

BESCHREIBUNG

VIDEO-BREITBAND-MESS-SENDER

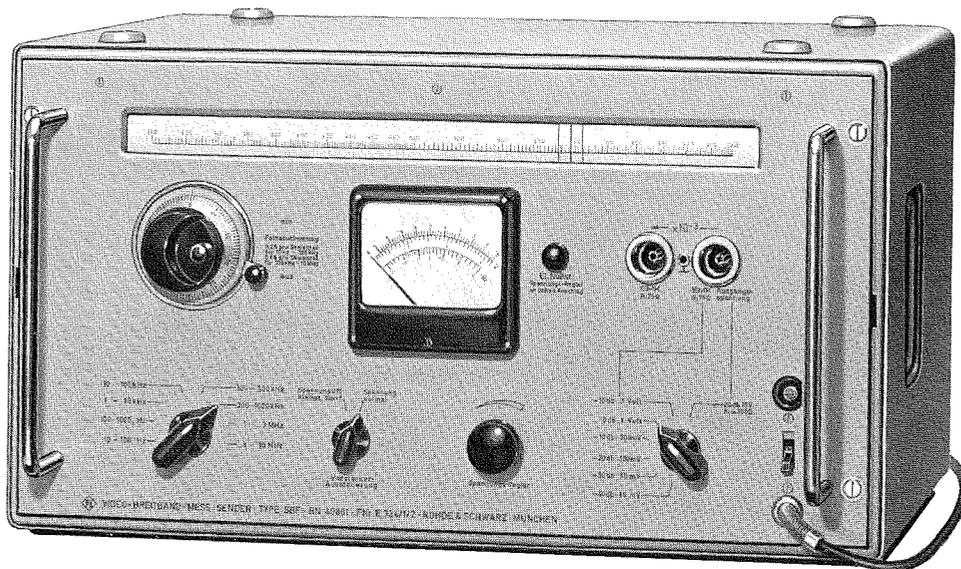
Type SBF BN 40861

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/661

Inhaltsübersicht

1	Eigenschaften	3
2	Anwendung	5
3	Inbetriebnahme	6
3.1	Einstellen auf die gegebene Netzspannung	6
3.2	Einstellen des mechanischen Instrument-Nullpunktes	6
3.3	Netzanschluß und Einschalten	6
3.4	Einstellen des elektrischen Instrument-Nullpunktes	6
4	Bedienung	7
4.1	Einstellen der Frequenz	7
4.2	Anschließen des Verbrauchers	8
4.3	Einstellen der Ausgangsspannung	9
4.31	Stufenteilerstellung „+20 db/10 V“	9
4.32	Stufenteilerstellungen „+10 db/3 V“ bis „-40 db/10 mV“	10
4.321	Herstellen einer extrem kleinen Spannung	12
5	Aufbau und Wirkungsweise	15
5.1	Allgemeines	15
5.2	RC-Oszillator	17
5.3	LC-Oszillator	18
5.4	Frequenzeinstellaggregat	19
5.5	Breitbandverstärker	20
5.6	Ausgangsspannungsteiler	20
5.7	Spannungsanzeiger	21
5.8	Stromversorgungsteil	22
6	Wartung und Instandsetzung	23
6.1	Röhrenwechsel	23
6.2	Ventilator	23
6.3	Ausgangsteiler	23
6.31	Auswechseln des Spannungsreglers R60	24
6.32	Instandsetzung des Stufenteilers	25
6.33	Instandsetzung des 1000:1-Teilers	25
6.4	Nachstellen der Ausgangsspannung des RC-Oszillators	26
7	Schalteilliste	27
	Garantieverpflichtung	33
	Positionierungsplan, Ansicht von oben	35
	Positionierungsplan, Ansicht von unten	37
	Frontplatte	39
	Stromlauf	41



1 Eigenschaften

Frequenzbereich	10 Hz ... 10 MHz
8fach unterteilt	10...100/1000 Hz/10/100/300 kHz/1/3/10 MHz
Fehlergrenzen	± 2% bei 10 Hz ... 100 Hz ± 1% bei 100 Hz ... 10 MHz
Frequenzablesung	auf Trommel-Linearskala, 350 mm lang, mit Bereichschalter gekuppelt
Frequenz-Feinabstimmung	lineare 100teilige Skala
Relative Verstimmung je Skalenteil	0,2%/Skt bei 10 Hz ... 0,1 MHz 0,1%/Skt bei 0,1 ... 10 MHz
Frequenzänderung bei Netzspannungs- änderung 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 Stufenspannungs- teiler, $R_i = 75 \Omega$ (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	1 : 10 bzw. 20 db	
(Umschaltung der Verstärkersteuerung)		
Zusatzteiler am Ausgang	1 : 1000 bzw. 60 db ($R_i = 75 \Omega \pm 2\%$)	
Fehlergrenzen der Spannungsteilung . .	$\pm 0,5$ db	
Eichung des Instrumentes	in Volt und Dezibel	
Fehlergrenzen	$\pm 4\%$ v. E.	
Frequenzgang der Ausgangsspannung		
bei $R_a = 75 \Omega$	$< \pm 0,5$ db bei 10 Hz . . . 10 MHz	
	$< \pm 0,2$ db bei 30 Hz . . . 3 MHz	
Änderung der Ausgangsspannung		
bei $\pm 10\%$ Netzspannungsänderung . .	$< \pm 1\%$	
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 $\pm 10\%$	
	47 . . . 63 Hz (200 VA)	
Bestückung	2 Röhren EAA 91	1 Röhre EF 804 S
	1 Röhre ECC 81	3 Röhren EL 34
	3 Röhren EF 80	1 Röhre EL 803
	1 Röhre EF 85	1 Stabilisator 85 A 2
	1 Zwergglühlampe 220 V	
	1 Schmelzeinsatz 1,6 DIN 41571	
	(für 220/235 V Netzspannung)	

Abmessungen	540 x 300 x 438 mm
Gewicht	35 kg
Zubehör	1 Anschlußkabel R & S-Sach-Nr. LK 333

Anmerkung zum Bild auf Seite 3: Bei dem hier beschriebenen Gerät ist das Netzanschlußkabel nicht an der Frontplatte herausgeführt (wie in diesem Bild), sondern an der Rückseite einsteckbar.

Am wirksamsten läßt sich die aus dem Netz stammende Störspannung verkleinern, wenn man, wie durch Bild 3 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 1 gezeigte Störquelle U_Q . Dieser Störeinfluß kann vermindert werden, indem man, wie Bild 3 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 3 schraffiert gezeichnete Fläche möglichst klein ist. Hierdurch können nicht nur niederfrequente, sondern auch hochfrequente Störeinflüsse kompensiert werden.

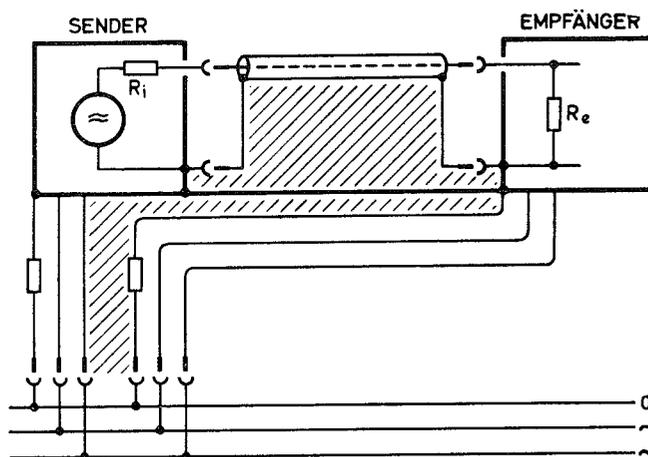


Bild 3. Verringerung der Störspannung durch geeignete Leitungsführung

5 Aufbau und Wirkungsweise

5.1 Allgemeines

Im Blockschaltbild (Bild 4) 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 $\frac{1}{10}$ 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.

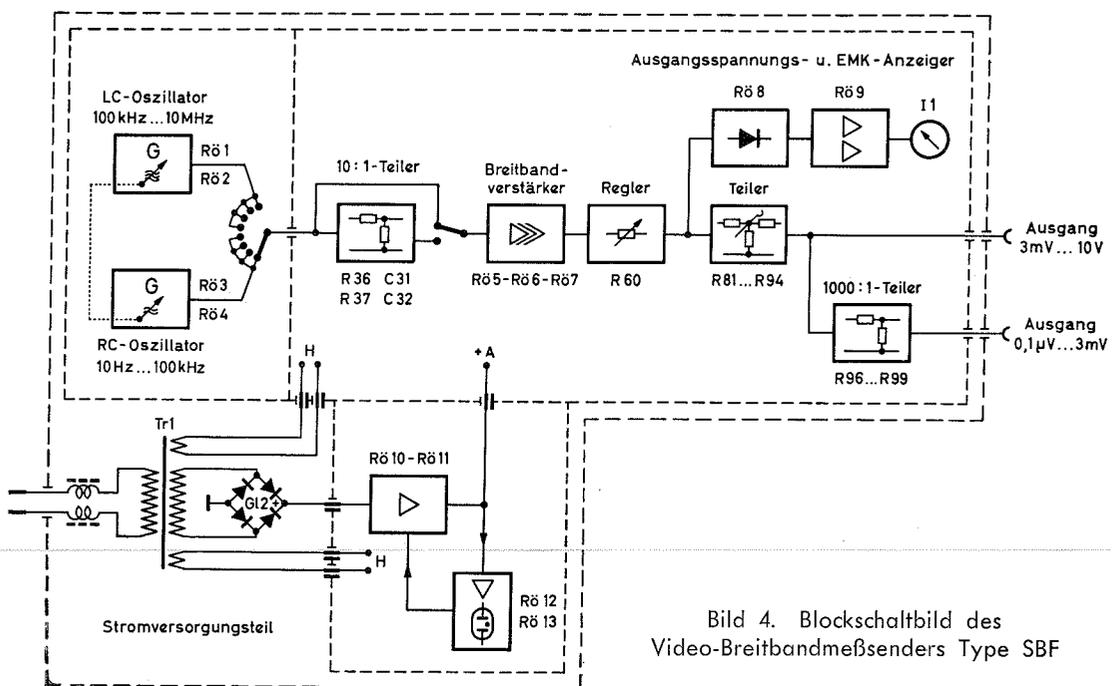


Bild 4. Blockschaltbild des Video-Breitbandmeßsenders Type SBF

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 R_{ö8} und Verstärkung durch den Gleichstromverstärker R_{ö9} wird die Spannung durch das Instrument I1, 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 bemessene 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 μ V wirksam werden kann. Das setzt jedoch voraus, daß Störspannungsquellen (siehe 4.321) 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.

5.2 RC-Oszillator

Die vereinfachte Schaltung des RC-Oszillators, der den Frequenzbereich von 10 Hz bis 100 kHz in 4 Teilbereichen bestreicht, zeigt Bild 5. Die hier angegebenen Kennzeichen der Schaltelemente sind mit denen des Stromlaufs identisch.

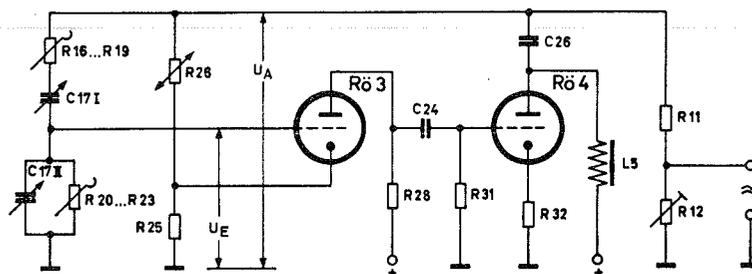


Bild 5. Vereinfachte Schaltung des RC-Oszillators

Der RC-Oszillator besteht aus dem zweistufigen Verstärker R_{ö3}-R_{ö4} und dem abstimmbaren Wien-Glied mit den Widerständen R16 ... R19, R20 ... R23, dem Zweifachdrehkondensator C17I-C17II 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 be-

stimmend 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 R_{25} und R_{26} , von denen R_{26} 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 R_{26} , ein Widerstand mit negativem Temperaturkoeffizienten, hat die Aufgabe, durch selbsttätige Änderung des Gegenkopplungsfaktors, d. h. des Spannungsteilerverhältnisses R_{26}/R_{25} , die Amplitude auf einem konstanten Wert zu halten. Das Spannungsteilerverhältnis ist so bemessen, daß die beiden Röhren $R_{ö3}$ und $R_{ö4}$ 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 $R_{26} + R_{25}$, 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 $R_{ö3}$ gelangende Spannung nur klein und die Gegenkopplung stark ist, weist die Ausgangsspannung nur einen sehr kleinen Klirrfaktor auf.

Ferner fließt, wenn der LC-Oszillator eingeschaltet ist, über R_{14} - R_{15} durch den Heißleiter ein Gleichstrom, der dem durchschnittlichen Arbeitsstrom entspricht, wenn der RC-Oszillator eingeschaltet ist. Hierdurch wird die Anschwingregelzeit beim Umschalten von LC- auf RC-Oszillator verkürzt.

5.3 LC-Oszillator

In den vier Frequenzbereichen von $0,1 \dots 10 \text{ MHz}$ wird die Wechselspannung von einem LC-Oszillator erzeugt. Bild 6 zeigt die vereinfachte Schaltung. Auch hier sind die angegebenen Kennzeichen der Schaltelemente mit denen des Stromlaufs identisch. Frequenzbestimmend sind die Schwingkreisspulen $L_{11} \dots L_{41}$ (mit Trimmern) und der

Drehkondensator C7. Die Anodenspannung der Oszillorröhre R_{ö1} wird über die Rückkopplungsspulen L_{1II}...L_{4II} zugeführt. Der sehr kleine Frequenzgang der Schwingamplitude ist durch eine Regelschaltung erreicht: An der konstant zu haltenden Ausgangsspannung liegt die Anode der Diode R_{ö2}. Durch Gleichrichtung entsteht eine negative Richtspannung, die durch Gegen-

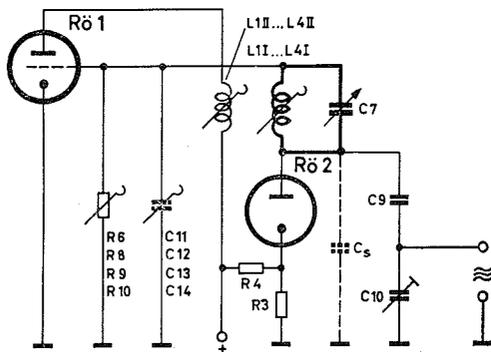


Bild 6. Vereinfachte Schaltung des LC-Oszillators

geschalteten einer positiven und konstanten Spannung auf den notwendigen Betrag herabgesetzt wird und über die jeweils eingeschaltete Schwingkreisspule am Steuergitter von R_{ö1} als Gittervorspannung wirkt. Ändert sich aus irgend einem Grund die Ausgangsspannung, so ändert sich ebenfalls die Gittervorspannung von R_{ö1} und damit die Steilheit dieser Röhre, so daß die Ausgangsspannung auf den ursprünglichen Betrag zurückgeht bzw. ansteigt.

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 6) eine in jedem Bereich günstige Ankopplung des Schwingkreises an das Gitter von R_{ö1} 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.

5.4 Frequenzeinstellaggregat

Die Frequenzeinstellung erfolgt mit dem Stufenschalter S_{1IF}...S_{1VIIR} in 8 Bereichen. Hierbei werden durch die Schalterebenen S_{1IF} und S_{1VF} die 4 Bereiche des RC-Oszillators und durch die Schalterebenen S_{1IVF}, S_{1VF}, S_{1VR}, S_{1VIR} und S_{1IIIR} die 4 Bereiche des LC-Oszillators geschaltet. Alle Spulen, mit Ausnahme der gerade eingeschalteten, werden kurzgeschlossen, um etwaige Resonanzen zu vermeiden. Die Schalterebene S_{1IIIF} legt die vom Netzteil kommende, stabilisierte Spannung jeweils an die Anoden und Schirmgitter des RC- oder LC-Oszillators, während die Schalterebene S_{1IIR} die Ausgangsspannung vom RC- oder LC-Oszillator abnimmt und an die nächste Stufe R_{ö5} legt. Die Trommelskala der Drehkondensatoren C_{17I}-C_{17II}-C₇ ist mit dem Bereichschalter mechanisch gekuppelt, so daß immer nur der eingestellte Bereich durch das Fenster sichtbar ist. Somit ist eine Verwechslung von Skalen ausgeschlossen. 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.

5.5 Breitbandverstärker

Zur Verstärkung der von den Oszillatoren erzeugten Wechselfrequenz ist der dreistufige Breitbandverstärker R5-R6-R7 vorgesehen. Durch eine starke Stromgegenkopplung ist der Klirrfaktor sehr klein gehalten. Die Endröhre R7 gestattet die Entnahme eines Wechselstromes bis 45 mA ($=125 \text{ mA}_{\text{ss}}$) im Kurzschluß, wobei der niedrige Klirrfaktor sich nicht beobachtbar vergrößert. Die Spule L8 in der Katodenleitung von R7 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 S1VIF und S1VIR.

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).

5.6 Ausgangsspannungsteiler

Zur Einstellung der Ausgangsspannung bestehen außer dem unter 5.5 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 $f > 5 \text{ MHz}$). 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.

5.7 Spannungsanzeiger

Zur Messung der Ausgangsspannung im 10-V-Bereich bzw. der EMK (Oberspannung des Teilers) in den übrigen Bereichen dient der Diodengleichrichter R68 in Delonschaltung mit nachgeschaltetem Gleichstromverstärker R69 und Drehspulstrommesser I1. Bild 7 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 Diodenverstärker-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 R68 auftretende Frequenzgang wird durch C42 ausgeglichen.

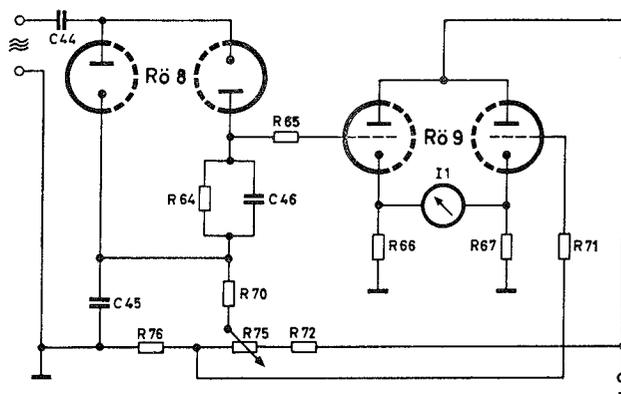


Bild 7. Vereinfachte Schaltung des Spannungsanzeigers

5.8 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 R \ddot{o} 10-R \ddot{o} 11-R \ddot{o} 12-R \ddot{o} 13; die grundsätzliche Arbeitsweise veranschaulicht Bild 8.

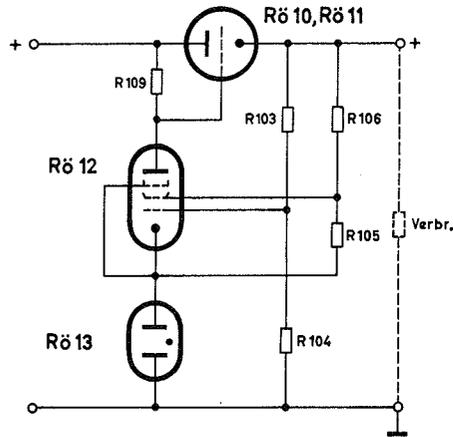


Bild 8. Regelschaltung im Stromversorgungsteil

Die parallelgeschalteten Röhren R \ddot{o} 10 und R \ddot{o} 11 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 R \ddot{o} 12 abgeleitet, deren Katodenpotential durch den Stabilisator R \ddot{o} 13 festgehalten wird. Ändert sich infolge Netzspannungs- oder Belastungsschwankung die Spannung am Verbraucher und damit an den Katoden der Röhren R \ddot{o} 10-R \ddot{o} 11, so ändert sich ebenfalls die Gitterspannung von R \ddot{o} 12. Dadurch führt die Röhre R \ddot{o} 12 mehr oder weniger Strom. Dies bedingt eine Änderung ihrer Anodenspannung, die aber gleichzeitig die Gitterspannung von R \ddot{o} 10-R \ddot{o} 11 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 R11 dient nur zur Überwachung des Einschaltzustandes.