichstromverstärker ermöglicht es, beim Diodengleichrichter sehr große Richtwiderstände anzuwenden. Dadurch wird eine Kurvenformverzerrung durch die Gleichrichtung und somit ein merklicher Klirrfaktoranstieg durch die Spannungsmessung vermieden. Dieses Dioden-Verstärker-Röhrenvoltmeter mißt die Spannung von Spitze zu Spitze. Seine Instrumentskala ist aber in Effektivwerten geeicht. Die Zeitkonstante des Richtkreises ist mit Rücksicht auf schnelles Einschwingen des Instrumentzeigers klein gehalten. Der dadurch bei tiefen Frequenzen entstehende Fehler wird durch eine frequenzabhängige Teilung (R62-R63-R73-C43) der Voltmeter-Eingangsspannung kompensiert. Der bei hohen Frequenzen durch die frequenzabhängige Spannungsteilung zwischen R62 und der Eingangskapazität von Rö8 auftretende Frequenzgang wird durch C42 ausgeglichen.

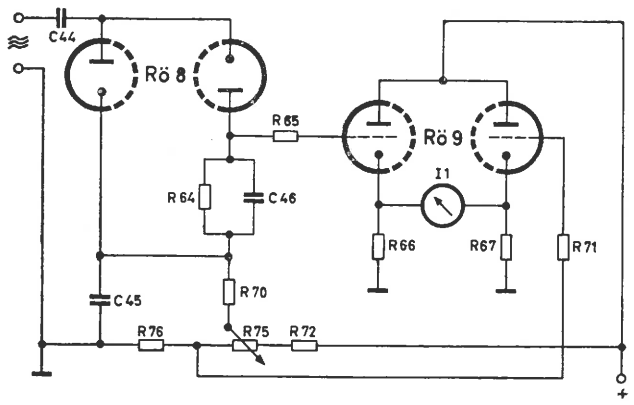


Bild 5. Vereinfachte Schaltung des Spannungsanzeigers

3.8 Stromversorgungsteil

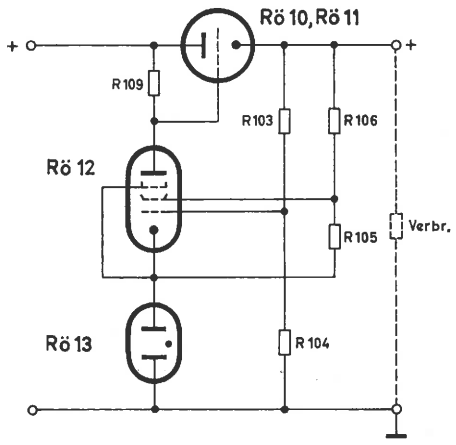


Bild 6. Regelschaltung im Stromversorgungsteil

Die hohe Frequenz- und Amplitudenkonstanz ist nur zu erreichen, wenn auch die Anodenspannungen eine hohe Konstanz aufweisen, d. h., wenn sie von Netzspannungs- und Belastungsschwankungen unabhängig sind. Die Erzeugung derart konstanter Spannungen geschieht in dem elektronisch geregelten Stromversorgungsteil mit den Röhren Rö10-Rö11-Rö12-Rö13; die grundsätzliche Arbeitsweise veranschaulicht Bild 6. Die parallelgeschalteten Röhren Rö10 und Rö11 werden vom gesamten Anoden- und Schirmgitterstrom aller Röhren durchflossen und stellen so einen regelbaren Vorwiderstand zum Verbraucher

dar. Aus der am Verbraucher liegenden Spannung wird die Gittervorspannung für die Röhre Rö12 abgeleitet, deren Katodenpotential durch den Stabilisator Rö13 festgehalten wird. Ändert sich infolge Netzspannungs- oder Belastungsschwankung die Spannung am Verbraucher und damit an den Katoden der Röhren Rö10-Rö11, so ändert sich ebenfalls die Gitterspannung von Rö12. Dadurch führt die Röhre Rö12 mehr oder weniger Strom. Dies bedingt eine Änderung ihrer Anodenspannung, die aber gleichzeitig die Gitterspannung von Rö10-Rö11 ist und deren Innenwiderstand so ändert, daß sich an der Katode dieser beiden Röhren wieder die ursprüngliche Spannung einstellt. Da bei einer Belastungsänderung die Spannung sofort auf ihren ursprünglichen Wert nachgeregelt wird, wirkt der Stromversorgungsteil vom Verbraucher aus gesehen wie ein Generator mit sehr kleinem Innenwiderstand. Als Verbraucher sind in diesem Zusammenhang alle Stufen des Gerätes zu verstehen, die ihre Spannung aus dem geregelten Stromversorgungsteil beziehen. Diese Regelschaltung hat gleichzeitig die Eigenschaft, die Brummspannung um den Faktor 10^5 herabzusetzen.

Anzapfungen an der Primärwicklung des Netztransformators Tr1 gestatten den Betrieb des Meßsenders wahlweise an den Netzspannungen 115 V, 125 V, 220 V oder 235 V. Die kleine Glimmlampe Rl1 dient nur zur Überwachung des Einschaltzustandes.

4 Inbetriebnahme

4.1 Einstellen auf die gegebene Netzspannung

Der Meßsender ist ab Werk für eine Netzspannung von 220 V eingestellt. Zur Umstellung für 115 V, 125 V oder 235 V sind die vier Zylinderkopfschrauben an der Frontplatte zu lösen, das Gerät aus dem Stahlblechkasten herauszunehmen und in das mit der gegebenen Netzspannung bezeichnete Federnpaar des Spannungswählers eine geeignete Sicherung einzusetzen. Der Spannungswähler ist neben dem Netztransformator angeordnet. Die für 220 V eingesetzte 1,6-A-Sicherung ist auch für 235 V geeignet. Für 115 V oder 125 V Netzspannung ist eine 2,5-A-Sicherung (2,5 D DIN 41571) einzusetzen.

Wie unter „1 Eigenschaften" angegeben, kann die Netzspannung vom jeweiligen Nennwert (115, 125, 220 oder 235 V) um $\pm 10\%$ abweichen. Dadurch wird die Funktion des Gerätes noch nicht beeinträchtigt. Mit Rücksicht auf die Lebensdauer der Röhren sollte man aber lang andauernde Unter- oder Überspannungen vermeiden. Besonders bei Unterspannung empfehlen wir, den mittleren Betrag der Netzspannung festzustellen und dem Gerät einen entsprechend bemessenen Transformator (Regeltransformator oder Konstanthalter) vorzuschalten.

4.2 Einstellen des mechanischen Instrument-Nullpunktes

Bei ausgeschaltetem Gerät muß der Zeiger des Instrumentes auf dem mechanischen Nullpunkt stehen. Das ist der 0-Punkt der beiden V-Skalen. Zur Korrektur dient der im Instrumentgehäuse eingelassene Schlitzkopf.

4.3 Einschalten

Zum Einschalten des Gerätes dient der Kippschalter an der Frontplatte rechts unten. An der kleinen Glimmlampe über dem Netzschalter kann der Einschaltzustand (Kipphebel oben) überwacht werden.

4.4 Einstellen des elektrischen Instrument-Nullpunktes

Nachdem das Gerät etwa 10 Minuten eingelaufen ist, wird die Einstellung des elektrischen Nullpunktes kontrolliert und, wenn notwendig, berichtigt. Der elektrische Nullpunkt ist ebenfalls der Nullpunkt der beiden V-Skalen. Zur Korrektur dreht man den Knopf „Spannungsregler" erst ganz nach links und regelt dann den kleinen Knopf „El. Nullstellung" (rechts neben dem Instrument) so ein, daß der Instrumentzeiger auf den 0-Punkt der beiden V-Skalen zu stehen kommt.

5 Bedienung

5.1 Einstellen der Frequenz

Mit dem an der Frontplatte links unten befindlichen Frequenzbereichschalter wird der Bereich eingeschaltet, in dem die gewünschte Frequenz liegt. Dabei erscheint im Fenster die dazugehörige Skala. Nun kann mit dem über dem Bereichschalter liegenden Kurbelknopf die genaue Frequenzeinstellung erfolgen. Der Zeiger der Skala hat auf seiner Vorder- und Rückseite einen Haarstrich. Bei genauer Einstellung muß so auf den Zeiger geblickt werden, daß sich die beiden Haarstriche und der Skalenstrich der gewünschten Frequenz decken. Der nach so erfolgter Einstellung noch mögliche Fehler kann zwischen 10 Hz und 100 Hz maximal ±2%, zwischen 100 Hz und 10 MHz maximal ±1% betragen. Die durch Netzspannungsschwankungen bedingten Frequenzänderungen sind sehr klein. Bei einer Netzspannungsschwankung bis zu ±10% ändert sich die Frequenz um höchstens ±0,01%.

Zur Einstellung einer kleinen Frequenzänderung, wie z. B. bei Bandbreitemessungen notwendig, ist der Kurbelknopf mit einer 100teiligen Skala ausgerüstet. Mit Hilfe eines

Hebels neben dem Kurbelknopf läßt sich diese Skala mit der Achse des Kurbelknopfes kuppeln und lösen. In der Hebelstellung „ein" ist die Skala mit dem Knopf verbunden und dreht sich mit. Stellt man den Hebel auf „aus", so läuft die Skala zuerst noch mit, bis sie beim Teilstrich Null einrastet. Somit ist sie für eine neue Messung bereits auf Null eingestellt.

Eine Drehung um einen Skalenteil dieser 100teiligen Skala bewirkt in den 4 Frequenzbereichen 10 Hz bis 100 kHz eine relative Frequenzänderung (Verstimmung) von 0,2%, in den 4 Bereichen 100 kHz bis 10 MHz eine von 0,1%. Die Genauigkeit einer so eingestellten relativen Frequenzänderung ist abhängig von der Frequenz, von der bei der Verstimmung ausgegangen wird. Der Fehler der Verstimmung beträgt im ersten und zehnten Zehntel eines Frequenzbereiches 10%. In dem dazwischen liegenden Gebiet beträgt der Fehler nur 5%. Bei größeren Verstimmungen kommt ein weiterer Fehler hinzu, der rein mathematisch bedingt ist. Die Verstimmung v über mehrere Skalenteile n ergibt sich im Bereich unter 100 kHz aus

$$v = 1{,}002^n - 1 \approx n \cdot 0{,}002$$

und im Bereich über 100 kHz aus

$$v = 1{,}001^n - 1 \approx n \cdot 0{,}001.$$

Die linearen Näherungsformeln bedingen bei Verstimmungen über 5% einen Fehler $> 2\%$ von der Verstimmung. Das ist unter 100 kHz erst bei einer Verstimmung von mehr als 25 Skt, über 100 kHz bei mehr als 50 Skt der Fall. Kleine Verstimmungen sind somit direkt den Skalenteilen proportional, während bei größeren Verstimmungen dieser zusätzliche Fehler auftritt.

5.2 Anschließen des Verbrauchers

Hierzu sei zunächst besonders bemerkt, daß vom Verbraucher her an die beiden Ausgänge des SBF keine höhere Gleich- oder Wechselspannung gelangen darf als 4 V. Durch eine höhere Spannung können die Widerstände der Ausgangsteiler oder der Spannungsregler zerstört werden, so daß u. U. mit einem längeren Ausfall des Gerätes gerechnet werden muß.

Häufig ist es so, daß am Eingang des zu speisenden Verbrauchers eine Gleichspannung liegt. In diesem Falle ist also immer ein geeigneter Trennkondensator einzuschalten, dessen Kapazität sich nach der tiefsten zu übertragenden Frequenz und nach dem Eingangswiderstand des Verbrauchers zu richten hat, denn der Trennkondensator bewirkt in allen Fällen eine zusätzliche Spannungsteilung, so daß also die vom SBF-Instrument

angezeigte Spannung (oder EMK) mit der am Verbraucher herrschenden Spannung nicht übereinstimmt, wenn die Kapazität dieses Kondensators nicht groß genug ist.

Als Verbindungsleitung zwischen SBF und Verbraucher verwende man ein koaxiales Kabel, dessen Wellenwiderstand gleich dem Innenwiderstand des Meßsenders ist. In jede der beiden SBF-Ausgangsbuchsen paßt ein koaxialer Stecker mit der R&S-Bestell-Nummer FS 413/11. Auf die Notwendigkeit des wellenwiderstandsrichtigen Kabelabschlusses wird in folgenden Abschnitten besonders hingewiesen.

5.3 Einstellen der Ausgangsspannung

Die an den beiden koaxialen Ausgangsbuchsen entnehmbare Spannung ist mit 3 Bedienungsknöpfen veränderbar:

a) mit dem Stufenteiler (an der Frontplatte rechts unten) in 6 Stufen zu je 10 db;

b) mit dem Knopf „Spannungsregler" (unter dem Instrument rechts) zur Einstellung beliebiger Zwischenwerte;

c) mit dem Teilerschalter „Verstärker-Aussteuerung" (unter dem Instrument links). Mit diesem Teiler, der im Gerät zwischen den Oszillatoren und dem Verstärker angeordnet ist, kann die dem Verstärker zugeführte Spannung auf $^1/_{10}$ herabgesetzt und damit auch die an den beiden Ausgängen auftretende Spannung auf $^1/_{10}$ erniedrigt werden. Dieser Teiler wird dann eingeschaltet, d. h. in die Stellung „Spannung $^1/_{10}$, kleinster Klirrfaktor" gebracht, wenn Spannungen von 300 mV bis 0,1 µV gebraucht werden und diese einen besonders kleinen Klirrfaktor aufweisen sollen. Werden dagegen Spannungen bis 10 V benötigt, dann muß dieser Teiler ausgeschaltet sein, d. h. in der Stellung „Spannung normal" stehen.

5.31 Stufenteilerstellung „+20 db/10 V"

In dieser Stellung des Stufenteilers hat die rechte Ausgangsbuchse einen Innenwiderstand von 300 Ω. Der Ausgang liefert eine Leerlaufspannung bis 10 V bei Frequenzen von 10 Hz bis 5 MHz und eine bis etwa 8 V bei 5 bis 10 MHz. Hierbei zeigt das eingebaute Röhrenvoltmeter die am Ausgang herrschende Spannung unmittelbar an. Abgelesen wird auf der von 0 . . . 10 V geeichten Skala.

Damit die am Meßsender eingestellte und vom Instrument angezeigte Spannung auch am Verbraucher auftritt, müssen insbesondere bei hohen Frequenzen folgende Maßnahmen beachtet werden: a) der Abschlußwiderstand des Kabels (= Eingangswiderstand des Verbrauchers) muß gleich dem Wellenwiderstand des Verbindungskabels sein; b) die Dämpfung des Kabels muß vernachlässigbar klein sein.

Ein nicht wellenwiderstandsrichtiger Kabelabschluß kann stehende Wellen verursachen und somit erhebliche Spannungstransformationen bewirken, so daß am Verbraucher eine andere Spannung herrscht als am Meßsender-Ausgang. Bei tiefen Frequenzen brauchen diese Maßnahmen nicht berücksichtigt zu werden; hier kann ein beliebiges Kabel mit beliebigem Abschlußwiderstand verwendet werden.

Die Grenzfrequenz für einen bestimmten zulässigen Meßfehler ist abhängig von der Wirk- und Blindkomponente des Verbraucher-Eingangswiderstandes sowie vom Wellenwiderstand und der Länge des Verbindungskabels. Bei Verwendung eines 75-Ω-Kabels und in dem besonders ungünstigen Fall eines kapazitiven Verbrauchers liegt der Meßfehler bei nachstehend angegebenen Verhältnissen noch unter 10%.

Kabellänge	Verbraucher	Frequenz
1 m	30 pF	< 3 MHz
1 m	1000 pF	< 1 MHz
5 m	30 pF	< 1,5 MHz
5 m	1000 pF	< 0,5 MHz

Wenn sich eine Fehlanpassung nicht umgehen läßt, dabei aber eine hohe Meßgenauigkeit erforderlich ist, so muß man an der Verbindungsstelle zwischen Kabel und Verbraucher ein geeignetes Röhrenvoltmeter anschalten. Hierzu empfehlen wir zum Beispiel (für Frequenzen über 10 kHz) unser Spannungs-Strom-Widerstands-Meßgerät Type URI (BN 1050) mit Tastkopf (BN 10501).

5.32 Stufenteilerstellungen „+10 db/3 V" bis „—40 db/10 mV"

Diese 6 Teilerstufen sind für den rechten und linken Ausgang bestimmt. Die am Stufenteilerschalter angegebenen Pegel und Spannungen beziehen sich auf die am rechten Ausgang auftretenden Spannungen, wenn der Teilerschalter „Verstärker-Aussteuerung" in der Stellung „Spannung normal" steht. Hierbei liefert der rechte Ausgang die Spannungen von 3 V . . . 3 mV bzw. von +10 bis —50 db; der linke Ausgang, der seine Spannung über einen 1000 : 1-Teiler vom rechten Ausgang bezieht, liefert die Spannungen von 3 mV . . . 1 µV bzw. von —50 . . . —120 db. Insgesamt stehen also 12 Spannungs-Teilbereiche zur Verfügung mit dem Gesamtbereich von 3 V . . . 1 µV bzw. von +10 . . . —120 db.

In diesen Bereichen zeigt das eingebaute Röhrenvoltmeter die Leerlaufspannung an; das heißt, es mißt die EMK einer Spannungsquelle mit 75 Ω Innenwiderstand. Hiermit beträgt also die an einem 75-Ω-Belastungswiderstand auftretende Spannung gerade die Hälfte der vom SBF-Instrument angezeigten EMK. Folgende Tabelle gibt einen Überblick über die mit dem „Spannungsregler" in den 6 Stufenteilerstellungen einstellbaren EMK-Bereiche:

Schalter „Verstärker-Aussteuerung" in Stellung „Spannung normal"			
EMK-Bereich		Stufenteilerstellung	Ausgang
1 ... 10 µV	—120 ... —100 db	—40 db/10 mV	linke Buchse
10 ... 30 µV	—100 ... —90 db	—30 db/30 mV	
30 ... 100 µV	—90 ... —80 db	—20 db/100 mV	
100 ... 300 µV	—80 ... —70 db	—10 db/300 mV	
0,3 ... 1 mV	—70 ... —60 db	0 db/1 V	
1 ... 3 mV	—60 ... —50 db	+10 db/3 V	
3 ... 10 mV	—50 ... —40 db	—40 db/10 mV	rechte Buchse
10 ... 30 mV	—40 ... —30 db	—30 db/30 mV	
30 ... 100 mV	—30 ... —20 db	—20 db/100 mV	
100 ... 300 mV	—20 ... —10 db	—10 db/300 mV	
0,3 ... 1 V	—10 ... 0 db	0 db/1 V	
1 ... 3 V	0 ... +10 db	+10 db/3 V	

Die am Verbraucher auftretende Spannung U kann nach folgender Formel errechnet werden:

$$U = U_0 \cdot \frac{\mathfrak{R}_a}{\mathfrak{R}_a + R_i} = U_0 \cdot \alpha$$

Hierin ist U_o die vom SBF-Instrument angezeigte EMK, $\mathfrak{R}_a$ der äußere Belastungswiderstand und R_i der Innenwiderstand des Meßsenders (75 Ω). In folgender Tabelle sind das Spannungsverhältnis $U/U_o = \alpha$ und die Dämpfung (in db) der Verbraucherspannung gegenüber der angezeigten Spannung U_o für einige reelle Belastungswiderstände angegeben:

Belastungswiderstand	$U/U_0 = \alpha$	Dämpfung $20 \cdot \log \alpha$
50 Ω	0,40	—8 db
60 Ω	0,44	—7 db
75 Ω	0,50	—6 db
150 Ω	0,67	—3,5 db
600 Ω	0,89	—1 db
Leerlauf	1,00	0 db

In der Stufenteilerstellung „+10 db/3 V" ist die EMK-Anzeige von der äußeren Belastung etwas abhängig; das heißt, die EMK-Anzeige geht mit zunehmender Belastung etwas zurück. Dasselbe gilt, jedoch in einem geringeren Maße, für die Schaltstellung „0 db/1 V". Dieses Verhalten, das nur als Schönheitsfehler zu betrachten ist, rührt daher, daß hier die vor dem Innenwiderstand gemessene Spannung nicht so vollkommen eingeprägt ist wie in den anderen Teilerstufen, in denen die EMK-Anzeige von äußeren Belastungsänderungen völlig unabhängig ist. Diese Belastungsabhängigkeit hat aber, wie erwähnt, auf die genaue Meßbarkeit der Verbraucherspannung keinen Ein-

fluß. Man braucht nur bei gegebener Belastung $\mathfrak{R}_a$ und für die gewünschte Verbraucherspannung U die EMK-Anzeige U_0 auf den entsprechenden Wert

$$U_0 = U \cdot \frac{\mathfrak{R}_a + R_i}{\mathfrak{R}_a} = \frac{U}{\alpha}$$

einzustellen.

In allen diesen 6 Stufenteilerstellungen, in denen sowohl der rechte wie der linke Ausgang einen Innenwiderstand von 75 Ω haben, muß man besonders bei den hohen Frequenzen ein 75-Ω-Verbindungskabel verwenden und dieses wellenwiderstandsrichtig (mit 75 Ω) abschließen; denn nur so ist (bei vernachlässigbarer Kabeldämpfung) gewährleistet, daß die am Kabeleingang herrschende Spannung gleich der am Kabelausgang bestehenden Spannung ist. Falls der Verbraucher einen von 75 Ω abweichenden Eingangswiderstand aufweist, kann man durch einen Serien- oder Parallelwiderstand den wellenwiderstandsrichtigen Abschluß herstellen. Verständlicherweise muß man im Falle eines Serienwiderstandes die durch diesen zusätzlich bewirkte Spannungsteilung mit berücksichtigen.

Bei nicht wellenwiderstandsrichtigem Kabelabschluß tritt ein von der Fehlanpassung und von der Frequenz abhängiger Fehler auf. Dieser bleibt jedoch selbst in dem besonders ungünstigen Fall eines leerlaufenden Kabels, das nicht mehr kurz gegenüber der Wellenlänge der Meßfrequenz ist, kleiner als 5%. Dabei erfolgt durch die Rückwirkung auf den rechten Meßsender-Ausgang in der Schaltstellung „+10 db/3 V" eine mit der Frequenz sich ändernde EMK-Anzeige; d. h., es entsteht ein zusätzlicher Frequenzgang der Ausgangsspannung. Diese Änderung der Anzeige bringt jedoch nur die Unbequemlichkeit mit sich, daß die Anzeige nach dem Ändern der Frequenz (mit dem Spannungsregler) nachgestellt werden muß. Wenn der wellenwiderstandsrichtige Kabelabschluß nicht hergestellt werden kann, dabei aber dennoch eine hohe Meßgenauigkeit gefordert wird, so muß man eben auch hier dazu übergehen, die am Verbraucher gewünschte Spannung mit einem äußeren Röhrenvoltmeter zu messen.

5.321 Herstellen einer extrem kleinen Spannung

Das Problem, am Verbraucher eine extrem kleine definierte Spannung herzustellen, liegt nicht nur bei der Spannungsteilung im Meßsender, sondern ebenso bei der Zusammenschaltung von Meßsender und Verbraucher (Empfänger). Durch eine ungeeignete Verbindungsleitung zwischen Meßsender und Verbraucher sowie durch unzweckmäßige Erdung dieser Geräte kann am Eingang des Verbrauchers auch noch eine Störspannung auftreten, die unter Umständen erheblich größer sein kann als die Nutzspannung.

Eine Störspannung kann dieselbe Frequenz haben wie die Nutzspannung, sie kann aber auch zum Beispiel aus dem Netz stammen, an dem die Geräte angeschlossen sind. Der erste Fall kommt seltener in Betracht. Deshalb ist es bei einem selektiven Verbraucher weniger wahrscheinlich, daß sich eine Fremdspannung störend bemerkbar macht. Wesentlich mehr Beachtung erfordert die wirksame Unterbindung von Störspannungen bei einem breitbandig arbeitenden Verbraucher, der z. B. eine aus der Netzleitung stammende Störspannung genauso verstärkt wie eine höherfrequente Nutzspannung.

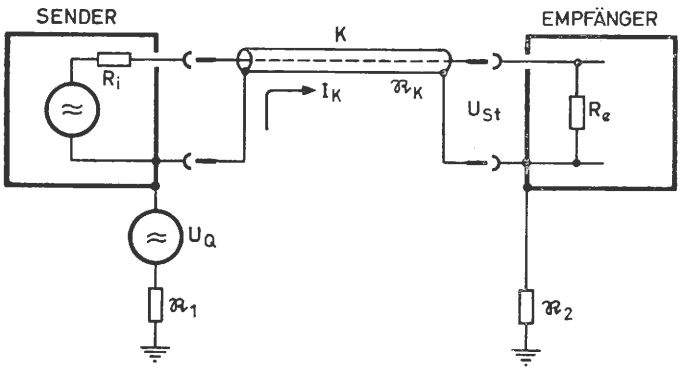


Bild 7. Grundsätzliche Entstehung einer Störspannung

Bild 7 veranschaulicht die grundsätzliche Entstehung einer Störspannung. Eine solche Spannung kann immer dann am Empfängereingang zur Wirkung kommen, wenn durch den Außenleiter des koaxialen Verbindungskabels K ein Störstrom I_K fließt und dabei am Widerstand $\mathfrak{R}_K$ dieses Außenleiters ein Spannungsabfall $U_{st} = I_K \cdot \mathfrak{R}_K$ auftritt. Die Quelle U_Q dieses Stromes kann in einer der beiden Leitungen liegen, mit denen die Geräte geerdet sind. Es ist somit ein Stromkreis gebildet, der sich aus dem bereits erwähnten Kabelwiderstand $\mathfrak{R}_K$ und den beiden Erdleiterwiderständen $\mathfrak{R}_1$ und $\mathfrak{R}_2$ zusammensetzt. Wie leicht ersichtlich, wird die am Empfängereingang entstehende Spannung

$$U_{st} = I_K \cdot \mathfrak{R}_K = U_Q \frac{\mathfrak{R}_K}{\mathfrak{R}_1 + \mathfrak{R}_2 + \mathfrak{R}_K}$$

um so kleiner sein, je kleiner der Kabelwiderstand und je größer die beiden Erdleiterwiderstände sind.

Natürlich kann man den Widerstand der Erdleiter (Schutzleiter), wenn diese ihren Zweck erfüllen sollen, nicht beliebig groß machen, um den Störstrom zu verkleinern. Man kann aber dafür sorgen, daß der Widerstand des Kabelaußenleiters möglichst sehr klein ist. Dieser Widerstand setzt sich zusammen aus den Übergangswiderständen der beiden Steckverbindungen und dem Widerstand des Kabelmantels. Bei tiefen Frequenzen ist

dieser Widerstand $\mathfrak{R}_K$ gleich dem Gleichstromwiderstand der drei Teilwiderstände (Stekker-Mantel-Stecker). Bei hohen Frequenzen dagegen spielen auch die Stromverdrängung und andere Effekte eine beachtliche Rolle, wobei dieser Widerstand $\mathfrak{R}_K$, der in der Hochfrequenztechnik allgemein mit Kopplungswiderstand bezeichnet wird, wesentlich größer sein kann als der bei Gleichstrom gemessene Widerstand. (Steckerkabel mit sehr kleinem Kopplungswiderstand können von ROHDE & SCHWARZ bezogen werden.)

Aber auch im Empfänger selbst kann ein Kopplungswiderstand vorhanden sein, der am Gitter der ersten Verstärkerröhre eine Störspannung zur Folge haben kann. Dieser Kopplungswiderstand ist um so kleiner, je induktivitätsarmer die Verbindung ist, die zwischen dem Außenleiter der konzentrischen Eingangsbuchse und dem masseseitigen Punkt der Eingangsröhre besteht. Die Störspannung ist am kleinsten, wenn der Mantel der konzentrischen Eingangsbuchse unmittelbar (d. h. ohne ein weiteres Leitungsstück) mit einem Chassis verbunden ist, das die ganze Eingangsstufe (oder den ganzen Empfänger) möglichst vollkommen umschließt (Abschirmung).

Eine bei tiefen Meßfrequenzen oft vorkommende Störquelle ist, wie Bild 8 veranschaulicht, der zwischen den Schutzleitern der beiden Netzkabel auftretende Spannungsabfall. Die Auswirkung dieser Störquelle auf den Eingang des Empfängers ist auch hier so wie mit Bild 7 gezeigt und durch obige Formel angegeben. Dieser Spannungsabfall kann besonders dann verhältnismäßig groß sein, wenn eine der beiden Netzphasen (der Null-Leiter) gleichzeitig Schutzleiter ist und wenn sich zwischen den beiden Schuko - Steckdosen eine längere Leitung befindet. Hier kann der zwischen den Schutzleiteranschlüssen A und B auftretende Spannungsabfall U_Q nicht nur durch den Stromverbrauch des Senders bedingt sein, sondern auch noch durch weitere Verbraucher, die nach dem Sender an der gleichen Leitung angeschlossen sind. Es gibt jedoch verschiedene Möglichkeiten, die Störspannung zu beseitigen oder wesentlich herabzusetzen: Man könnte den Schutzleiter des Empfängers ausklemmen. Dadurch würde

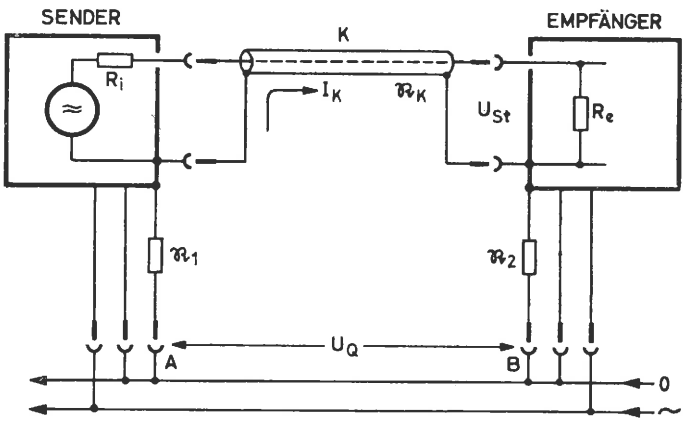


Bild 8. Entstehung einer Störspannung, wenn zwischen den beiden Schutzleiteranschlüssen der Netzsteckdosen ein Spannungsabfall besteht

(nach Bild 8) der Stromkreis $\mathfrak{R}_1$-$\mathfrak{R}_K$-$\mathfrak{R}_2$-A-B unterbrochen und damit am Außenleiter des Verbindungskabels K auch kein Spannungsabfall hervorgerufen. Durch das Ausklemmen des Schutzleiters kann jedoch nicht immer eine völlig ausreichende Verminderung der Störspannung erreicht werden, und zwar deshalb, weil im Empfänger zwischen Netzzuleitung und Chassis meist eine Kapazität vorhanden ist, die, wenn auch nur teilweise, den Widerstand $\mathfrak{R}_2$ des Schutzleiters ersetzt.

Den Schutzleiter soll man aber auch aus Sicherheitsgründen nicht ausklemmen; denn wenn im Empfänger zwischen Netzzuleitung und Chassis (z. B. durch ein schadhaft gewordenes Schaltelement) eine direkte Verbindung entsteht, so kann, wenn das Verbindungskabel K abgesteckt ist, zwischen Chassis und Erde die volle Netzspannung liegen und für den Messenden eine große Gefahr bilden.

Am wirksamsten läßt sich die aus dem Netz stammende Störspannung verkleinern, wenn man, wie durch Bild 9 gezeigt, die Netzstecker des Senders und Empfängers in möglichst benachbarte Steckdosen (in eine Doppelsteckdose) steckt. Hiermit ist zwischen den beiden Schutzleiteranschlüssen praktisch keine Störquelle mehr vorhanden.

Es können jedoch noch andere Störquellen vorhanden sein; es kann zum Beispiel durch einen benachbarten (sehr streuenden) Netztransformator in das eine oder andere Netzkabel eine Spannung induziert werden, die die gleiche Wirkung ausübt, wie die in Bild 7 gezeigte Störquelle U_Q. Dieser Störeinfluß kann vermindert werden, indem man, wie Bild 9 zeigt, zwischen dem Chassis des Empfängers und dem Gehäuse des Senders eine möglichst niederohmige Verbindung herstellt und diese möglichst mit dem Verbindungskabel führt. Außerdem kann man die Netzkabel des Senders und Empfängers in eine Lage bringen, daß die in Bild 9 schraffiert gezeichnete Fläche möglichst klein ist. Hierdurch können nicht nur niederfrequente, sondern auch hochfrequente Störeinflüsse kompensiert werden.

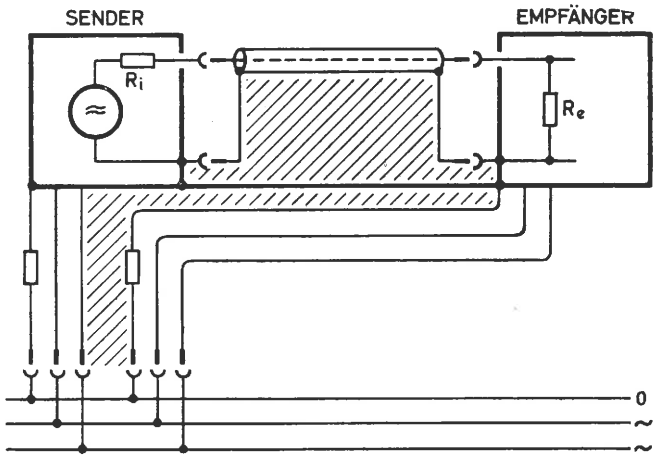


Bild 9. Verringerung der Störspannung durch geeignete Leitungsführung

6 Wartung und Instandsetzung

6.1 Röhrenwechsel

Alle Röhren, ausgenommen der Stabilisator Rö13 (85 A 2), können ohne Einfluß auf die Genauigkeit des Gerätes durch neue Röhren der gleichen Type (nach Schaltteilliste und Stromlauf) ersetzt werden. Hierzu muß man das Gerät aus seinem Stahlblechkasten herausnehmen und die Befestigungsschrauben des Gußgehäusedeckels lösen. Hierauf sind alle Röhren zugänglich. Mit Rücksicht auf eine gute Abschirmung muß man nach dem Wiederaufsetzen des Deckels alle Schrauben sorgfältig anziehen.

Nach dem Auswechseln des Stabilisators Rö13 (85 A 2) kann es vorkommen, daß die Ausgangsspannungen des RC-Oszillators und des LC-Oszillators nicht mehr gleich groß sind, und zwar deshalb, weil die Brennspannung des neueingesetzten Stabilisators von der der Erstbestückung abweicht. Die Prüfung ist einfach: Man schaltet den Frequenzbereich 100. . . . 300 kHz ein (LC-Oszillator), stellt am Instrument einen größeren Ausschlag (z. B. 70%) ein und schaltet dann auf den Frequenzbereich 10 . . . 100 kHz um (RC-Oszillator). Dabei darf die Ausschlagsdifferenz nicht größer sein als rund 0,2 db. Falls die Ausschlagsdifferenz größer ist, muß man entweder eine geeignete Röhre (85 A 2) aussuchen oder folgende einfache Trimmarbeit ausführen: Erst stellt man die Frequenz 10 kHz ein, dreht den Spannungsregler für einen größeren Instrumentausschlag auf und merkt sich diesen Ausschlag. Dann stellt man die Frequenz 300 kHz ein und gleicht den Trimmer C10 (am Ausgang des LC-Oszillators) ab, daß der Instrumentausschlag so groß wird, wie er bei 10 kHz war.

6.2 Ventilator

Der zur Lüftung eingebaute Ventilator bedarf keiner Wartung. Falls er aus irgend einem Grund nicht mehr arbeitet, so hat die nicht mehr so gute Kühlung zwar einen Einfluß auf die Frequenz- und Spannungskonstanz, das Gerät erleidet dadurch aber keinen Schaden. Man kann das Gerät ohne weiteres einige Stunden ohne Ventilatorkühlung betreiben.

6.3 Ausgangsteiler

Im Abschnitt 5.2 wurde bereits darauf hingewiesen, daß die Widerstände der Ausgangsteiler beschädigt werden können, wenn vom Verbraucher her an den einen oder anderen Ausgang eine höhere Spannung als 4 V gelangt. Im Zweifelsfall läßt sich eine Beschädigung der Teilerwiderstände durch eine Widerstandsmessung leicht feststellen. Bei ein-

wandfreien Ausgangsteilern weisen die Ausgänge folgende Gleichstromwiderstände auf (gemessen jeweils zwischen dem Mantel und dem Innenleiter der Buchse):

Stufenteilerstellung	Widerstand	Ausgang
+20 db/10 V	250 Ω ± 5%	rechte Buchse
+10 db/3 V	140 Ω ± 2%	
0 db/1 V	80,3 Ω ± 2%	
—10 db/300 mV	75,5 Ω ± 2%	
—20 db/100 mV	75,0 Ω ± 2%	
—30 db/30 mV	75,0 Ω ± 2%	
—40 db/10 mV	75,0 Ω ± 2%	
1000 : 1-Teiler	75,0 Ω ± 2%	linke Buchse

Falls in einem Ausgang Widerstände beschädigt sind, weichen die gemessenen Werte von den hier angegebenen erheblich ab.

Der Spannungsregler R60 kann nur in den Schaltstellungen „+20 db/10 V" und (wenn R82 zerstört ist) in der Stellung „+10 db/3 V" beschädigt werden. Dieser Regler hat eine Belastbarkeit von 2 Watt; er ist daher erst bei Strömen über 75 mA gefährdet.

Falls eine Reparatur erforderlich ist, so empfehlen wir, das Gerät an uns einzusenden. Unter Umständen kann man eine Reparatur auch selbst ausführen, wenn hierzu die entsprechenden Ersatzteile, die von uns beziehbar sind, und geeignete Meßmittel zur Verfügung stehen.

6.31 Auswechseln des Spannungsreglers R60

a) Gerät vom Netz trennen.

b) Die vier Zylinderkopfschrauben an der Frontplatte lösen und Gerät aus dem Stahlblechkasten herausnehmen.

c) Gerät mit dem Boden nach oben legen und Bodenblech durch Lösen der Befestigungsschrauben öffnen.

d) Leitungen vom Spannungsregler R60 ablöten.

e) Madenschrauben der Kupplung des Spannungsreglers R60 potentiometerseitig lösen und die Knopfachse mit Kupplung von der Potentiometerachse abziehen. Montagewinkel des Potentiometers herausschrauben und Potentiometer durch Lösen der zentralen Befestigungsmutter vom Winkel trennen.

f) Achse des neuen Reglers auf 17 mm kürzen und in umgekehrter Reihenfolge einbauen.

Hierbei dürfen die Schrauben des Potentiometerwinkels erst nach Anschrauben der Achskupplung fest angezogen werden.

6.32 Instandsetzung des Stufenteilers

a) Gerät vom Netz trennen.

b) Die vier Zylinderkopfschrauben an der Frontplatte lösen und Gerät aus dem Stahlblechkasten herausnehmen.

c) Gerät mit dem Boden nach oben legen und Bodenplatte durch Lösen der Bodenschrauben öffnen.

d) Draht am Teilergehäuse ablöten, Kabel am Teilergehäuse abschrauben (Steckverbindung mit Überwurfmutter).

e) Madenschrauben an der Kupplung der Teilerachse teilerseitig lösen und die Knopfachse mit Kupplung von der Teilerachse abziehen.

f) Die beiden Befestigungsschrauben am Winkel des Teilers lösen, Teiler mit Befestigungswinkel herausnehmen.

g) Reparierten Teiler mit Winkel mit den beiden Schrauben an der Grundplatte befestigen, aber noch nicht festschrauben.

h) Knopfachse mit Teilerachse verbinden und so verschrauben, daß die Zapfen der Madenschrauben in die Löcher der Achse passen. Bei richtigem Einbau müssen die Anschläge mit der Beschriftung auf der Frontplatte übereinstimmen.

i) Schrauben des Befestigungswinkels festziehen.

j) Kabel an Teiler anschließen, Zuleitungsdraht anlöten.

k) Bodenplatte anschrauben.

6.33 Instandsetzung des 1000 : 1-Teilers

a) Gerät vom Netz trennen und aus dem Kasten nehmen.

b) Plexiglasabdeckung über der Skalentrommel abschrauben.

c) Die drei Schrauben oberhalb des Skalenausschnittes (Frontplatte) herausschrauben und Haltewinkel entfernen; die beiden Zylinderkopfschrauben (M 2) am linken Trommelende herausschrauben.

d) Bereich 3 . . . 10 MHz einstellen. Hierbei steht der Zapfen am linken Seilrad der Trommel nach oben. Hierauf Trommel vorsichtig nach rechts schieben und nach oben links herausheben.

e) 6 Schrauben am Ausgangsteilerdeckel lösen und Deckel nach hinten wegnehmen. Der Ausgangsteiler befindet sich unmittelbar hinter den Ausgangsbuchsen an der Rückseite der Frontplatte.

f) Widerstände auswechseln.

g) Zusammenbau in der umgekehrten Reihenfolge. Hierbei die Skalentrommel in die rechte Scheibe einsetzen, Skalentrommel nach rechts drücken und links einsetzen, so daß der Zapfen des Seilrades in die Kerbe der Trommel zu liegen kommt.

6.4 Nachstellen der Ausgangsspannung des RC-Oszillators

Der Einschaltpunkt des Thermostaten kann sich im Laufe der Zeit geringfügig verschieben, so daß sich hierdurch die Umgebungstemperatur des Heißleiters R26 und damit die Ausgangsspannung des RC-Oszillators etwas verändert. Das ist von außen am Instrument zu erkennen, wenn man vom Frequenzbereich 100 . . . 300 kHz (LC-Oszillator) auf den Frequenzbereich 10 . . . 100 kHz (RC-Oszillator) umschaltet. Hierbei darf sich die Anzeige um höchstens 0,2 db verändern. Bei der Angleichung der Ausgangsspannung des RC-Oszillators an die Ausgangsspannung des LC-Oszillators geht man folgendermaßen vor:

a) Gerät etwa 1 Stunde einlaufen lassen.

b) Gerät vom Netz trennen, aus seinem Gehäuse nehmen und umdrehen, damit der Boden oben ist.

c) Gerät wieder an das Netz anschließen (Vorsicht vor spannungführenden Teilen!).

d) Frequenzbereich 100 . . . 300 kHz wählen und Skalenzeiger auf 300 kHz stellen.

e) Mit Spannungsregler einen größeren Instrumentausschlag einstellen (z. B. 0 db).

f) Auf Frequenzbereich 1 . . . 10 kHz umschalten und Zeiger auf 10 kHz einstellen.

g) Regler R12 (am Ausgang des RC-Oszillators) mit einem Schraubenzieher so einstellen, daß Instrumentausschlag gleich groß ist wie bei e).

Hierauf wird das Gerät vom Netz wieder getrennt und in das Gehäuse eingebaut.

7 Schaltteilliste

(Änd.-Zust. „d" Nr. 5579)

(Kennzeichen nach Stromlauf)

Kenn-zeichen	Benennung	Wert	R&S-Sach-Nr.
C 1	Papier-Kondensator	50 000 pF/250 V	CPK 50 000/250
C 2	Papier-Kondensator	50 000 pF/250 V	CPK 50 000/250
C 3	Lufttrimmer	4 . . . 29 pF	CV 8125
C 4	Lufttrimmer	4 . . . 29 pF	CV 8125
C 5	Lufttrimmer	4 . . . 29 pF	CV 8125
C 6	Lufttrimmer	4 . . . 29 pF	CV 8125
C 7	Drehkondensator	ΔC = 600 pF + 20 pF	enth. in 40861 – 2
C 8	Papier-Kondensator	50 000 pF/250 V	CPK 50 000/250
C 9	Keramik-Kondensator	4 pF	CCG 41/4
C 10	Keramik-Kondensator Lufttrimmer	22 pF 4 . . . 29 pF	CCH 31/22 CV 8025 parallel
C 11	Papier-Kondensator	1000 pF/1000 V	CPK 1000/1000
C 12	Papier-Kondensator	5000 pF/630 V	CPK 5000/630
C 13	Papier-Kondensator	2500 pF/1000 V	CPK 2500/1000
C 14	Papier-Kondensator	1000 pF/1000 V	CPK 1000/1000
C 16	Keramik-Kondensator Lufttrimmer	56 pF 4 . . . 29 pF	CCH 31/56 CV 8125 parallel
C 17I C 17II	Zweifach- Drehkondensator	2 x ΔC = 1000 pF	enth. in 40861 – 2
C 18	Lufttrimmer	4 . . . 29 pF	CV 8025
C 19	Lufttrimmer	4 . . . 29 pF	CV 8025
C 20	Lufttrimmer	4 . . . 29 pF	CV 8025
C 21	Lufttrimmer	4 . . . 29 pF	CV 8025
C 23	MP-Kondensator	1 µF/250 V	CMR 1/250
C 24	Papier-Kondensator	100 000 pF/250 V	CPK 100 000/250
C 25	MP-Kondensator	4 µF/350 V	CMR 4/350
C 26	MP-Kondensator	16 µF/250 V	CMR 16/250
C 31	Keramik-Kondensator	3 pF	CCG 41/3
C 32	Keramik-Kondensator Lufttrimmer	39 pF 4 . . . 29 pF	CCH 31/39 CV 8025 parallel
C 33	Lufttrimmer	4 . . . 29 pF	CV 8025
C 34	Papier-Kondensator	25 000 pF/250 V	CPK 25 000/250
C 35	Papier-Kondensator	100 000 pF/250 V	CPK 100 000/250

Kenn-zeichen	Benennung	Wert	R&S-Sach-Nr.
C 36	MP-Kondensator	0,5 µF/250 V	CMR 0,5/250/2
C 37	Keramik-Kondensator	150 pF	CCH 68/150
C 40	MP-Kondensator	64 µF/250 V	2 x CMR 16 + 16/250 parallel
C 41	Papier-Kondensator	100 000 pF/250 V	CPK 100 000/250
C 42	Keramik-Kondensator Lufttrimmer	56 pF 4 . . . 29 pF	CCH 31/56 CV 8125 parallel
C 43	MP-Kondensator	1,5 µF ± 5%/500 V	3 x CMR 0,5/500 parallel
C 44	Papier-Kondensator	100 000 pF/250 V	CPK 100 000/250
C 45	Papier-Kondensator	100 000 pF/250 V	CPK 100 000/250
C 46	Papier-Kondensator	100 000 pF/250 V	CPK 100 000/250
C 47	Papier-Kondensator	25 000 pF/250 V	CPK 25 000/250
C 50	Papier-Df-Kondensator	50 000 pF/300 V	CPD 50 000/300
C 51	Papier-Df-Kondensator	50 000 pF/300 V	CPD 50 000/300
C 52	Papier-Df-Kondensator	50 000 pF/300 V	CPD 50 000/300
C 53	Papier-Df-Kondensator	50 000 pF/300 V	CPD 50 000/300
C 54	Papier-Df-Kondensator	50 000 pF/300 V	CPD 50 000/300
C 55	Papier-Df-Kondensator	50 000 pF/300 V	CPD 50 000/300
C 56	Papier-Df-Kondensator	1 µF/125 V	CPD 2/1 000 000/125
C 57	Papier-Df-Kondensator	1 µF/125 V	CPD 2/1 000 000/125
C 58	Papier-Df-Kondensator	50 000 pF/300 V	CPD 50 000/300
C 59	Papier-Df-Kondensator	50 000 pF/300 V	CPD 50 000/300
C 60	Papier-Df-Kondensator	50 000 pF/300 V	CPD 50 000/300
C 63	Papier-Kondensator	100 000 pF/250 V	CPK 100 000/250
C 64	MP-Kondensator	8 µF/250 V	CMR 8/250
C 65	Papier-Kondensator	100 000 pF/250 V	CPK 100 000/250
C 66	MP-Kondensator	4 µF/500 V	CMR 4/500
C 67	MP-Kondensator	4 µF/500 V	CMR 4/500
C 68	Papier-Kondensator	50 000 pF/630 V	CPK 50 000/630
C 70	Papier-Df-Kondensator	50 000 pF/300 V	CPD 50 000/300
C 71	Papier-Df-Kondensator	50 000 pF/300 V	CPD 50 000/300
C 72	Papier-Df-Kondensator	25 000 pF/350 V	CPD 25 000/350
C 73	Papier-Df-Kondensator	50 000 pF/300 V	CPD 50 000/300
C 75	MP-Kondensator	16 µF/500 V	2 x CMR 8/500 parallel
C 76	Papier-Kondensator	2500 pF/1000 V	CPK 2500/1000
C 77	Papier-Kondensator	2500 pF/1000 V	CPK 2500/1000
GI 2	Netzgleichrichter	2 x 210 V/250 mA	2 x GNV 11/210/250 B

Kenn-zeichen	Benennung	Wert	R&S-Sach-Nr.
I 1	Drehspul-Strommesser	40 µA, Ri = 4000 Ω ± 10%	INS 30204
K 1	Hochfr.-Kabel		LK 122/2
K 2	Kabel		40861 – 31
K 3	Anschlußkabel		LK 303
L 1	Schwingspule		40861 – 1.2.37
L 2	Schwingspule		40861 – 1.2.38
L 3	Schwingspule		40861 – 1.2.39
L 4	Schwingspule		40861 – 1.2.12
L 5	Netzdrossel		DB 12/2
L 6	Drossel		40861 – 1.3.20
L 7	Hochfr.-Drossel		40861 – 1.3.21
L 8	Hochfr.-Drossel		40861 – 1.3.22
L 9	Drossel		DUF 311/20
L 10	Heiz-Drossel		40861 – 1.3.23
L 11	Heiz-Drossel		40861 – 1.3.24
L 14	Drossel		40861 – 1.3.25
L 15	Netzdrossel		DB 75/2
L 16 L 17	Netzdrossel		40861 – 30
L 18	Drossel		40861 – 8.1
L 19	Drossel		40861 – 8.1
L 20	Drossel		40861 – 8.2
Mo 1	Lüfter		ZV 14/11
R 1	Schichtwiderstand	25 kΩ/1 W	WF 25 k/1
R 2	Schichtwiderstand	20 kΩ/1 W	WF 20 k/1
R 3	Schichtwiderstand	25 kΩ ± 1 %/0,25 W	WF 25 k/1/0,25
R 4	Schichtwiderstand	100 kΩ ± 1 %/1 W	WF 100 k/1/1
R 5	Schichtwiderstand	3 kΩ/0,5 W	WF 3 k/0,5
R 6	Schichtwiderstand	2 MΩ/0,25 W	WF 2 M/0,25
R 8	Schichtwiderstand	1 MΩ/0,25 W	WF 1 M/0,25
R 9	Schichtwiderstand	250 kΩ/0,25 W	WF 250 k/0,25
R 10	Schichtwiderstand	60 kΩ/0,25 W	WF 60 k/0,25
R 11	Schichtwiderstand	16 kΩ/0,5 W	WF 16 k/0,5
R 12	Schicht-Drehwiderstand	6 kΩ/0,5 W 5 kΩ lin.	WF 6 k/0,5 WS 9122 F/5 k in Serie
R 14	Schicht-Drehwiderstand	25 kΩ lin.	WS 9122 F/25 k

Kenn-zeichen	Benennung	Wert	R&S-Sach-Nr.
R 15	Schichtwiderstand	100 kΩ/0,5 W	WF 100 k/0,5
R 16	Schichtwiderstand	15 MΩ ± 1 %/2 W	3 x WF 5 M/1/2
R 17	Schichtwiderstand	1,5 MΩ ± 1 %/2 W	WF 1,5 M/1/2
R 18	Schichtwiderstand	150 kΩ ± 1 %/2 W	WF 150 k/1/2
R 19	Schichtwiderstand	15 kΩ ± 1 %/2 W	WF 15 k/1/2
R 20	Schichtwiderstand	15 MΩ ± 1%/2 W	3 x WF 5 M/1/2
R 21	Schichtwiderstand	1,5 MΩ ± 1 %/2 W	WF 1,5 M/1/2
R 22	Schichtwiderstand	150 kΩ ± 1 %/2 W	WF 150 k/1/2
R 23	Schichtwiderstand	15 kΩ ± 1 %/2 W	WF 15 k/1/2
R 25	Schichtwiderstand	1,25 kΩ/0,5 W	WF 1,25 k/0,5
R 26	Heißleiter		enth. in RsT
R 27	Schichtwiderstand	20 kΩ/0,5 W	WF 20 k/0,5
R 28	Schichtwiderstand	80 kΩ/0,5 W	WF 80 k/0,5
R 29	Schichtwiderstand	250 kΩ/0,5 W	WF 250 k/0,5
R 30	Schichtwiderstand	1 kΩ/0,25 W	WF 1 k/0,25
R 31	Schichtwiderstand	200 kΩ/0,5 W	WF 200 k/0,5
R 32	Schichtwiderstand	200 Ω/0,25 W	WF 200/0,25
R 36	Schichtwiderstand	400 kΩ/0,25 W	WF 400 k/0,25
R 37	Schichtwiderstand Schicht-Drehwiderstand	40 kΩ/0,25 W 10 kΩ lin.	WF 40 k/0,25 WS 9122 F/10 k in Serie
R 38	Schichtwiderstand	50 kΩ/0,5 W	WF 50 k/0,5
R 39	Schichtwiderstand	1 MΩ/0,25 W	WF 1 M/0,25
R 40	Schichtwiderstand	60 kΩ/0,5 W	WF 60 k/0,5
R 41	Schichtwiderstand	2 kΩ/0,25 W	WF 2 k/0,25
R 42	Schichtwiderstand	100 Ω/0,5 W	WF 100/0,5
R 43	Schichtwiderstand	6 kΩ/1 W	WF 6 k/1
R 44	Schichtwiderstand	500 kΩ/0,25 W	WF 500 k/0,25
R 45	Schichtwiderstand	10 Ω/0,25 W	WF 10/0,25
R 46	Schichtwiderstand	100 Ω/0,5 W	WF 100/0,5
R 47	Schichtwiderstand	60 Ω/0,5 W	WF 60/0,5
R 48	Schichtwiderstand	400 Ω/0,5 W	WF 400/0,5
R 49	Schichtwiderstand	100 Ω/0,5 W	WF 100/0,5
R 51	Schichtwiderstand	500 kΩ/0,25 W	WF 500 k/0,25
R 52	Schichtwiderstand	10 Ω/0,25 W	WF 10/0,25
R 53	Schichtwiderstand	100 Ω/0,5 W	WF 100/0,5
R 54	Schichtwiderstand	12,5 kΩ/1 W	WF 12,5 k/1
R 55	Schichtwiderstand	12,5 kΩ/0,5 W	WF 12,5 k/0,5
R 56	Schichtwiderstand	20 Ω/0,5 W	WF 20/0,5
R 57	Schichtwiderstand	40 Ω/0,5 W	WF 40/0,5

Kenn-zeichen	Benennung	Wert	R&S-Sach-Nr.
R 58	Schichtwiderstand	10 Ω/0,25 W	WF 10/0,25
R 60	Schicht-Drehwiderstand	350 Ω	WSD 16
R 61	Schichtwiderstand	Abgleich so, daß R 60 und R 61 parallel = 325 Ω ± 3%	WF . . ./0,5
R 62	Schichtwiderstand	2 kΩ ± 1 %/0,5 W	WF 2 k/1/0,5
R 63	Schichtwiderstand	8 kΩ ± 1 %/0,5 W	WF 8 k/1/0,5
R 64	Schichtwiderstand	10 MΩ/0,5 W	WF 10 M/0,5
R 65	Schichtwiderstand	100 kΩ/0,25 W	WF 100 k/0,25
R 66	Schichtwiderstand	100 kΩ/0,5 W	WF 100 k/0,5
R 67	Schichtwiderstand	100 kΩ/0,5 W	WF 100 k/0,5
R 68	Schichtwiderstand	125 kΩ/0,25 W	WF 125 k/0,25
R 69	Schichtwiderstand	100 kΩ/0,25 W	WF 100 k/0,25
R 70	Schichtwiderstand	50 kΩ/0,25 W	WF 50 k/0,25
R 71	Schichtwiderstand	1 MΩ/0,25 W	WF 1 M/0,25
R 72	Schichtwiderstand	160 kΩ/0,5 W	WF 160 k/0,5
R 73	Schichtwiderstand	125 kΩ/0,5 W	WF 125 k/0,5
R 75	Schicht-Drehwiderstand	2,5 kΩ lin.	WS 9126/2,5 k
R 76	Schichtwiderstand	125 kΩ/0,5 W	WF 125 k/0,5
R 77	Schicht-Drehwiderstand	50 kΩ lin.	WS 9122 F/50 k
R 78	Schichtwiderstand	100 kΩ/0,5 W 125 kΩ/0,5 W	WF 100 k/0,5 WF 125 k/0,5 in Serie
R 79	Schicht-Drehwiderstand	100 kΩ lin.	WS 9122 F/100 k
R 81	Schichtwiderstand	118,6 Ω ±1 %/0,5 W	WF 118,6/1/0,5
R 82	Schichtwiderstand	226,6 Ω ± 1 %/0,5 W	WF 226,6/1/0,5
R 83	Schichtwiderstand	400 Ω ± 1 %/0,5 W	WF 400/1/0,5
R 84	Schichtwiderstand	375 Ω ± 1 %/0,5 W	WF 375/1/0,5
R 85	Schichtwiderstand	98,22 Ω ± 1 %/0,25 W	WF 98,22/1/0,25
R 86	Schichtwiderstand	262 Ω ± 1 %/0,5 W	WF 262/1/0,5
R 87	Schichtwiderstand	1186 Ω ± 1 %/0,5 W	WF 1186/1/0,25
R 88	Schichtwiderstand	112,1 Ω ± 1 %/0,25 W	WF 112,1/1/0,25
R 89	Schichtwiderstand	221,8 Ω ± 1 %/0,25 W	WF 221,8/1/0,25
R 90	Schichtwiderstand	150 Ω ± 1 %/0,25 W	WF 150/1/0,25
R 91	Schichtwiderstand	221,8 Ω ± 1 %/0,25 W	WF 221,8/1/0,25
R 92	Schichtwiderstand	150 Ω ± 1 %/0,25 W	WF 150/1/0,25
R 93	Schichtwiderstand	221,8 Ω ± 1 %/0,25 W	WF 221,8/1/0,25
R 94	Schichtwiderstand	102,6 Ω ± 1 %/0,25 W	WF 102,6/1/0,25
R 96	Schichtwiderstand	2 kΩ ± 1 %/0,25 W	WF 2 k/1/0,25
R 97	Schichtwiderstand	56,3 Ω ± 1 %/0,25 W	WF 56,3/1/0,25
R 98	Schichtwiderstand	2 kΩ ± 1 %/0,25 W	WF 2 k/1/0,25

Kenn-zeichen	Benennung	Wert	R&S-Sach-Nr.
R 99	Schichtwiderstand	77,9 Ω ± 1%/0,25 W	WF 77,9/1/0,25
R 101	Schichtwiderstand	10 kΩ/0,25 W	WF 10 k/0,25
R 102	Schichtwiderstand	3 Ω/0,25 W	WF 3/0,25
R 103	Schichtwiderstand	160 kΩ ± 1 %/0,5 W	WF 160 k/1/0,5
R 104	Schichtwiderstand	100 kΩ ± 1 %/0,5 W	WF 100 k/1/0,5
R 105	Schichtwiderstand	16 kΩ/1 W	WF 16 k/1
R 106	Schichtwiderstand	16 kΩ/1 W	WF 16 k/1
R 107	Schichtwiderstand	10 kΩ/0,25 W	WF 10 k/0,25
R 108	Schichtwiderstand	10 kΩ/0,25 W	WF 10 k/0,25
R 109	Schichtwiderstand	500 kΩ/0,5 W	WF 500 k/0,5
R 110	Schichtwiderstand	50 kΩ/0,5 W	WF 50 k/0,5
Rl 1	Zwergglimmlampe	220 V	RL 210
Rö 1	Pentode		EF 85
Rö 2	Duo-Diode		EAA 91
Rö 3	Pentode		EF 804 S
Rö 4	Pentode		EF 80
Rö 5	Pentode		EF 80
Rö 6	End-Pentode		EL 803
Rö 7	End-Pentode		EL 34
Rö 8	Duo-Diode		EAA 91
Rö 9	Duo-Triode		ECC 81
Rö 10	End-Pentode		EL 34
Rö 11	End-Pentode		EL 34
Rö 12	Pentode		EF 80
Rö 13	Stabilisator		85 A 2
RsT	Thermostat		40861 – 32
S 1 I...VI	Scheibenschalter		40861 – 1.2.40
S 1 VII	Scheibenschalter		SRN 311/2/32
S 2	Scheibenschalter		SRN 314/32
S 3 I... III	Scheibenschalter		SRN 333/2/32
S 3 IV	Federsatz		SRF 3
S 4	Kippschalter		SR 122/3
S 5	Spannungswähler		FD 60517
Si 1	Schmelzeinsatz	1,6 A bei 220/235 V	1,6 D DIN 41571
Tr 1	Netztransformator		40861 – 3/2

Garantieverpflichtung

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

1 JAHR GARANTIE,

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

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

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

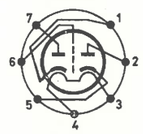
Nummer, Datum und Diktatzeichen der Rechnung;
Type und Fertigungsnummer (FNr.) des Gerätes;
Bezeichnung des Röhrenschadens.

ROHDE & SCHWARZ · MÜNCHEN 9 · TASSILOPLATZ 7

Rö 1
EF 85



Rö 2, Rö 8
EAA 91



Rö 3
EF 804 S



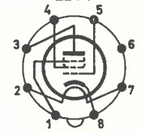
Rö 4, Rö 5, Rö 12
EF 80



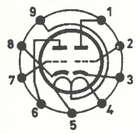
Rö 6
EL 803



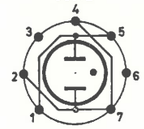
Rö 7, Rö 10, Rö 11
EL 34

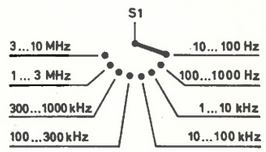


Rö 9
ECC 81



Rö 13
85 A 2



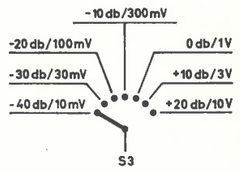


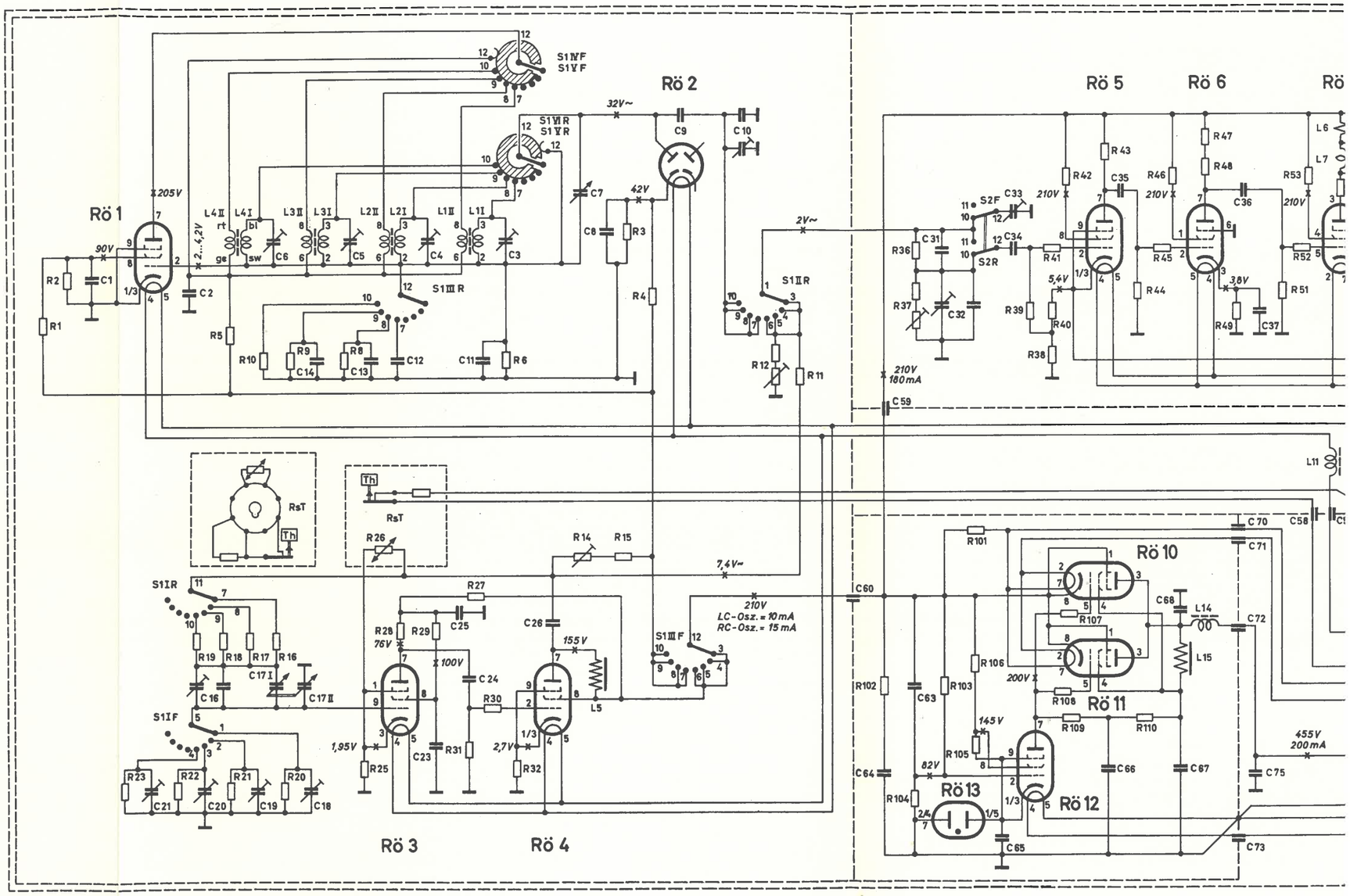
Verstärker - Aussteuerung

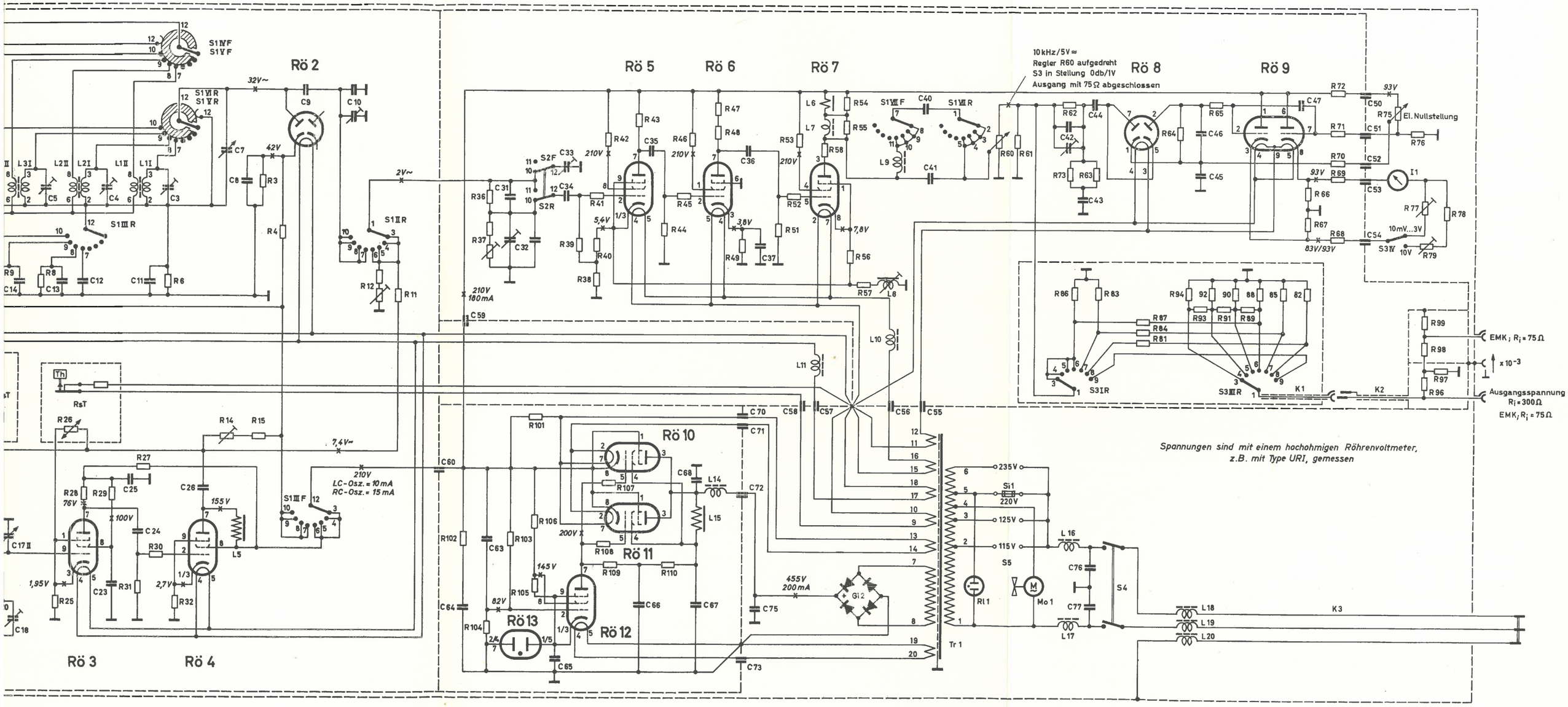
Spannung normal

S2

Spannung 1:10 kleinster Klirrfaktor







Stromlauf

VIDEO-BREITBAND-MESS-SENDER

Type SBF BN 40861