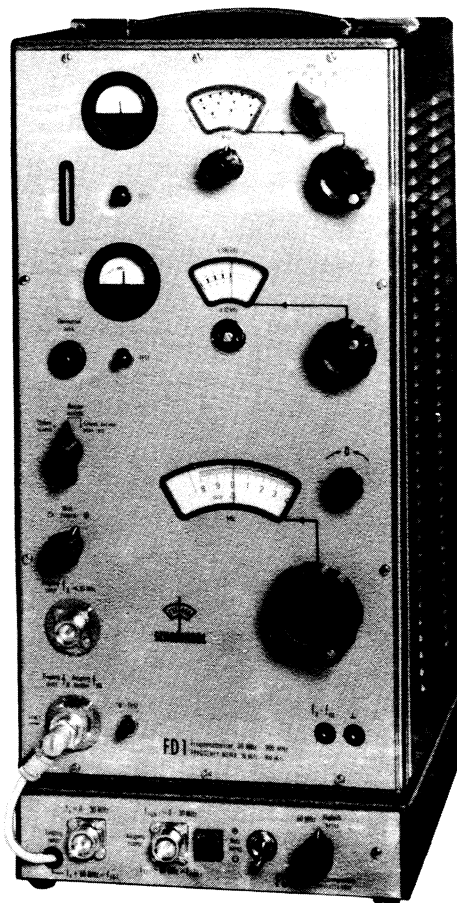




Service-Frequenzmesser und Überlagerungszusatz

Type **FD 1**

Type **FDM 1**



Beschreibung

I N H A L T

	Seite
1. <u>Allgemeines</u>	1
2. <u>Technische Daten</u>	1
3. <u>Service – Frequenzmesser FD 1</u>	3
3.1. <u>Betriebsanleitung</u>	3
3.1.1. Kurzbeschreibung des Geräts	3
3.1.2. Inbetriebnahme und Eichungskontrolle	5
3.1.3. Messen einer unbekannten Frequenz (=fx)	6
3.1.4. Einstellen einer Frequenz	7
3.2. <u>Funktionsbeschreibung</u>	8
3.2.1. Grundsätzliche Wirkungsweise	8
3.2.2. Tastenkontrolle	12
3.2.3. Beschreibung der Stufen	15
3.2.3.1. 1-MHz-Quarzstufe und Frequenzteiler	15
3.2.3.2. Vervielfacher	20
3.2.3.3. Frequenzteiler 100 kHz/20 kHz	23
3.2.3.4. Arbeitsweise des Hauptoszillators	25
3.2.3.5. Arbeitsweise des Nebenoszillators	31
3.2.3.6. Variabler Diskriminator	32
3.2.3.7. Niederfrequenzverstärker	37
3.2.3.8. Netzteil	40
3.3. <u>Reparaturanleitung</u>	41
3.3.1. Fehlertabelle für den Service-Frequenzmesser FD 1	42
3.3.2. Abgleichanweisung für den Service-Frequenzmesser FD 1	44
3.4. <u>Hinweise zur Mechanik des Gerätes FD 1</u>	47
3.5. <u>Ersatzteilliste Service – Frequenzmesser FD 1</u>	49
4. <u>Überlagerungszusatz FDM 1</u>	59
4.1. <u>Montage und Inbetriebnahme</u>	59
4.2. <u>Funktionsbeschreibung</u>	60
4.3. <u>Ersatzteilliste Überlagerungszusatz FDM 1</u>	63
5. <u>Dämpfungsregler ZD 1</u>	66

885-115-7t

Zusatzgeräte

Zum Service-Frequenzmesser gibt es außer dem (in diesem Handbuch beschriebenen) Überlagerungszusatz FDM 1 eine Reihe von Zusatzgeräten, die die Meßmöglichkeiten erweitern und verbessern.

Der Dämpfungsregler ZD 1 BN B 44220 ist ein an die Ausgangsbuchse des Gerätes anschraubbares Kästchen, das eine Abschwächung des Ausgangssignals bis zu 110 dB erlaubt (kontinuierliche Einstellung).

Die Erzeugung von Tonfrequenzen für Messungen an Selektivrufeinrichtungen ermöglicht der Frequenzteiler NZ 5 BN B 44221. Frequenzbereiche 50 Hz ... 2 kHz und 50 Hz ... 10 kHz, Fehlergrenzen $\pm 0,2$ Hz bzw. ± 1 Hz, Ausgangsspannung 5 V EMK (einstellbar), R_i 7 k Ω .

Ein Zusatzverstärker NZV 5 BN B 442211 ist für die Fälle von Vorteil, wo die Ausgangsleistung des Frequenzteilers NZ 5 nicht ausreicht. Er wird an den Frequenzteiler NZ 5 angeschlossen und liefert max. 3 V an 5 Ω (erdfrei) im Bereich von 110 Hz ... 21 kHz. Klirrfaktor zwischen 1 kHz und 5 kHz < 3 %.

Bei Messungen im Bereich zwischen 440 MHz und 480 MHz läßt sich mit Hilfe des Frequenzumsetzers FDU 460 eine wesentliche Verbesserung der Meßgenauigkeit und Bedienungsvereinfachung erreichen, da dann nicht mit Harmonischen, sondern mit dem umgesetzten Grundbereich gearbeitet wird. Die erreichbare Meßgenauigkeit liegt bei ± 170 Hz, wenn der Quarz im FD 1 regelmäßig kontrolliert und korrigiert wird. Der Anschluß des Frequenzumsetzers erfordert einen Eingriff in das Grundgerät FD 1, der im Werk unter Bezeichnung "Kurzumrüstung 1/66 k" durchgeführt wird. – Der Frequenzumsetzer ist auf Wunsch auch für den Bereich 400 ... 440 MHz lieferbar.

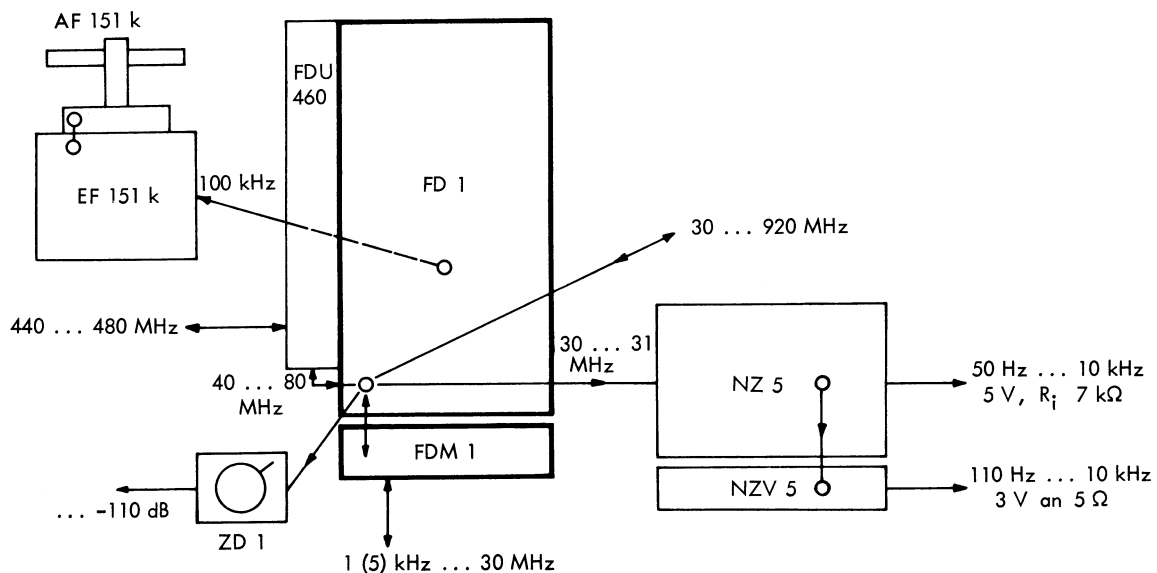
Die Meßgenauigkeit des FD 1 läßt sich erheblich verbessern, wenn die vom Quarzoszillator herrührenden Fehler verringert werden. Bei Benutzung des Frequenzumsetzers FDU 460 ist dies sogar erforderlich, um die oben angegebenen Fehlergrenzen einzuhalten. Der Frequenzvergleichsempfänger EF 151 k BN B 444823 mit Ferritantenne AF 151 k BN B 4448231 ermöglicht eine bequeme und daher leicht häufig durchführbare Kontrolle der Quarzfrequenz gegen den Sender des Deutschlandfunks (151 kHz), der im gesamten Bundesgebiet zu empfangen ist. Die erreichbare Nacheichgenauigkeit liegt bei $1 \cdot 10^{-7}$.

Wenn die Anwendung des FD 1 mit häufigem Transport des Gerätes verbunden ist, verwendet man zweckmäßigerweise den Transportkasten TK 1 BN B 44224, der auch ein FD 1 mit angebautem FDM 1 aufnehmen kann.

Bei allen angeführten Zusatzgeräten werden die erforderlichen Verbindungskabel mitgeliefert.

Einzeldruckschriften über die Zusatzgeräte stehen auf Anforderung zur Verfügung.

SERVICE - FREQUENZMESSER FD 1 MIT ZUSATZGERÄTEN



1. Allgemeines

1.1. Anwendung der Geräte

Service-Frequenzmesser Typ FD 1 und Überlagerungszusatz Typ FDM 1 bilden zusammen eine Meßeinrichtung, die die Messung und Erzeugung hochgenauer Frequenzen im Gebiet von 1 kHz bis 920 MHz ermöglicht. Der Grundbereich des Service-Frequenzmessers FD 1 ist 30...92 MHz. Zur Messung und Erzeugung darüberliegender Frequenzen stehen Harmonische zur Verfügung. Für das Gebiet unter 30 MHz ist der Überlagerungszusatz FDM 1 vorgesehen. Hervorragend eignet sich die Meßeinrichtung für den Service an Sprechfunkanlagen, insbesondere zur Eichung und Nachstellung von deren Quarzoszillatoren. Die Meßgenauigkeit ist besser als $1 \cdot 10^{-6}$. Dank eines Schnellheizthermostaten ist die hohe Meßgenauigkeit nach einer Einlaufzeit zwischen 20 bis 30 Minuten erreicht. Ein weiterer Vorzug sind die günstigen Geräteabmessungen, so daß sich FD 1 und FDM 1 besonders auch für den mobilen Einsatz eignen.

Service-Frequenzmesser FD 1 und Überlagerungszusätze FDM 1 bewähren sich seit vielen Jahren bei Behörden und in der Industrie und deren Vertragswerkstätten, die einen Servicedienst für Sprechfunkanlagen unterhalten. Auch bei einer Reihe von anderen Aufgaben bewiesen FD 1 und FDM 1 ihre Meßtüchtigkeit.

1.2. Gebrauch des Handbuchs

Es versteht sich, daß die Anwender einer so speziellen und präzisen Meßeinrichtung, wie es der Service-Frequenzmesser FD 1 ist, Näheres über die geräteinterne Funktion zu wissen wünschen. Wir haben uns daher bemüht, eine systematische Einführung zu geben, die es dem Anwender erlaubt, sich nicht nur mit der Arbeitsweise vertraut zu machen, sondern die auch hilft, gegebenenfalls in eigener Regie Wartungs- und Serviceaufgaben durchzuführen. Unabhängig davon verfügen wir über bewährte Servicekräfte, die den Anwendern, falls gewünscht, mit Rat und Tat zur Seite stehen.

2. Technische Daten

2.1. Meßbereiche

	FD 1	FD 1 + FDM 1
Variationsbereich der Grundfrequenz	30... 92 MHz	1 kHz... 92 MHz
Frequenzbereich als Generator (einschl. Oberwellen)	30... 920 MHz	1 kHz... 920 MHz
Meßbereich als Frequenzmesser	30 *)... 920 MHz	5 kHz... 920 MHz
) Frequenzen im Bereich 3... 30 MHz können gemessen werden, falls diese mit mindestens 2... 3 V an 60 Ω zur Verfügung stehen. Man verwendet in diesem Falle Harmonische der f_x -Frequenz (Eingang „ f_x “ < 30 MHz).		

2.2. Meßgenauigkeit

im Grundfrequenzbereich	30... 92 MHz	1 kHz... 92 MHz
bei maximal möglichem Ablesefehler und einschließlich Langzeitkonstanz der Feinskala	± 50 Hz	± 50 Hz
Wiedereinstellsicherheit der Feinskala	± 20 Hz	± 20 Hz

2.3. Skalenableserung

Skalenwerte der 3 Skalen sind direkt in Frequenzen geeicht.

Skala	Eichstriche	Skalengenauigkeit
„MHz“-Skala „10-kHz“-Skala	1 MHz zu 1 MHz 20 kHz zu 20 kHz	In synchronisiertem Zustand hat die Genauigkeit der Skaleneichung keinen Einfluß auf die Genauigkeit der abgegebenen Frequenz.
Feinabstimmung 1-kHz-Skala	100 Hz zu 100 Hz	Skaleneichung geht in die Genauigkeit der abgegebenen Frequenz ein (Nullstelle nacheichbar, 20-kHz-Stelle kontrollierbar).

2.4. Quarzgenerator	Als Steuernormal dient ein 1-MHz-Quarz im Thermostaten (Betriebstemperatur $\sim 60^{\circ}\text{C}$)		
	Genauigkeit beim Einschalten		ca. $3 \cdot 10^{-5}$
	Genauigkeit nach 30 Minuten		ca. $1 \cdot 10^{-6}$
	Konstanz nach 30 Minuten über 24 Stunden		$< 1 \cdot 10^{-7}$
	Konstanz über 6 Monate		$< 1 \cdot 10^{-6}$
	Ausgangsspannung 100 kHz (koaxiale Buchsen an der Rückseite)		ca. 1 V (an 10 k Ω)
2.5. Ausgangsdaten (als Generator)	Ausgang	FD 1 koaxiale Buchse	FD 1 + FDM 1 koaxiale Buchse
	Innenwiderstand	60 Ω	60 Ω
	Spannung (EMK) im Grundbereich		
	30...92 MHz (FD 1)	150...200 mV _{eff}	
	1 kHz...30 MHz (FDM 1)		$> 50 \text{ mV}_{\text{eff}}$ an 50 Ω
	Spannung (EMK) der Oberwellen		
	2. Harmonische (60...184 MHz)	80... 120 mV _{eff}	
	5. Harmonische (150...460 MHz)	5... 10 mV _{eff}	
	10. Harmonische (300...920 MHz)	2... 3 mV _{eff}	
	Abstand nichtharmonischer Nebenfrequenzen	$> 60 \text{ db}$	
2.6. Eingangsdaten (als Frequenzmesser)	Eingang	koaxiale Buchse	koaxiale Buchse
	Eingangswiderstand	60 Ω	60 Ω
	Empfindlichkeit im Grundbereich (30...92 MHz)	$\leq 5 \text{ mV}_{\text{eff}}$	
	Empfindlichkeit bei Oberwellenmessung		
	2. Harmonische (60...184 MHz)	$\leq 7 \text{ mV}_{\text{eff}}$	
	5. Harmonische (150...460 MHz)	$\leq 30 \text{ mV}_{\text{eff}}$	
	10. Harmonische (300...920 MHz)	$\leq 50 \text{ mV}_{\text{eff}}$	
	Empfindlichkeit (FDM)		
	5 kHz...10 MHz		$\leq 15 \text{ mV}_{\text{eff}}$
	10...30 MHz		$\leq 30 \text{ mV}_{\text{eff}}$
	Sämtliche Empfindlichkeitswerte beziehen sich auf eine NF-Spannung von 1 V _{eff} bei einem Schwebungspfeff von ca. 300 Hz an den Buchsen "f _x -f _m ".		
	Maximal zulässige Eingangsspannung	ca. 1 V _{eff}	ca. 0,1 V _{eff}
2.7. Differenzfrequenz (NF-Verstärker)	eingebauter Lautsprecher (abschaltbar)	$\sim 300 \text{ Hz} \dots 5 \text{ kHz}$	
	Ausgang "f _x -f _m " (für Kopfhörer oder Schreiber)	$\sim 50 \text{ Hz} \dots 100 \text{ kHz}$	
	Magisches Band	$\sim 0 \text{ Hz} \dots 10 \text{ Hz}$	
2.8. Stromversorgung	Netzspannung	beide Geräte getrennt umschaltbar 110/117/127/150/220/235 V (40...60 Hz)	
	Leistungsaufnahme (mit Thermostat)	86 VA	105 VA
2.9. Abmessung	Breite	250 mm	250 mm
	Tiefe	270 mm	270 mm
	Höhe	480 mm	550 mm
2.10. Gewicht		ca. 20 kg	ca. 23 kg

3. SERVICE-FREQUENZMESSER FD 1

3.1. Betriebsanleitung

3.1.1. Kurzbeschreibung des Geräts

Die vom Frequenzmesser FD 1 angebotene Frequenz entstammt einer Oszillatoranordnung, in der eine Nachstimm-schaltung dafür sorgt, daß die Oszillatorfrequenz auf ein mit hoher Frequenz-genauigkeit ausgestattetes Netzwerk synchronisiert wird. Dieses Netzwerk bereitet ein Raster von quarzgenauen 1-MHz- und 20-kHz-Vielfachen auf, die sich von einem Quarzoszillator ab-leiten. Der Quarz schwingt mit einer Frequenz von 1 MHz und befindet sich in einem Thermo-staten. Eine kontinuierlich einstellbare Interpolationsvorrichtung ermöglicht, genaue Frequen-zen zwischen den 20-kHz-Schritten zu erzeugen.

Die Wahl der ausgangsseitigen Frequenz geschieht mit Hilfe von 3 Skalen, die in Frequenzwer-ten geeicht sind. Bild 1 zeigt, wie die Skalen angeordnet und wie sie bezeichnet sind. Die obere Skala nennen wir "MHz-Skala", weil sie in ganzzahligen MHz-Werten geeicht ist. Der gesamte 30 bis 92 MHz umfassende Grundfrequenzbereich des Frequenzmessers ist in 3 Teilbe-reiche aufgeteilt, denen die 3 Skalen der MHz-Skala entsprechen. Die Bereiche sind 30 ... 43 MHz, 42 ... 61 MHz und 60 ... 92 MHz.

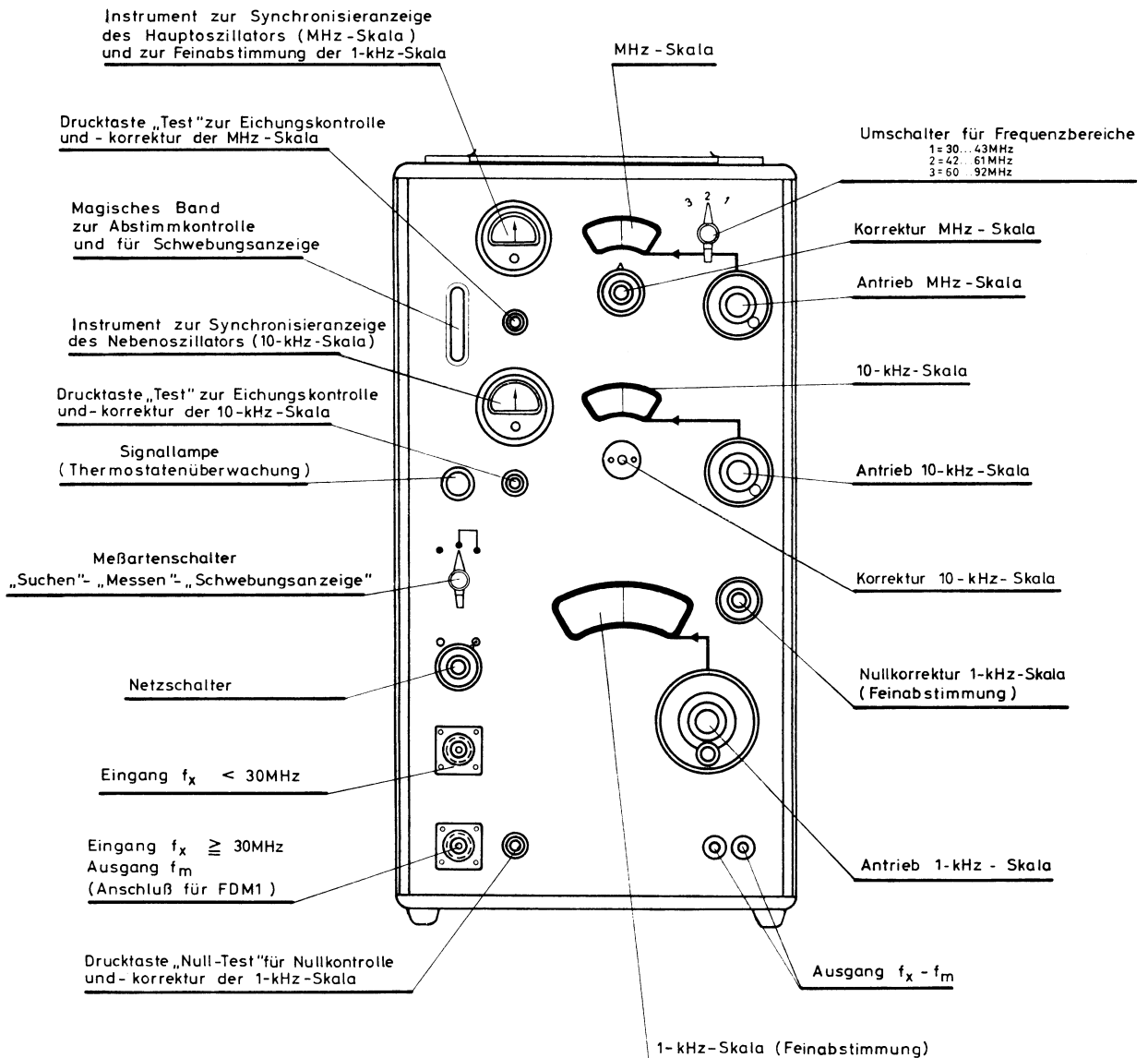


Bild 1 Service-Frequenzmesser FD 1
Frontplattenansicht

Die mittlere Skala erfaßt eine Frequenzbreite von 1 MHz jeweils zwischen zwei benachbarten ganzzahligen MHz-Werten. Für sie verwenden wir die Bezeichnung "10-kHz-Skala", obwohl die Frequenzrastung in 20-kHz-Schritten erfolgt. Aus Gründen eindeutiger Skaleneinstellung und -ablesung ist es zweckmäßig mit 10-kHz-Vielfachen zu rechnen. Die untere Skala dient der kontinuierlichen Interpolation zwischen den 20-kHz-Schritten der 10-kHz-Skala. Wir nennen sie 1-kHz-Skala. Diese Skala besitzt eine Feineichung, die Ablesegenauigkeiten von besser als ± 50 Hz erlaubt. Ihre Eichgenauigkeit bezieht sich auf die Eigenschaften eines variablen Frequenzdiskriminators. Die Beschriftung der 3 Skalen erlaubt, die Skaleneinzelwerte ohne Zwischenrechnung zu addieren.

MHz- und 10-kHz-Skala lassen sich gemeinsam aus der Synchronisierung lösen, wenn man den Schalter für die Meßarten (S 3) auf "Suchen" stellt. Auf diese Weise wird der Hauptoszillator, der durch die obere Skala abstimbar ist, zum freischwingenden Frequenzgeber. Dieser Betriebszustand dient beispielsweise dem Grobausuchen einer unbekannten Frequenz durch Schwebungsvergleich.

Das wesentliche Merkmal der Arbeitsweise des Service-Frequenzmessers ist, daß seine Ausgangsfrequenz in jedem Fall mit der Schwingfrequenz des Hauptoszillators identisch ist. Das gilt für den synchronisierten wie für den nicht synchronisierten Betrieb des Service-Frequenzmessers. Diese Methode eine hochstabile Frequenz zu erzeugen, hat den Vorteil, mit verhältnismäßig einfachen Mitteln hohen Störabstand zu erzielen. Bedeutung erhält ein hoher Störabstand besonders bei den Meßaufgaben, bei denen man Harmonische der Ausgangsfrequenz nutzen möchte. Die Auskopplung der Ausgangsspannung wird durch eine Diode belastet, deren Arbeitspunkt so dimensioniert ist, daß sich zur Grundwelle (im Bereich von 30 bis 92 MHz) kräftig Oberwellen bilden. Besagte Diode hat jedoch außerdem die Aufgabe, von außen herangeführte Frequenzen, die mit der Ausgangsfrequenz des Geräts verglichen werden sollen, mit der letztgenannten zu mischen. Die Differenzfrequenz liegt am Eingang eines NF-Verstärkers, der durch einen abschaltbaren Lautsprecher und ein magisches Band abgeschlossen ist. Die frontseitigen mit "fx - fm" bezeichneten Buchsen sind von diesem Ausgang abzweigend und dienen dazu, die Differenzfrequenz mit Hilfe eines Kopfhörers abhören oder andere Indikatoren, z.B. einen Oszillografen, ein Schreibgerät usw. anschließen zu können. Die Verwendung der akustischen Wandler, wie Lautsprecher und Kopfhörer, ist nach unten bei etwa 300 Hz begrenzt, das magische Band erlaubt dagegen die aus fm (= Meßfrequenz des Service-Frequenzmessers) mit fx (= von außen zugeführte zu messende Frequenz) resultierende Differenzfrequenz in unmittelbarer Nähe von Null zu vergleichen.

Infolge des kräftigen Oberwellenspektrums lassen sich Frequenzvergleiche bis zur 10. Harmonischen der Ausgangsfrequenz des Grundbereichs durchführen, sodaß Vergleichsmessungen bis ins UHF-Gebiet ohne Schwierigkeiten möglich sind.

Für Vergleichsmessung unterhalb 30 MHz (= untere Grenze des Grundfrequenzbereichs) sind Mittel vorgesehen, die außen herangeführte Frequenz zu verzerren, sodaß ihre Harmonischen in den Meßbereich fallen. Dem Eingang $f_x < 30$ MHz ist das f_x -Signal mit einer Spannung von mindestens 2 V zuzuführen. Eine wesentlich höhere Empfindlichkeit bei Messungen unter 30 MHz bietet jedoch die Einvernahme des Überlagerungszusatzes FDM 1 (siehe Kapitel 4).

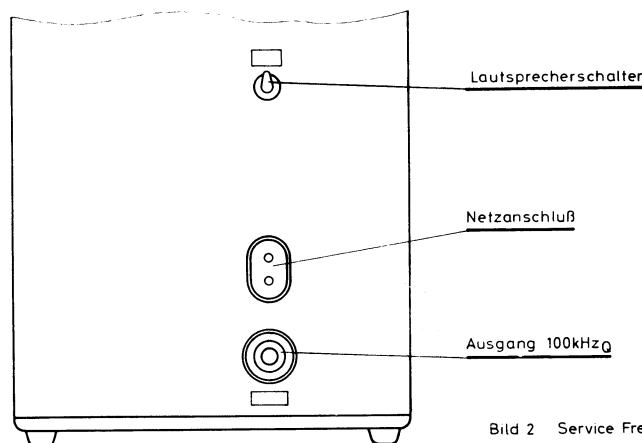


Bild 2 Service Frequenzmesser FD1 (Rückansicht)

Frequenzen, deren Spannungen sehr gering sind, lassen sich messen, wenn sie zusammen mit der Ausgangsfrequenz des Service-Frequenzmessers einem Empfänger für das entsprechende Frequenzgebiet zugeführt werden. Die Amplitude der fm-Frequenz ist dabei so zu dosieren, daß die Empfangsanlage nicht übersteuert wird. Zur Spannungsdosierung eignet sich unser Dämpfungsregler ZD 1, der einen Regelungsbereich von 100 dB besitzt.

3.1.2. Inbetriebnahme und Eichungskontrolle

3.1.2.1. Inbetriebnahme

Das Gerät ist über das vorschriftsmäßige Netzanschlußkabel an das Netz anzuschließen. Der Gerätesteckanschluß befindet sich an der Rückseite des Gerätes (Bild 2).

Unmittelbar nach dem Einschalten des Geräts brennt das rote Signallämpchen der Thermostatenheizung. Sobald auch das magische Band aufleuchtet, ist das Gerät betriebsbereit. Die Anfangsgenauigkeit ist ca. $3 \cdot 10^{-5}$. Dank des Schnellheizthermostaten ist die garantierte Endgenauigkeit von $1 \cdot 10^{-6}$ nach einer Einlaufzeit von 30 Minuten erreicht.

3.1.2.2. Eichungskontrolle der Skalen

Der Zweck der Eichungskontrolle ist sich zu vergewissern, ob der Skaleneichung die richtigen Frequenzkomponenten zugeordnet sind. Diese Kontrolle führe man bei der ersten Inbetriebnahme durch. Sie braucht nur dann wiederholt zu werden, wenn der Verdacht von Fehlmessungen aufkommt.

a) 10-kHz-Skala (mittlere Skala; Nebenoszillator):

Der Meßartenschalter ist auf "Messen" zu stellen. Beim Durchstimmen der Skala hat der Zeiger des Instruments links neben der 10-kHz-Skala bei Skalenwerten auszuschnellen, die den 20-kHz-Schritten entsprechen. Drückt man nun die Drucktaste "Test" links neben der Skala bis auf Anschlag durch, so erscheint ein Instrumentenausschlag nur in Stellung "300 kHz", die auf der Skala durch einen roten Punkt markiert ist. Bei unzulässiger Abweichung ist mit Hilfe der unter der 10-kHz-Skala zugänglichen Schlitzschraube nachzugleichen.

Der Ausschlag des Instrumentenzeigers richtet sich nach der Regelspannung, die sich innerhalb des Synchronisierbereiches einer quarzgenauen 20-kHz-Vielfachen bildet. Der hierfür zuständige Nebenoszillator läßt sich in den Synchronisierbereich einfangen, wenn man die Skala langsam über den entsprechenden Skalenwert dreht. Innerhalb des Synchronisierbereiches folgt der Instrumentenzeiger der Skalendrehung. Dabei kann der gesamte Skalenbereich des Instrumentes überstrichen werden. Bei Messungen mit dem Service-Frequenzmesser soll der Instrumentenzeiger im roten Sektor der Skala stehen, weil dadurch der Synchronisierzustand gegenüber dem nicht synchronisierten unterschieden wird.

b) MHz-Skala (obere Skala; Hauptoszillator):

Der Meßartenschalter soll auf Stellung "Messen" geschaltet sein. Die 10-kHz-Skala ist auf den Skalenwert "300 kHz" (roter Markierungspunkt) zu stellen.

Nachdem man die Drucktaste "Test" unter dem oberen Instrument auf Anschlag durchdrückt, so erscheint auf den durch rote Markierungspunkte ergänzten Skalenwerten ein Synchronisierausschlag. Die Leuchtsektoren des magischen Bandes berühren sich an diesen Stellen und der Zeiger des Instruments links neben der MHz-Skala folgt der Skalendrehung. Bei Messungen soll der Instrumentenzeiger auf Skalenmitte zeigen.

Der unter der MHz-Skala befindliche Drehknopf dient dazu, die Frequenz des Hauptoszillators nachzuziehen, mit dem Zweck, den gegebenenfalls von Skalenmitte geringfügig abweichenden Zeiger des oberen Instrumentes auf Skalenmitte zu bringen, sofern man diese Korrektur nicht durch das Nachdrehen der Skala vornimmt.

Die Genauigkeit der Skaleneichung wirkt sich auf Grund des verwendeten Meßprinzips nicht auf die Genauigkeit des Meßresultats aus. Wichtig ist nur, daß die Zuordnung der Skalenwerte zum Meßresultat eindeutig ist. Bei der Eichungskontrolle sind daher kleinere Abweichungen von den roten Markierungspunkten zulässig.

c) 1-kHz-Skala (untere Skala, Feinabstimmung 0 ... 20 kHz):

Die Eichung der 1-kHz-Skala geht in das Meßergebnis voll ein. Aus diesem Grunde ist Vorsorge getroffen, den Nullpunkt dieser Skala auf eine quartzgenaue Frequenz nachgleichen zu können. Es ist nicht nötig, diese Kontrolle vor jeder Messung zu wiederholen; trotzdem sollte man nach dem Einschalten des Gerätes oder für genaue Messungen die Nullstellung nachprüfen. Die Drucktaste "0"-Test (links neben der 1-kHz-Skala) ist auf Anschlag zu drücken und der Drehknopf "0"-Test der Feinabstimmung so weit zu drehen, bis der Zeiger des Instruments (links neben der MHz-Skala) auf Null (Skalenmitte) zu stehen kommt.

Die Nullstellung der 1-kHz-Skala ist durch markiert; der auf +10 kHz bezogene "zweite" Nullwert unterscheidet sich davon dadurch, daß unter den rechts anschließenden Ziffern 1, 2, 3 usw. mehrmals +10 kHz aufgedruckt ist. Der "dritte" Nullwert bezieht sich auf +20 kHz. Der Grund dieser Skalenbeschriftung wird verständlich, wenn man sich vergegenwärtigt, daß bei der 10-kHz-Skala nur alle 20 kHz Synchronisation stattfindet. Einstellwerte der 1-kHz-Skala, die über +10 kHz liegen, erscheinen wieder als einziffrige kHz-Werte, um sie als Stellenzahl verwenden zu können, während die Überschreitung der +10 kHz-Marke in der Weise zu berücksichtigen ist, daß dem Wert der 10-kHz-Skala 10 kHz zuzuschlagen sind.

3.1.3. Messen einer unbekannten Frequenz (= f_x)

- a) Lautsprecher einschalten oder Kopfhörer an Buchsen "fx-fm" anschließen.
- b) Die unbekannte Frequenz ist der mit f_x bezeichneten Koaxialbuchse zuzuführen. "Ausgang fm/Eingang f_x " ist zuständig, wenn unbekannte Frequenz größer als 30 MHz; "Eingang f_x < 30 MHz", wenn unbekannte Frequenz kleiner als 30 MHz.

Die Empfindlichkeitswerte sind bei den technischen Daten (Abschnitt 2.6) angegeben. Die "unbekannte" Frequenz sollte ungefähr bekannt sein, um Verwechslung mit ihren Harmonischen zu vermeiden.

- c) Meßartenschalter ist auf "Suchen" zu stellen.
- d) 10-kHz-Skala und 1-kHz-Skala auf "0" stellen. Nullstellung der 1-kHz-Skala (Feinabstimmung) kontrollieren (siehe 3.1.2.2.c).
- e) MHz-Skala langsam durchdrehen, bis ein Überlagerungspfeiff hörbar wird. Skala stehen lassen. Pfeiff bleibt hörbar.
- f) 10-kHz-Skala langsam so weit durchdrehen, bis sich die Leuchtbalken des magischen Bands bis zur gegenseitigen Berührung verlängern. Der Zeiger des oberen Instrumentes geht dabei, von einem Rande kommend, durch Skalenmitte (Nullpunkt). Der Pfeiff bleibt hörbar.
- g) Meßartenschalter auf "Messen" stellen.
- h) 10-kHz-Skala auf den nächst tieferen Skalenwert synchronisieren. Pfeiff kann unhörbar werden. Die Leuchtbalken des magischen Bands müssen sich jetzt wieder wie unter f) angeben (nahezu) berühren.
- i) 1-kHz-Skala so weit durchdrehen, bis Schwebungspfeiff wieder hörbar wird. Niedrigst hörbare Schwebungsfrequenz einregulieren.
- k) Den Zeiger des Instruments links neben der MHz-Skala ziehe man durch feinfühliges Variieren der MHz-Skala genau auf den Mittelstrich der Instrumentenskala. Das magische Band muß die verlängerten Leuchtbalken behalten.
- l) Schließlich ist der Meßartenschalter auf "Schwebungsanzeige" umzuschalten und die Schwebungsfrequenz durch die Feinabstimmung auf Null zu ziehen. Das magische Band gibt die langsamen Spannungsschwankungen der Schwebung hervorragend wieder.

m) Skalenwerte ablesen

Beispiel 1:

MHz-Skala zwischen 39 und 40

aufschreiben **39**

10-kHz-Skala auf 64 (die Zahlen stehen auf der Skala übereinander)

ergänzen auf **3964**

1-kHz-Skala auf 4,6

ergänzen auf **39644,6**
gemessene Frequenz = **39644,6 kHz**

Beispiel 2:

MHz-Skala zwischen 39 und 40

aufschreiben **39**

10-kHz-Skala auf 64 (die Zahlen stehen auf der Skala übereinander)

ergänzen auf **3964**

1-kHz-Skala auf 4,6 mit
darunterstehendem Index „+ 10 kHz“

ergänzen auf **39644,6**
dazuaddieren **10**
gemessene Frequenz = **39654,6 kHz**

- n) Die MHz-Skala gibt die eingestellte Frequenz grob an. Eine Skalenstellung, die sich in unmittelbarer Nähe eines mit ganzzahligem MHz-Wert geeichten "Strichbalkens" befindet – z.B. 39 MHz –, und ein Wert von z.B. 950 kHz der 10-kHz-Skala ergibt als tatsächliche Frequenz: 38,95 MHz, ohne Rücksicht darauf, ob sich die Skala eventuell in einer Stellung befindet, die ein wenig über 39 MHz anzeigt. Hat die MHz-Skala beispielsweise eine Stellung, die etwa auf die Mitte zwischen zwei MHz-Skalenwerten weist, so ist eine Frequenz zu erwarten, die um etwa 500 kHz über dem nächsten niedrigen MHz-Wert liegt.

3.1.4. Einstellen einer Frequenz

Das Einstellen läßt sich am besten an Hand eines Zahlenbeispiels erläutern. Zur Einstellung einer Frequenz 39654,6 kHz sind folgende Handgriffe notwendig:

- 1-kHz-Skala auf "0" stellen und die Nullstellung kontrollieren
- 1-kHz-Skala auf 4,6 kHz mit Index "+10 kHz" einstellen
- Meßartenschalter auf "Messen" stellen
- 10-kHz-Skala auf 640 kHz synchronisieren

(4,6 kHz)
(+ 10,0 kHz)
(+ 640,0 kHz)
(= 654,6 kHz)

- MHz-Skala von 39 MHz beginnend langsam in Richtung 40 MHz drehen. Etwa 2/3 des Weges von 39 zu 40 MHz wird sich der Hauptoszillator synchronisieren. Das magische Band spricht an und der Zeiger des oberen Instruments folgt der Skalendrehung. Der Zeiger des oberen Instruments muß jetzt durch feinfühliges Drehen der MHz-Skala genau auf Skalenmitte (Null) gebracht werden.
- Messungen bei $f_x > 92 \text{ MHz}$ und $f_x < 30 \text{ MHz}$:
Bei Messungen mit Oberwellen, also $f_x > 92 \text{ MHz}$, vor allem dann, wenn die zu messende Frequenz nur überschlägig bekannt ist, wende man folgende Formel an. Mit ihrer Hilfe läßt sich die Ordnungszahl n der jeweiligen Oberwelle bestimmen:

$$n = \frac{f_2}{f_2 - f_1} ; \quad f_x = n \cdot f_1$$

für $f_x < 30 \text{ MHz}$ gilt:

$$n = \frac{f_1}{f_2 - f_1} ; \quad f_x = \frac{f_1}{n}$$

f_1 und f_2 sind die Frequenzwerte von zwei aufeinanderfolgenden Schwebungspfiffen.

3.2. Funktionsbeschreibung

3.2.1. Grundsätzliche Wirkungsweise

Die HF-Spannung des Hauptoszillators wird an der Anode der Röhre V 17 ausgekoppelt und durch die Diode G 14 verzerrt, sodaß sich Harmonische bilden (Bild 3). Über einen Trennkondensator (C 118) stehen die jeweilige Grundfrequenz (30 ... 92 MHz) und deren Harmonische an der Ausgangsbuchse (Bu 3) zur Verfügung. Die Diode G 14 arbeitet außerdem als Mischer, wenn Frequenzen von außen eingespeist werden.

Die Differenzfrequenz wird einem Niederfrequenzverstärker zugeführt und kann mit Hilfe des eingebauten Lautsprechers oder eines Kopfhörers abgehört werden. Langsame Schwebungen lassen sich in Stellung "Schwebungsanzeige" des Schalters S 3 am magischen Band beobachten.

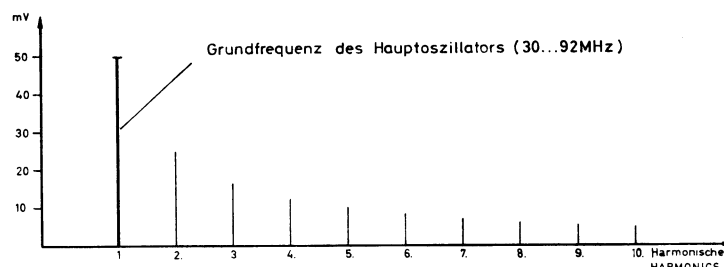


Bild 3: Spektrum einer Ausgangsfrequenz (30 ... 92 MHz)

Um Frequenzen im Bereich 1,5 ... 30 MHz messen zu können, muß die zu messende Frequenz verzerrt werden. Zu diesem Zweck ist eine zweite Eingangsbuchse (Bu 2) vorgesehen, die über die Diode G 13, die vom ankommenden Signal Harmonische bildet, mit der Buchse (Bu 3) verbunden ist.

Die Frequenz des Hauptoszillators wird der 1. Mischstufe (V 15) zugeführt, in der sie mit einer quartzgenauen Frequenz gemischt wird. Diese Frequenz liegt um 5 bis 6 MHz tiefer als die Hauptoszillatorfrequenz und wird über ein durchstimmbares Filter (Sp 23 ... Sp 28) innerhalb des Frequenzbereichs 25 ... 87 MHz aus einem Spektrum quartzgenauer 1-MHz-Vielfacher selektiv entnommen. Die beiden Drehkondensatoren (C 95, C 97) des zweikreisigen Filters und der Oszillator-Drehkondensator (C 114) haben eine gemeinsame Drehachse.

Der 1. Mischstufe (V 15) folgt ein abstimmbares Filter (Sp 14, Sp 15) mit dem Variationsbereich 5 ... 6 MHz. Die über dieses Filter geleitete Frequenz wird in der 2. Mischstufe (V 11) mit der Frequenz des Nebenoszillators (4,7 ... 5,7 MHz) gemischt. Der Nebenoszillator (V 11) kann in Schritten von 20 zu 20 kHz mit Quarzgenauigkeit phasenstarr synchronisiert werden.

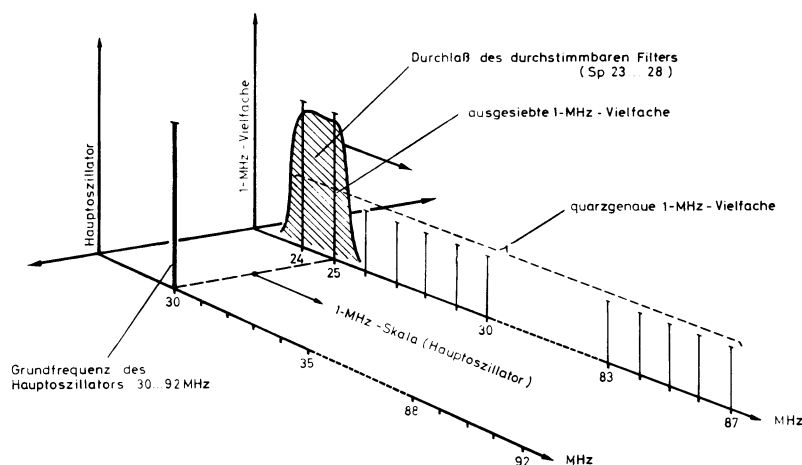


Bild 4: Mischung der Hauptoszillatorfrequenz (30 MHz) mit quartzgenauer Frequenz (25 MHz)

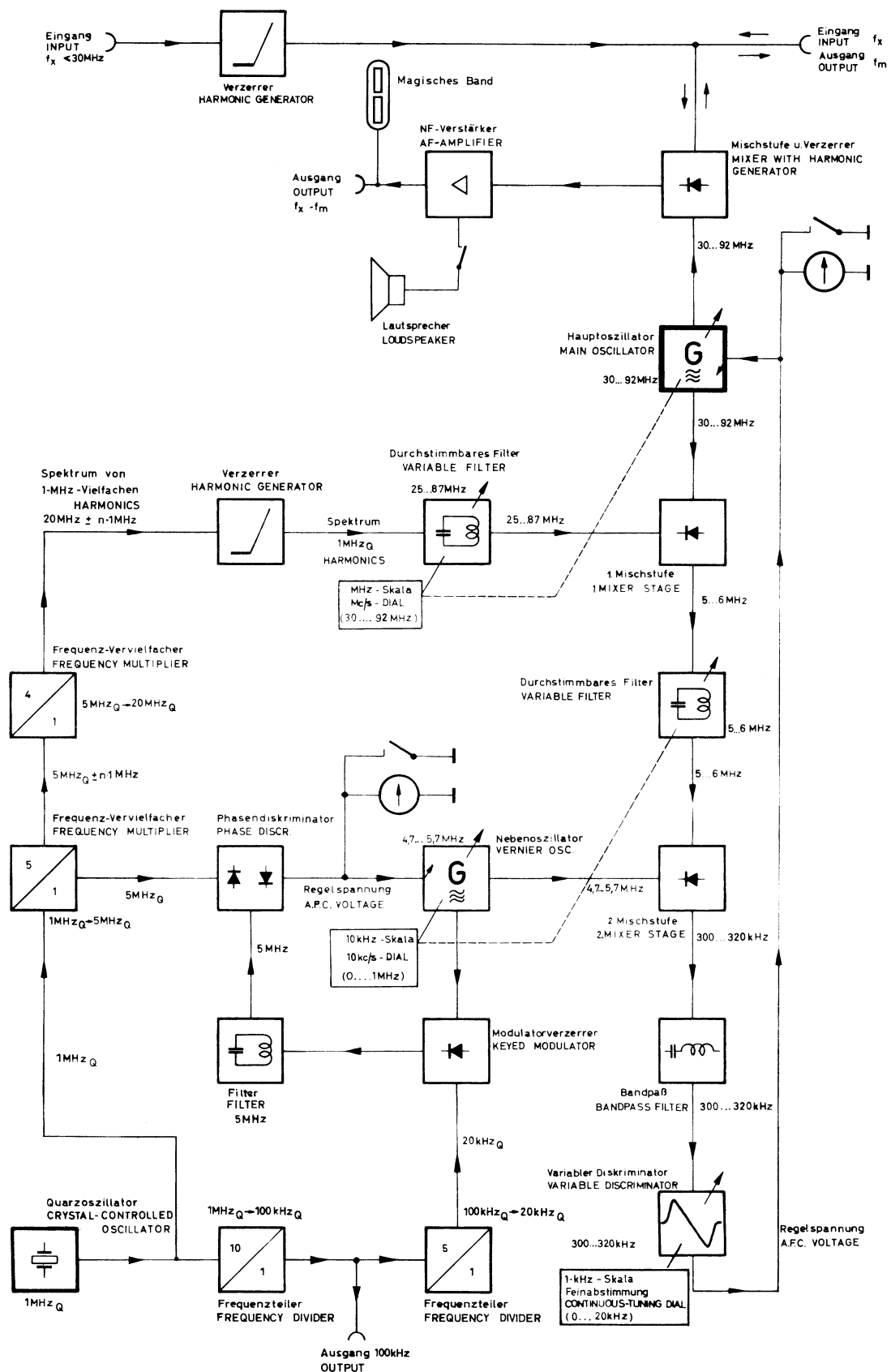


Bild 5 Service-Frequenzmesser FD 1 (Blockschaltbild)

Z.B. bei Stellung "0" der 10-kHz-Skala schwingt der Nebenoszillator auf 4,7 MHz; dabei ist gleichzeitig das variable, mit der 10-kHz-Skala gekoppelte Filter (Sp 14, Sp 15) auf 5 MHz abgestimmt. Setzt man voraus, daß der Hauptoszillator auf einen ganzzahligen MHz-Wert synchronisiert ist, so bilden sich nach der 2. Mischstufe (V 11) 300 kHz, die bei auf "0" gestellter Feinabstimmung Regelspannung Null hervorrufen (Bild 4).

Bei beliebiger Frequenzeinstellung gelangt an den Diskriminator eine Frequenz im Bereich von 300 bis 320 kHz. Der abstimmbare Kreis des Diskriminators dient der Feinabstimmung, die an der Frequenzgenauigkeit maßgebend beteiligt ist. Die Feinabstimmung erlaubt eine kontinuierliche Interpolation zwischen den 20-kHz-Vielfachen der 10-kHz-Skala. Die Eichung umfaßt entsprechend (-2) 0 ... 20 (+2) kHz.

Der Nullpunkt der Feinabstimmung läßt sich an der Frontplatte mit Hilfe des oberen Instrumentes mit einer Absolutgenauigkeit von ± 20 Hz nachgleichen (1 mm Skalenweg des oberen Instruments entsprechen einem Frequenzfehler von 50 Hz).

Ein auf Null beziehungsweise Skalenmitte liegender Zeiger weist darauf hin, daß die Spannung der Regelleitung Null ist. Dreht man von diesem Zustand ausgehend die MHz-Skala weg, wobei sich die Resonanzfrequenz des Oszillatorkreises ändert, so entsteht auf der Regelleitung eine von Null abweichende positive oder negative Spannung, die sich durch einen entsprechenden Zeigerausschlag des oberen Instrumentes äußert. Die Regelspannung steuert eine Reaktanzstufe (V 16), die als Blindkomponente den Hauptoszillator (V 17) in der Weise beeinflusst, daß die Änderung des Oszillatorkreises bis auf einen untergeordneten Restfehler aufgehoben wird.

Der Regelfaktor ist 100:1, d.h. ändert man die von der MHz-Skala grob angezeigte Resonanzfrequenz um 10 kHz, so verschiebt sich die Schwingfrequenz tatsächlich nur um $1/100$, also um 100 Hz.

Um Restfehler zu vermeiden, soll bei jeder Einstellung, also auch bei Zwischenwerten, das obere Instrument auf Null (= Skalenmitte) gebracht werden, indem man die MHz-Skala entsprechend nachdreht.

Die Stellung der MHz-Skala ist der Stellung der 10-kHz-Skala anzupassen. Ihre Abweichung von den ganzzahligen MHz-Werten bedingt auch eine Abstimmänderung des durchstimmbaren Filters 25 ... 87 MHz. Da sich ja die vom Quarzgenerator abgeleiteten MHz-Vielfachen nicht verändern, müssen sie das durchstimmbare Filter 25 ... 87 MHz auch bei dessen Verstimmung noch passieren können; mit anderen Worten: das Filter muß eine Bandbreite von 1 MHz haben.

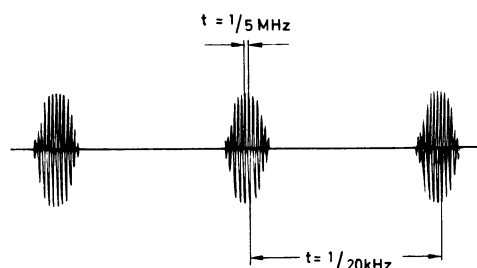


Bild 6: Mit quarzgenauer 20-kHz-Frequenz getastete Frequenz des Nebenoszillators

Die vom Nebenoszillator (V 11) im Bereich 4,7 ... 5,7 MHz erzeugte Frequenz wird einem Modulatorverzerrer zugeführt. Die Frequenz liegt mit hoher Spannung am Gitter der Modulatorröhre (V 9). Gleichzeitig wird in Serie dazu die quarzgenaue Frequenz 20 kHz in Form von Impulsen eingespeist. Diese tastet nun die Röhre auf (Bild 6). Auf diese Weise entsteht an der Anode der Röhre V 9 ein Spektrum von 20-kHz-Vielfachen, deren Spannungen im Gebiet um 5 MHz angehoben werden. Im Gebiet um die vom Nebenoszillator erzeugte Frequenz (4,7 ... 5,7 MHz) bildet sich eine Gruppe von quarzgenauen 20-kHz-Seitenbandfrequenzen, die jedes Mal auch die quarzgenaue 5-MHz-Komponente enthalten. Nur diese 5-MHz-Frequenz kann das folgende 5-MHz-Filter (Sp 10, Sp 11) passieren und an den Phasendiskriminator (G 5, G 6) gelangen. Der Vollständigkeit halber sei bemerkt, daß sich die Gruppenbildung für den Fall erübrigte, bei dem der Nebenoszillator genau auf 5 MHz schwingt. Bild 7 gibt eine Vorstellung darüber, wie die 20-kHz-Spektren aussehen und wie sie ausgewertet werden.

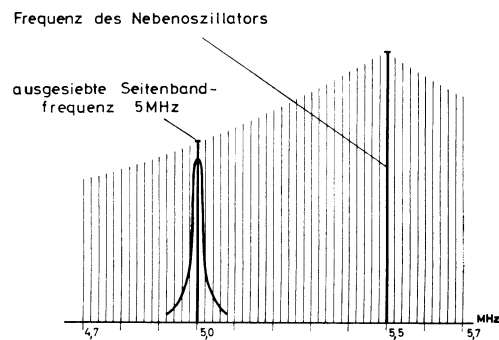


Bild 7a: 20-kHz-Seitenbandfrequenzen bei Frequenz 5,5 MHz des Nebenoszillators

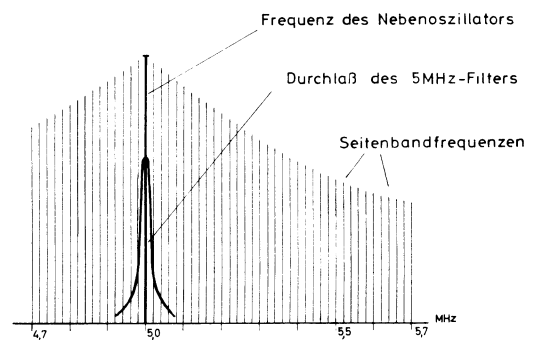


Bild 7b: 20-kHz-Seitenbandfrequenzen bei Frequenz 5,0 MHz des Nebenoszillators

Dem zweiten Eingang des Phasendiskriminators wird eine Frequenz von 5 MHz zugeführt, die durch Vervielfachung der 1-MHz-Quarzfrequenz gewonnen wird. Nehmen wir an, es bestehe zwischen den beiden an dem Phasendiskriminator liegenden Frequenzen eine Abweichung. Die Abweichung ruft eine Regelspannung hervor, die mit der Differenz dieser beiden Frequenzen pulsiert. Die schwankende Regelspannung wobbelt über die Reaktanzröhre (V 10) den Nebenoszillator so lange, bis beim manuellen Abstimmen die Wobbelung ein momentanes Frequenzkriterium hervorruft, das dem Phasendiskriminator (G 5, G 6) die 5-MHz-Seitenbandfrequenz zuführt. Bei Übereinstimmung der Frequenzen entsteht eine Regelgleichspannung, die den Nebenoszillator mittels der Reaktanzstufe V 10 an die quartzgenaue Frequenzsteuerung "anbindet".

Dieses Einfangen des Oszillators geschieht bei einer zufälligen Phasenlage, die das Instrument (I 1) links neben der 10-kHz-Skala indirekt wiedergibt. Durch Drehen mit dem Skalenknopf verändert sich die von der Phase abhängige Regelspannung (Instrumentenzeiger folgt der Skalendrehung). Dem Prinzip entsprechend wäre es sinnvoll auf Skalenmitte des Instruments einzustellen. Um aber die Synchronisierung laufend unter Kontrolle halten zu können, ist so einzuregulieren, daß der Zeiger in den roten Skalensektor weist.

Wirkungsweise des Phasendiskriminators:

Die Spannung U_1 einer Frequenz f_1 wird im Gegentakt (U_1' ; U_1'') einer Gleichrichterbrücke (G_1, G_2, R_1, R_2) zugeführt, die außerdem mit der Spannung U_2 der Frequenz f_2 beaufschlagt ist. Sind die beiden Frequenzen f_1, f_2 in ihrem Wert gleich und beträgt die Phasendifferenz 90° , dann stellt sich (siehe Diagramm für $\varphi = 90^\circ$) ein Zustand ein, bei dem die resultierenden Spannungen U_{G1} und U_{G2} gleich sind. Somit beträgt die Spannung U_R Null. Verringert sich die Phasendifferenz zwischen den beiden Frequenzen f_1 und f_2 (siehe Diagramm für $\varphi < 90^\circ$), so vergrößert sich die eine resultierende U_G -Spannung, während die andere sich gleichzeitig verkleinert. Folglich ist U_R nicht mehr Null.

Es ergeben sich folgende Grenzzustände:

$$\begin{aligned} \varphi = 0^\circ &: U_R = + \text{Maximalwert} \\ \varphi = 90^\circ &: U_R = 0 \\ \varphi = 180^\circ &: U_R = - \text{Maximalwert} \\ \varphi = 270^\circ &: U_R = 0 \end{aligned}$$

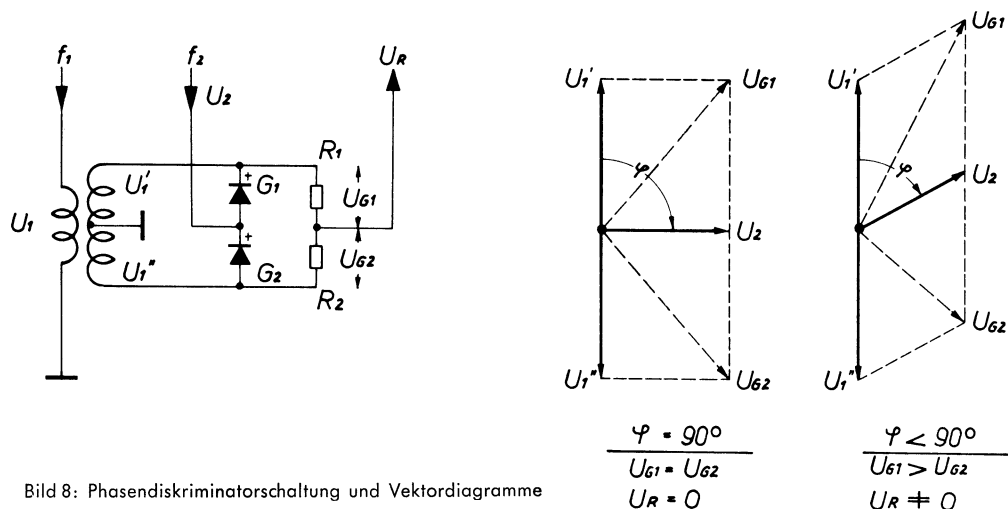


Bild 8: Phasendiskriminatorschaltung und Vektordiagramme

Die im Gerät benötigten quarzgenauen Frequenzen werden von einem Quarzoszillator abgeleitet. Der Quarz ist in einem Thermostaten untergebracht, um ihn von äußeren Temperatureinflüssen fernzuhalten.

Frequenzteiler teilen die vom Quarzoszillator erzeugte 1-MHz-Schwingung auf 100 kHz .

Die Frequenz 20 kHz wird durch einen 5:1-Teiler aus der Frequenz 100 kHz gewonnen. In den Bildern sind quarzgenaue Frequenzen durch den Index Q nach kHz oder MHz gekennzeichnet. Das 1-MHz-Spektrum, das dem durchstimmbaren Filter 25 ... 87 MHz angeboten wird, wird durch stufenweise Vervielfachung (1 MHz $\rightarrow$ 5 MHz $\rightarrow$ 20 MHz) erzeugt. Dabei sind die Kreise so breit, daß die 1-MHz-Seitenbandfrequenzen erhalten bleiben. Am Ende der Vervielfacherstufen befindet sich ein Verzerrer (G 12), der das gewünschte Spektrum mit gleichmäßigem Pegel aufbereitet.

Für die Synchronisierung des Nebenoszillators beziehungsweise die Ansteuerung des Phasendiskriminators wird noch die Frequenz 5 MHz abgezweigt. Sie wird aus dem 5-MHz-Vervielfacherkreis (Sp 9) gewonnen.

3.2.2. Tastenkontrollen

Zur Überwachung und zur Eichungskontrolle des Gerätes FD 1 befinden sich auf der Frontplatte drei Drucktasten.

a) Kontroll-Drucktaste (S 6) "Test" für MHz-Skala

Mit Hilfe dieser Taste, die unter dem oberen Instrument eingebaut ist, überprüft man die Eichung der MHz-Skala beziehungsweise den Abgleich des Hauptoszillators. Normalerweise eignen sich die Synchronisierstellen, die sich alle 1 MHz wiederholen, auch zur Kontrolle. Sollte die Oszillatorfrequenz aus irgendwelchen Gründen mehr oder weniger von der Skaleneichung abweichen, so können Unsicherheiten über die Zuordnung der 1-MHz-Synchronisierstellen zu den Skalenwerten auftreten. Es ist daher günstiger, die Skalenkontrollen mit Eichpunkten vorzunehmen, die voneinander einen größeren Abstand als 1 MHz haben. Diese Bedingung erfüllt das durch die Taste einschaltbare 5-MHz-Spektrum.

Beim Drücken der Taste schaltet sich das 1-MHz-Spektrum ab und schaltet sich ein 5-MHz-Spektrum ein.

Allerdings befinden sich die 5-MHz-Eichpunkte nicht bei den ganzzahligen MHz-Werten der Skala, sondern liegen den entsprechenden um 300 kHz daneben. Das hat folgenden Grund:

Um ein sauberes 5-MHz-Spektrum erzeugen zu können, wird die aus quarzgenauer 1-MHz-vervielfachte 5-MHz-Frequenz nicht verwendet, weil sie mit 1-MHz-Seitenbandfrequenzen behaftet ist. Ausgangspunkt ist der Nebenoszillator, dessen Frequenz auf 5 MHz zu stellen ist. Die Oszillatorfrequenz steuert über das 5-MHz-Filter nicht nur den Phasendiskriminator (G 5, G 6) an, sie zweigt nach dem 5-MHz-Filter zum Eingang des Verzerrers (V 6) ab. Die ursprüngliche Aufgabe der Röhre V 6, 1 MHz auf 5 MHz zu vervielfachen, ist damit aufgehoben und wird durch Geradeausverstärkung ersetzt. Die Röhre V 7 vervielfacht die 5-MHz-Frequenz so, daß im Bereich des durchstimmbaren Filters 25 ... 87 MHz auf die 5-MHz-Vielfachen abgestimmt werden kann.

Der Nebenoszillator erzeugt die Frequenz 5 MHz aber nur in Stellung "300 kHz" der 10-kHz-Skala. Vor einer Eichungskontrolle der Hauptoszillatorskala muß also die Skala des Nebenoszillators auf den roten Skalenpunkt bei "300 kHz" gestellt werden.

b) Kontroll-Drucktaste (S 5) "Test" für die 10-kHz-Skala

Um die Eichung der 10-kHz-Skala und den Abgleich des Nebenoszillators überprüfen zu können, ist die Taste links neben der 10-kHz-Skala zu betätigen. Die Taste unterbricht die Erzeugung der 20-kHz-Vielfachen. Damit unterbleibt die Modulation des Modulationsverzerrers (V 9) und der Phasendiskriminator erhält nur dann eine Ansteuerung und das Instrument links neben der 10-kHz-Skala zeigt nur dann einen für die Synchronisierung typischen Ausschlag, wenn der Nebenoszillator auf 5 MHz abgestimmt wird, die der Skalenstellung 300 kHz (roter Markierungspunkt) entsprechen. Bei Abweichung kann mit Hilfe des Reglers R 43, der unter der 10-kHz-Skala zugänglich ist, nachgeglichen werden.

c) Kontroll-Drucktaste (S 4) "0"-Test für die 1-kHz-Skala

Diese Taste gestattet, die Nullpunktseichung der 1-kHz-Skala zu kontrollieren. Sie ist neben der 1-kHz-Skala eingebaut. Als Indikator dient das Instrument neben der MHz-Skala. Das Kriterium der Eichung ist, daß bei Durchdrehen der 1-kHz-Skala über den Wert Null sich der Zeiger des Instruments ebenfalls über Null (= Skalenmitte) bewegen muß. Die beiden Nullbedingungen lassen sich durch den Regler rechts neben der 1-kHz-Skala in Übereinstimmung bringen.

Bei Betätigung der Taste wird die quarzgenaue Frequenz 100 kHz dem Schirmgitter der 2. Mischhexode (V 11) zugeführt; gleichzeitig schaltet sich die 1. Mischstufe ab, sodaß über das Filter 5 ... 6 MHz keine Spannung mehr an die 2. Mischstufe gelangt. Die 2. Mischhexode vervielfacht die 100-kHz-Frequenz auf 300 kHz, sodaß der variable Diskriminator von einer quarzgenauen 300-kHz-Frequenz angesteuert wird, die beim Skalenwert Null Regelspannung Null bewirken muß.

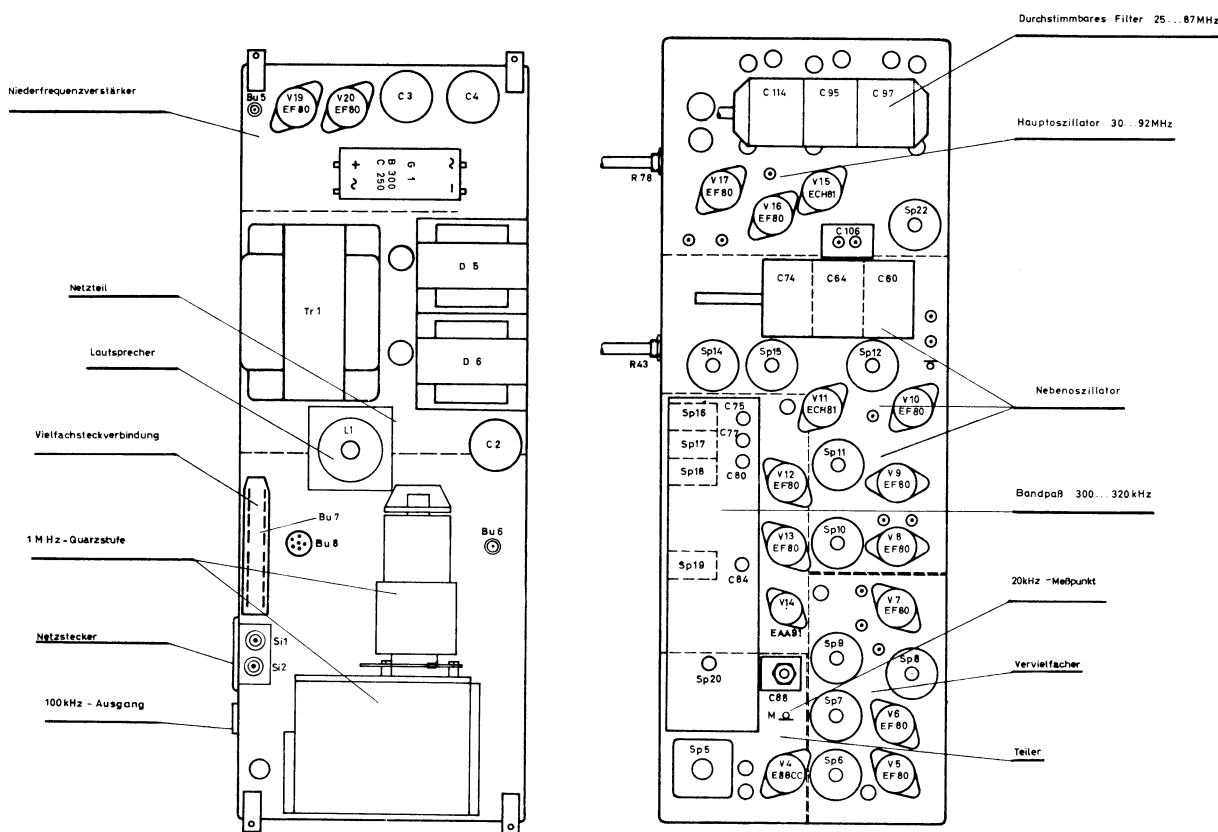


Bild 9 Chassis-Draufsichten

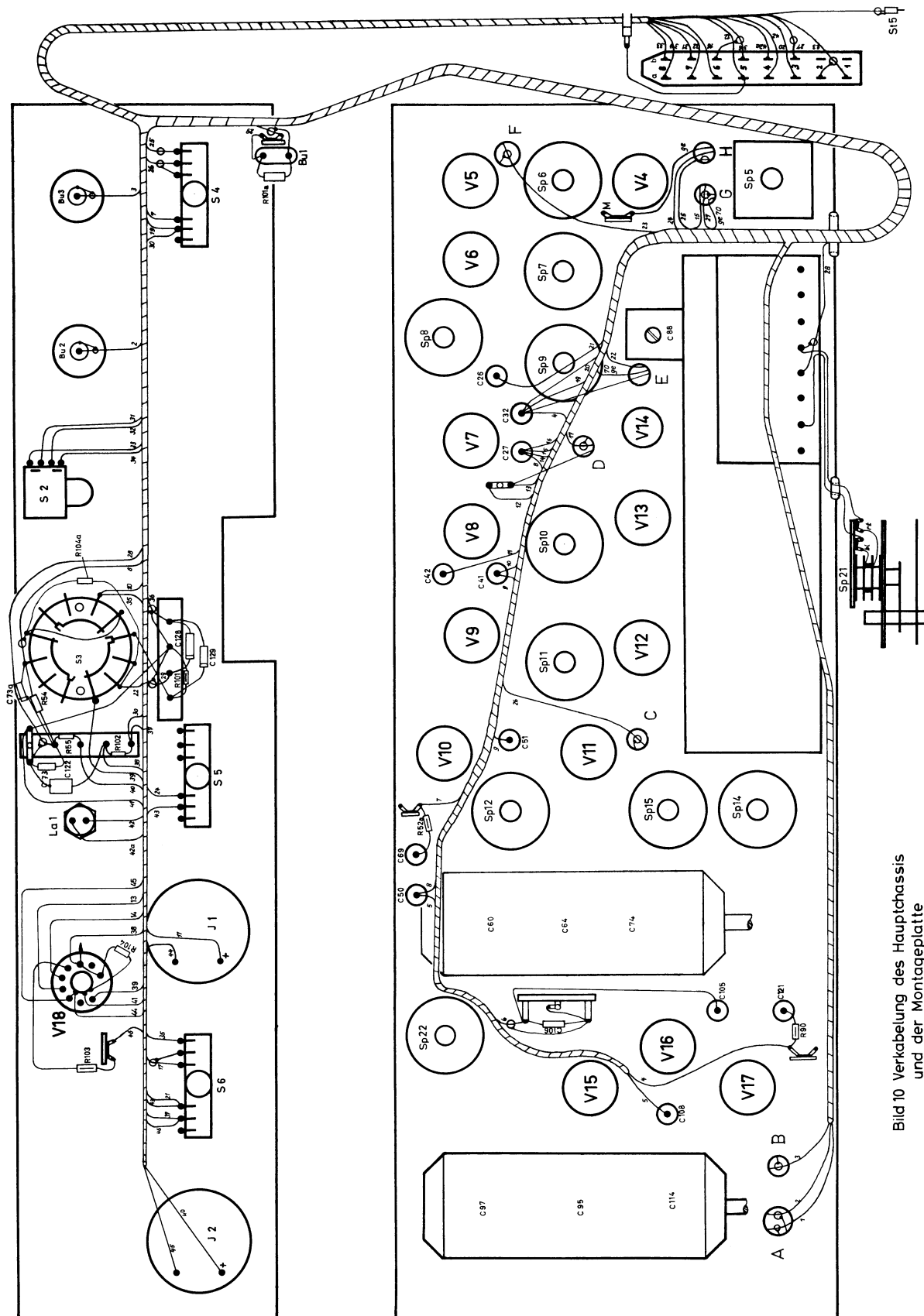


Bild 10 Verkabelung des Hauptchassis
und der Montageplatte

3.2.3. Beschreibung der Stufen

3.2.3.1. 1-MHz-Quarzstufe und Frequenzteiler

Um mit dem Frequenzmesser FD 1 die angegebene Meßgenauigkeit besser als $1 \cdot 10^{-6}$ erreichen zu können, muß eine möglichst genaue Bezugsfrequenz erzeugt werden.

Die von einem Quarzoszillator erzeugte 1-MHz-Schwingung wird von einem Frequenzteiler auf 100 kHz geteilt.

a) Quarzheizung und Temperaturregelung

Das Steckgehäuse enthält neben dem 1MHz-Quarz die Thermostatenheizwicklung und ein elektronisches Schaltthermometer. Beim Einschalten des Gerätes erkennt das Thermometer auf "Untertemperatur" und gibt an den Thermostatschalter (T 301, T 302) den Befehl zum Heizen, d.h. die beiden Transistoren schalten durch, und es fließt Strom durch die Heizwicklung. Gleichzeitig leuchtet die Lampe La 1 auf. Ist die Betriebstemperatur erreicht, so werden T 301 und T 302 vom Thermometer gesperrt und damit der Stromfluß durch die Heizwirkung unterbrochen. Sinkt die Temperatur unter ihren Sollwert, so beginnt der gleiche Zyklus wieder von vorne.

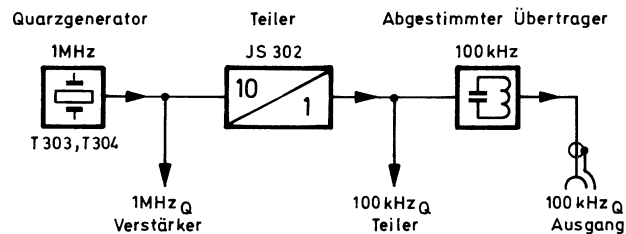


Bild 11 1MHz Quarzstufe (Blockschaltbild)

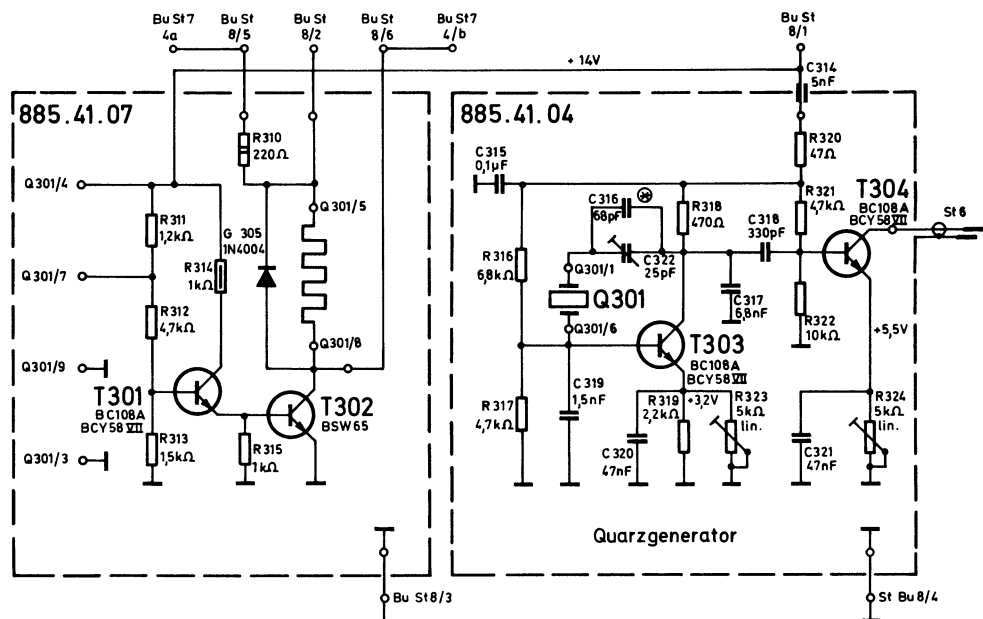


Bild 12 1MHz Quarzstufe

b) Quarzoszillator

In der Oszillatorstufe arbeitet der Transistor T 303. Der Oszillator ist eine Dreipunktanordnung. Mit dem Einstellpotentiometer R 323 wird die Kollektorwechselspannung von T 303 auf 120 mV_{eff} festgelegt. Die Schaltung zeichnet sich durch einen niedrigen Rückkopplungsfaktor aus, der für eine niedrige Amplitude sorgt. Dadurch wird eine günstige Quarzbelastung gewährleistet.

Der nachfolgende Trennverstärker (T 304) verstärkt die 1-MHz-Spannung. Am Kreis Sp 301, C 307 soll eine Spannung von ca. 1,3 V_{eff} liegen, die durch das Einstellpotentiometer R 324 bestimmt werden kann. Die am Schwingkreis abgegriffene 1-MHz-Spannung wird verstärkt (V 5) und dient zur Bildung des 5-MHz-Spektrums mit 1-MHz-Seitenbändern.

c) Frequenzteilung 1 MHz/100 kHz

Zur Erzeugung der quargenauen 100 kHz wird die Quarzfrequenz von 1 MHz durch 10 geteilt.

Über St 6/Bu 6 gelangen die 1 MHz vom Quarzoszillator an den Resonanztransformator Sp 301, dessen Primärwicklung vom Kollektorstrom des T 304 durchflossen wird. Die Sekundärwicklung steuert den eigentlichen Frequenzteiler an, der aus einer integrierten Schaltung JS 302 besteht. Es handelt sich hierbei um einen digitalen Dekadenzähler, der nach jeweils 10 Eingangsimpulsen (hier Halbwellen von 1 MHz) einen Ausgangsimpuls abgibt. An Punkt 12 des JS 302 wird eine rechteckförmige Spannung mit einer Frequenz von 100 kHz und einem Tastverhältnis von 2 (Periode : Pulszeit) abgenommen. Diese gelangt einmal über den Entkopplungswiderstand R 309 an Bu 7 / Anschluß 3/b, von wo aus sie dem im Hauptchassis enthaltenen 5:1-Teiler (100 kHz auf 20 kHz) zugeführt wird. Weiterhin werden die 100 kHz mit Hilfe von Sp 302 gesiebt, sodaß sich an ihrer Sekundärwicklung eine sinusförmige Spannung ergibt, die an Bu 4 mit etwa 1 V_{eff} für externe Verwendung zur Verfügung steht.

Dieser Frequenzteiler ist gemeinsam mit der Niederspannungsstromversorgung (für den Teiler selbst, den Thermostatschalter und den Quarzgenerator) auf einer Leiterplatte untergebracht. Die Stromversorgung ist im Abschnitt 3.2.3.8 (Netzteil) näher beschrieben.

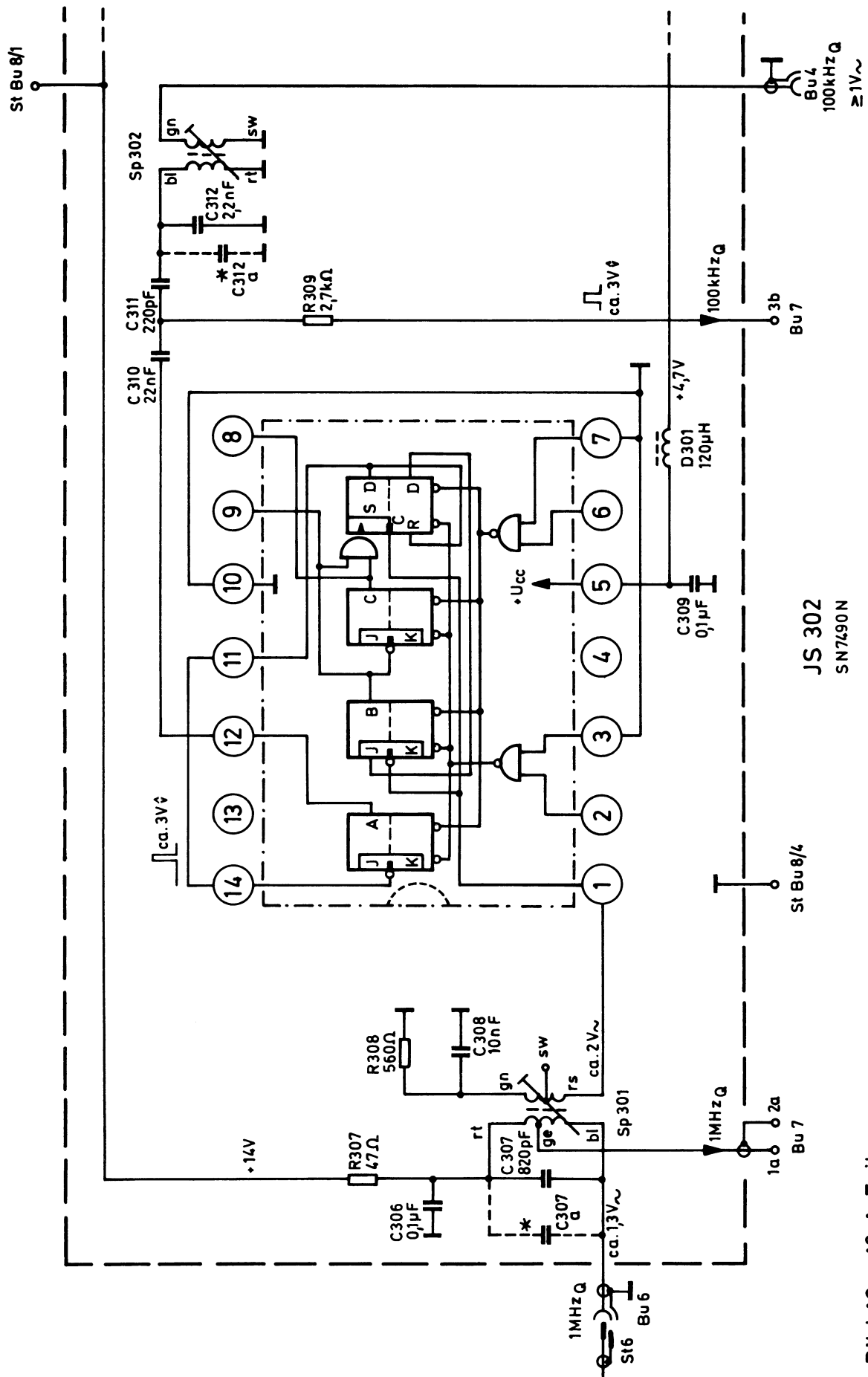


Bild 13 10:1 Teiler

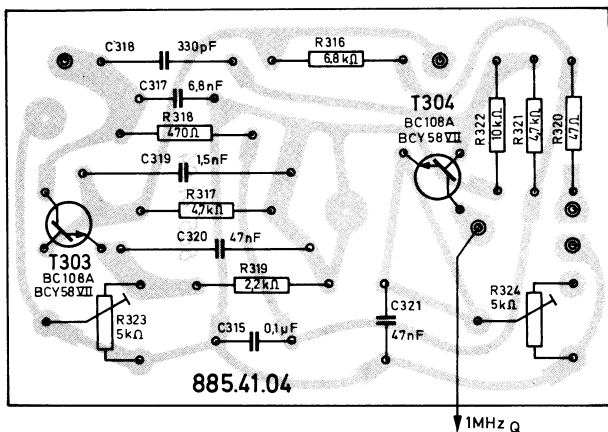


Bild 14 Quarz-Oszillator (Bestückungsplan)

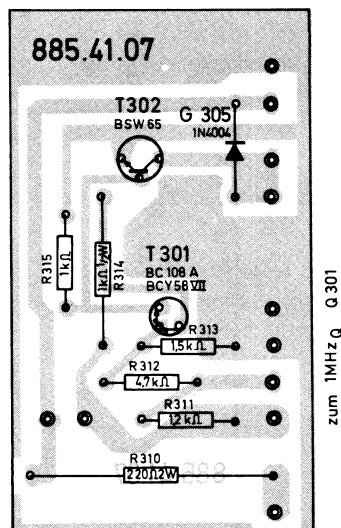


Bild 15b Thermostatschaltung (Bestückungsplan)

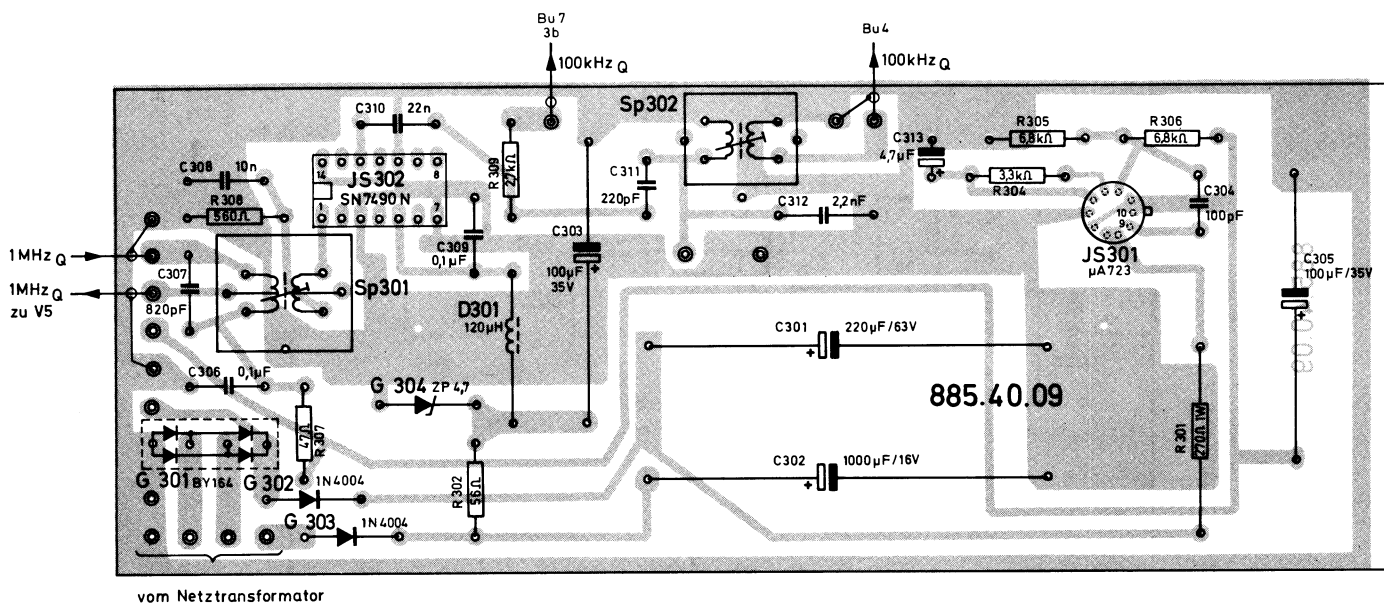


Bild 15a Frequenzteiler 1MHz / 100kHz (Bestückungsplan)

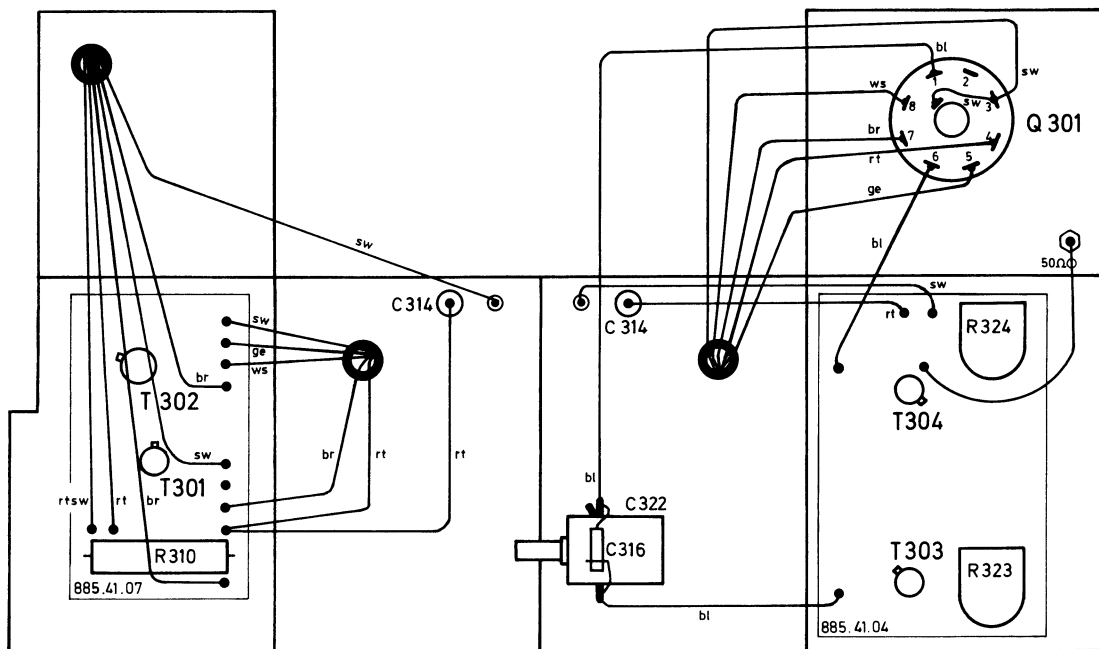


Bild 16 1MHz-Quarzstufe (Verdrahtungsplan)

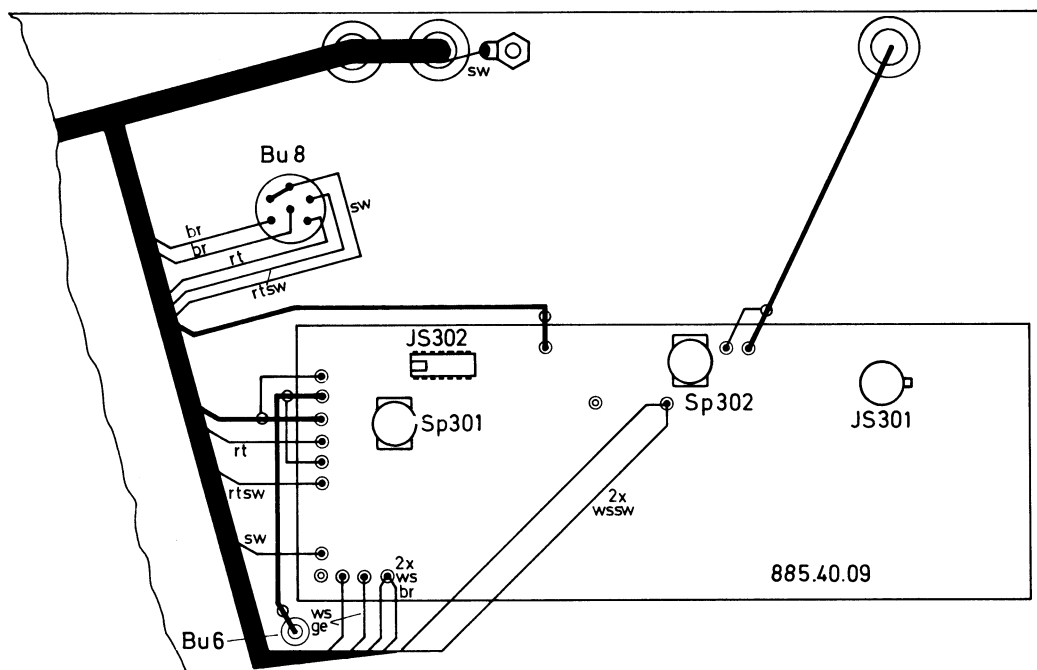


Bild 17 10:1 Teiler (Verdrahtungsplan)

3.2.3.2. Vervielfacher

Der Vervielfacher hat die Aufgabe, für den Bereich von 25 bis 87 MHz ein Spektrum von quarzgenauen 1-MHz-Vielfachen zu erzeugen, das dem Eingang des durchstimmbaren Filters 25 ... 87 MHz mit gleichmäßiger Amplitude angeboten werden soll. Außerdem hat er eine von 1-MHz-Seitenbandfrequenzen befreite 5-MHz-Frequenz zu liefern, die zur Steuerung des Phasendiskriminators benötigt wird.

Das Spektrum der 1-MHz-Vielfachen wird durch schrittweise Frequenzvervielfachung gewonnen (1 MHz → 5 MHz → 20 MHz).

Die aus dem Schwingkreis Sp 201, C 214 ausgekoppelte 1-MHz-Frequenz wird über die Verstärker- und Trennstufe V 5 der Verzerrerstufe V 6 zugeführt. Im Anodenstromweg der Röhre liegt ein auf 5 MHz abgeglicherer Kreis (Sp 8, C 31). Die sich um 5 MHz gruppierenden 1-MHz-Vielfachen gelangen über eine kapazitive Kopplung (C 35) an den Eingang einer 2. Verzerrerstufe (V 7). Der Anodenkreis dieser Verzerrerstufe bevorzugt das Gebiet um 20 MHz. Als Parallelkapazität zur Spule Sp 22 dient hier die Kabelkapazität zwischen den Trennkondensatoren C 38 und C 99. Der im Anodenstromweg liegende Widerstand R 29 erhöht die Bandbreite des Anodenkreises.

An den Anodenkreis der 1. Verzerrerstufe (V 6) ist lose ein 2. Schwingkreis (Sp 9, C 36) gekoppelt, dessen Resonanzfrequenz 5 MHz beträgt. Bei der über eine Koppelspule ausgesiebtten 5-MHz-Frequenz sind die 1-MHz-Seitenbandfrequenzen weitgehend unterdrückt.

Eine weitere Verzerrung ruft die Diode G 12 hervor. Durch sie werden die um 20 MHz herum bevorzugten 1-MHz-Vielfachen in den Nutzbereich des durchstimmbaren Filters 25 ... 87 MHz übersetzt.

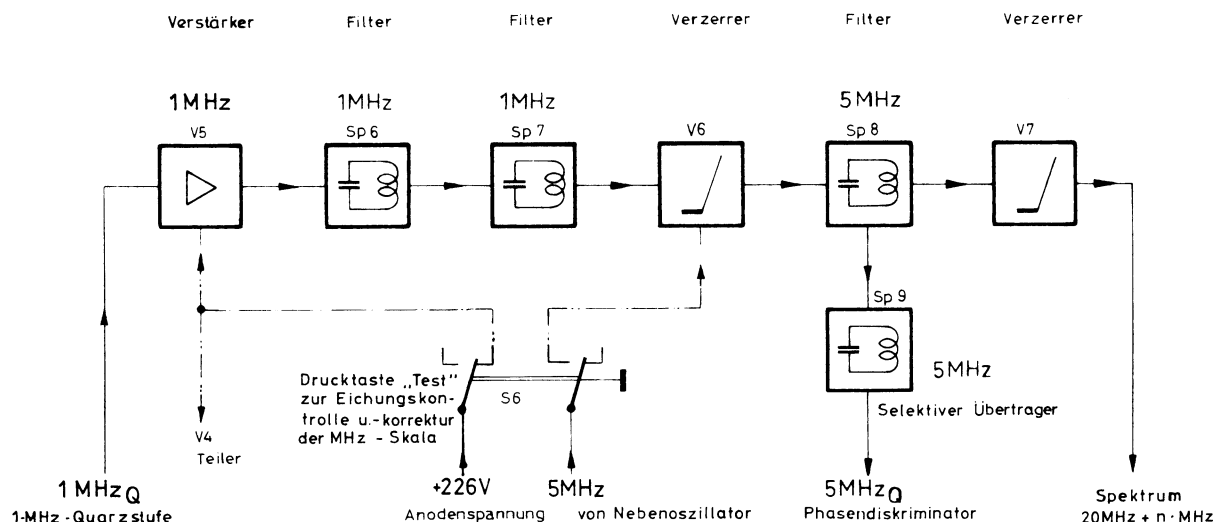


Bild 18 Vervielfacher (Blockschaltbild)

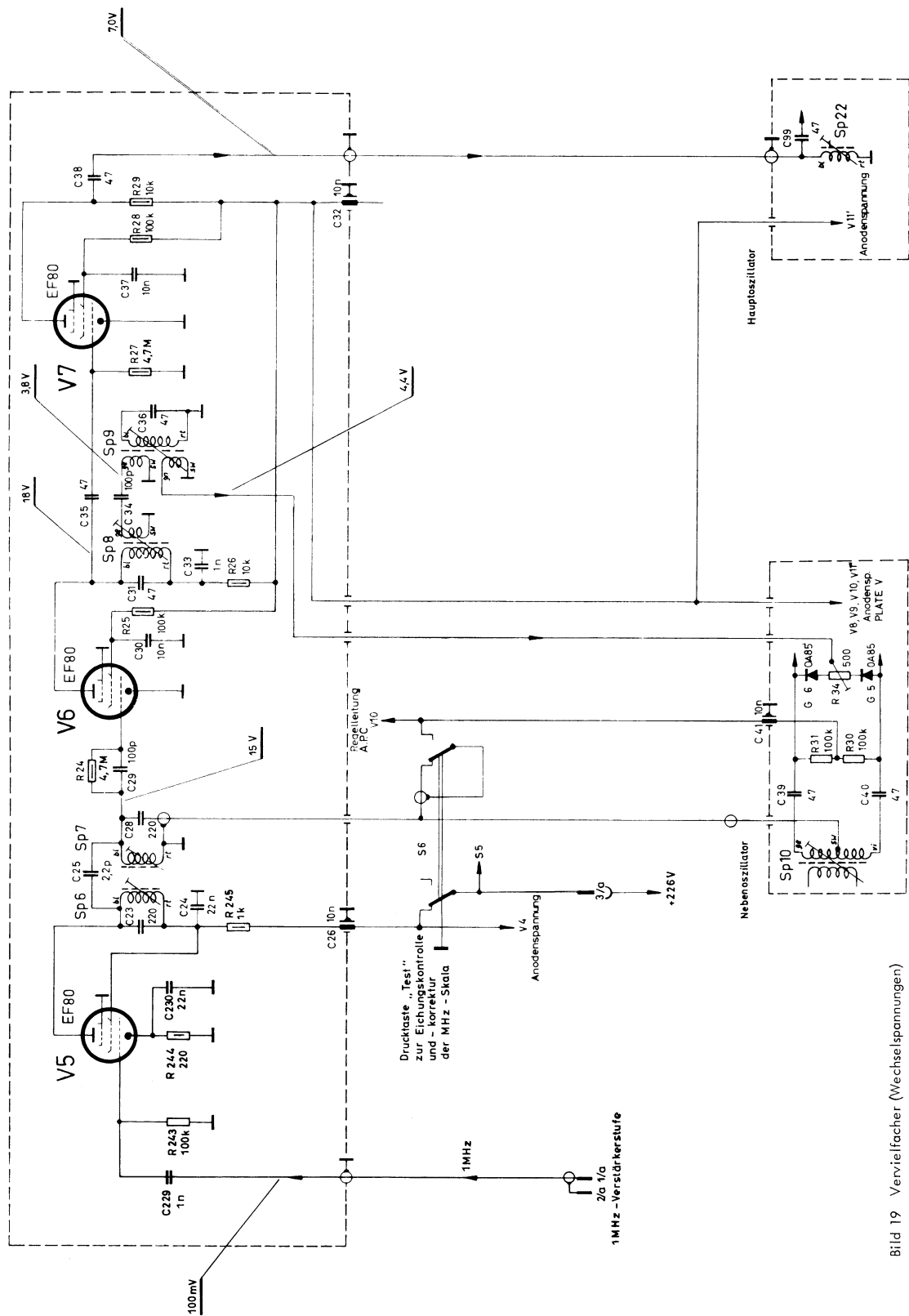


Bild 19 Vervielfacher (Wechselspannungen)

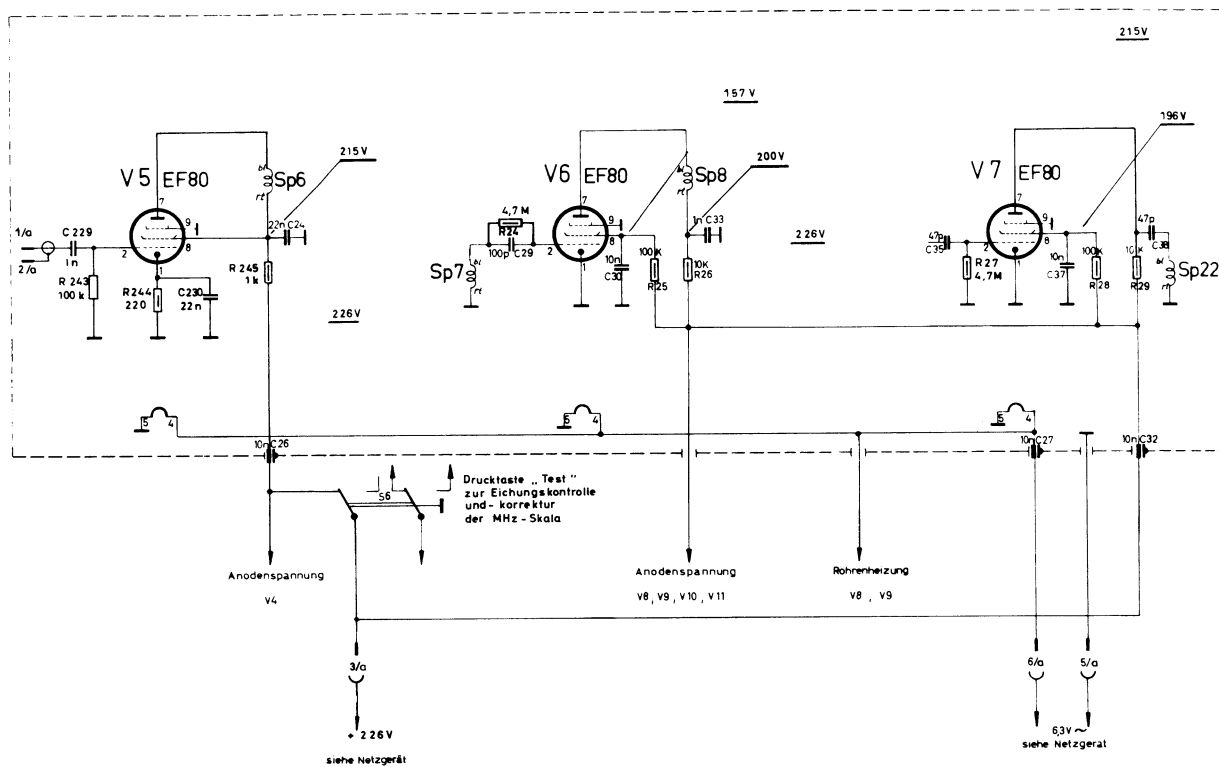


Bild 20 Vervielfacher (Gleichspannungen)

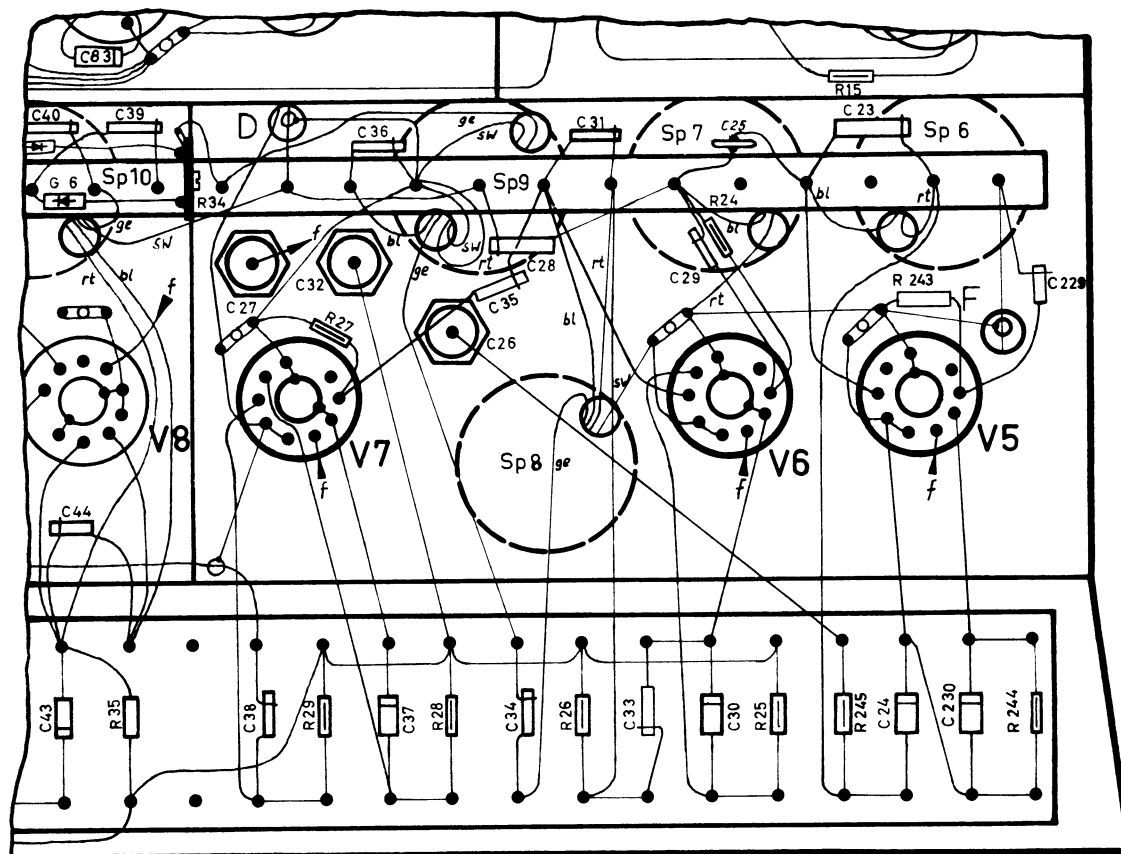


Bild 21 Vervielfacher (Verdrahtungsplan)

3.2.3.3. Frequenzteiler 100 kHz/20 kHz

Die mit einer Doppeltriode (V 4) bestückte Stufe ist eine Oszillatorschaltung, deren Eigenfrequenz von 20 kHz durch den Schwingkreis Sp 5, C 20 bestimmt wird. Der frequenzbestimmende Kreis ist am Gitter des mit einem Synchronisiereingang ausgestatteten Systems wirksam. Das Zweitsystem besorgt die Rückkopplung. Die hohe Gesamtverstärkung der beiden Triodensysteme verursacht eine kräftige Übersteuerung, sodaß am Ausgang (Katode des Zweitsystems) eine Rechteckschwingung angeboten wird. Die Rechteckschwingung wird durch die quarzgenaue 100-kHz-Spannung "mitgenommen", sodaß die ausgangsseitige 20-kHz-Schwingung zur Eingangsfrequenz phasenkohärent ist.

Der Meßpunkt M erleichtert den Abgleich des Frequenzteilers, er ist auf der Chassisübersicht des Bild 9 markiert.

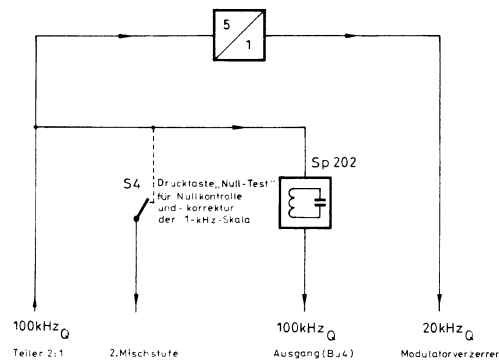


Bild 22 Teiler (Blockschaltbild)

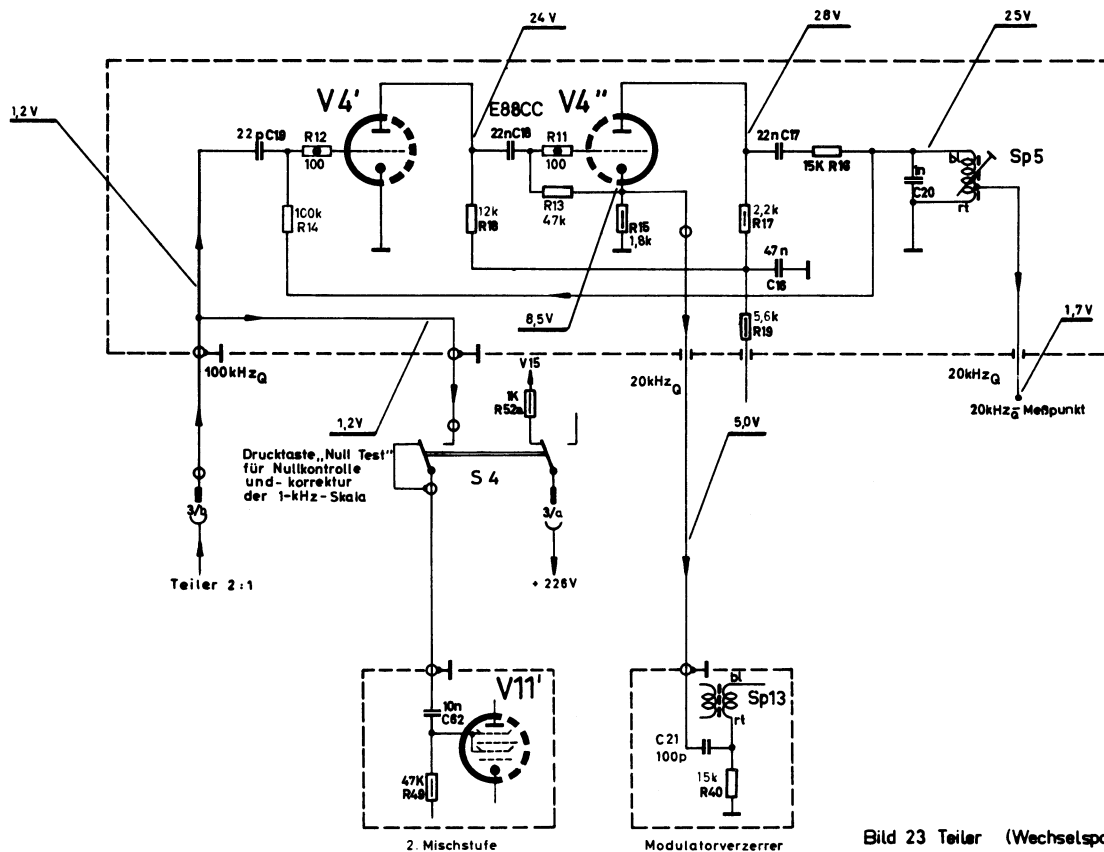


Bild 23 Teiler (Wechselspannungen)

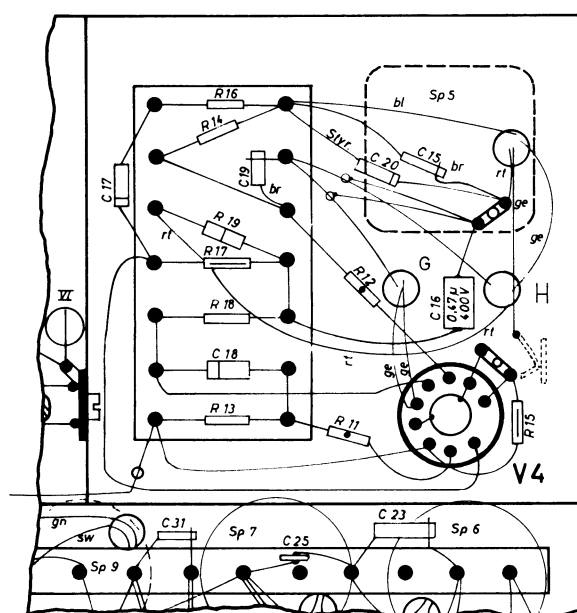
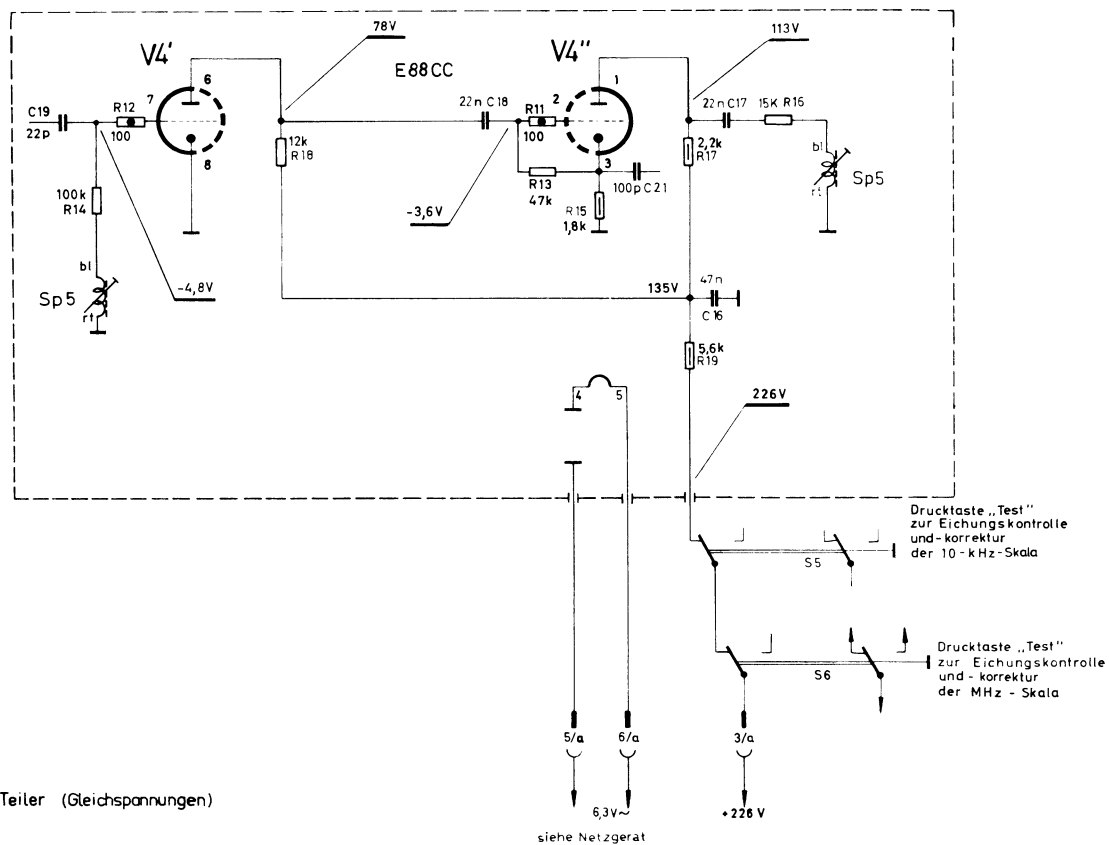


Bild 25 Teiler (Verdrahtungsplan)

3.2.3.4. Arbeitsweise des Hauptoszillators

Im Hauptoszillator arbeiten die Röhren V 17 als Schwingungserzeuger und V 16 als Nachstimm- beziehungsweise Reaktanzstufe. Schirmgitter, Steuergitter und Katode der Röhre V 17 bilden das eigentliche Oszillatorsystem, das an den umschaltbaren Schwingkreis (Sp 29, 30, 31, C 114) mit kapazitiver Unterteilung angeschlossen ist. Die Umschaltung der 3 Teilbereiche besorgt Schalter S 1, der auch das durchstimbare Filter umschaltet.

Im Anodenstromweg der Oszillatorröhre V 17 befindet sich ein Anodenwiderstand (R 86), an dem die Oszillatorfrequenz innerhalb des gesamten Bereichs mit annähernd konstanter Amplitude erscheint. Über dem Trennkondensator C 117 ist an der Anode die Diode G 14 wirksam, die die Bildung eines kräftigen Harmonischenspektrums unterstützt. Diese Diode dient außerdem als Mischer, der von außen über die Buchse Bu 3 zugeführte Frequenzen mit der geräteinternen mischt. Die Differenzfrequenz wird dem Niederfrequenzverstärker über Widerstand R 83 und Kondensator C 119 angeboten.

Die an die Buchse Bu 2 angeschlossene Diode G 13 dient der Verzerrung von außen zugeführter Frequenzen unter 30 MHz. Da die Diode mit dem Meßobjekt in Serie liegt, muß das Meßobjekt gleichstromdurchlässig sein (Drossel oder ohmschen Widerstand vorsehen!).

Dem Oszillatorschwingkreis liegt die Anoden-Katodenstrecke der Nachstimmröhre V 16 parallel. Die Nachregelstufe wirkt als Parallelinduktivität. Für die Phasenschiebung verantwortliche Glieder sind die Drosselspulen D 1, D 2, D 3 und der Widerstand R 77. Die Änderung des Induktivitätswerts geschieht durch Änderung der Röhrensteilheit, die hier von Seiten der Gitterspannung bestimmt wird. Am Fußpunkt des Widerstandes R 22 endet die Regelung, die dem Steuergitter der Blindröhre V 16 die Regelgleichspannung des variablen Diskriminators übermittelt.

Der Arbeitspunkt der Blindröhre läßt sich außerdem durch den Spannungsabfall zwischen Katode und Masse beeinflussen. Der im Katodenstromweg liegende Einstellwiderstand R 18 dient zur Korrektur der Skaleneichung.

Die an der Katode der Oszillatorröhre liegende Schwingspannung steuert den Eingang der 1. Mischstufe. Dem 3. Gitter der Mischhexode wird die vom durchstimbaren Filter 25 ... 87 MHz ausgesiebte quarzgenaue 1-MHz-Vielfache zugeführt, die unterhalb der Oszillatorfrequenz zu dieser einen Abstand von 5 bis 6 MHz hat. Dieser Abstand erscheint als Differenzfrequenz nach der 1. Mischstufe und wird durch das Filter 5 ... 6 MHz (Sp 14, Sp 15) abgestimmt. Dem Filter 5 ... 6 MHz schließt sich die 2. Mischstufe an, deren 2. Eingangsfrequenz vom Nebenoszillator zur Verfügung gestellt wird.

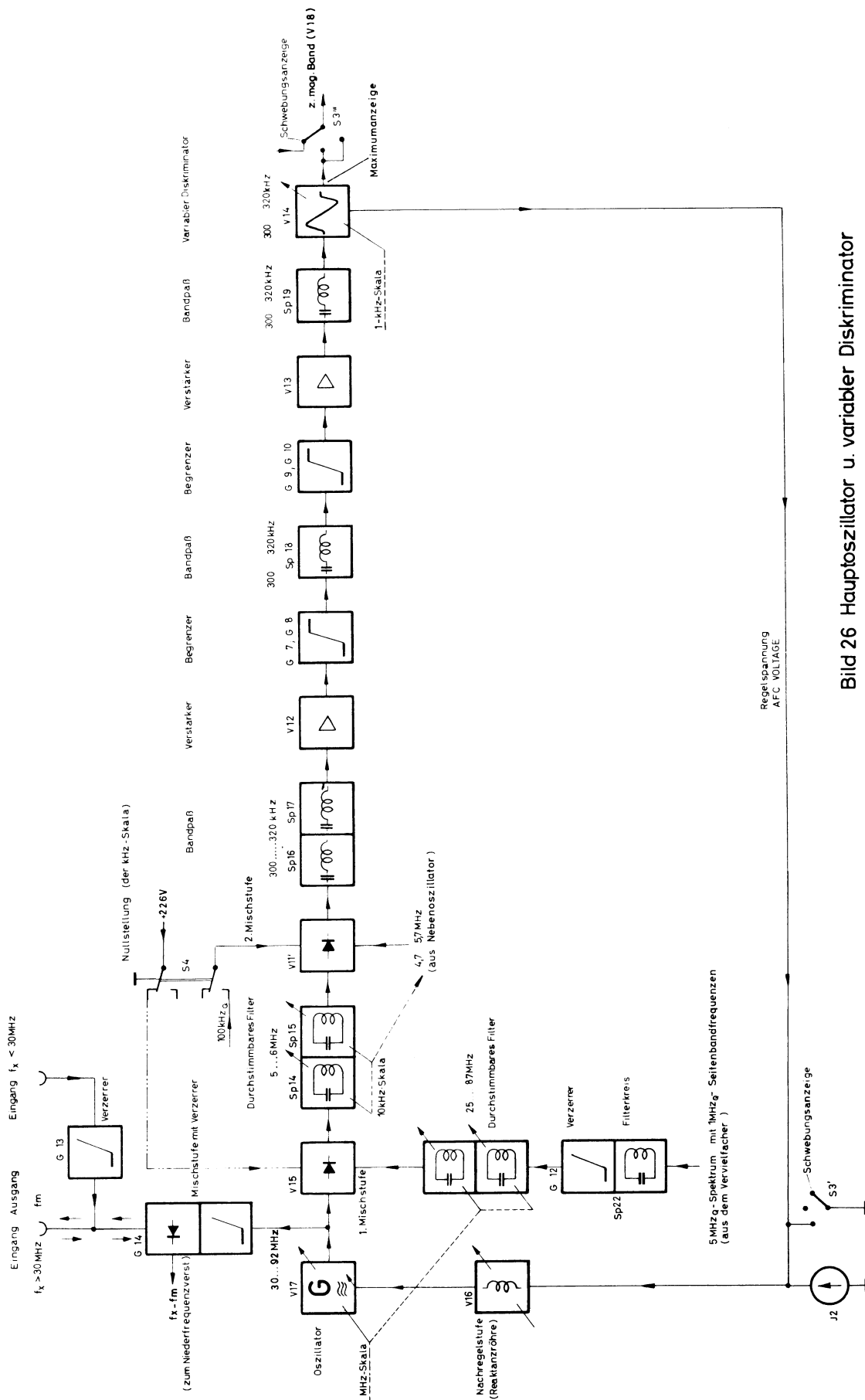


Bild 26 Hauptoszillator u. variabler Diskriminator

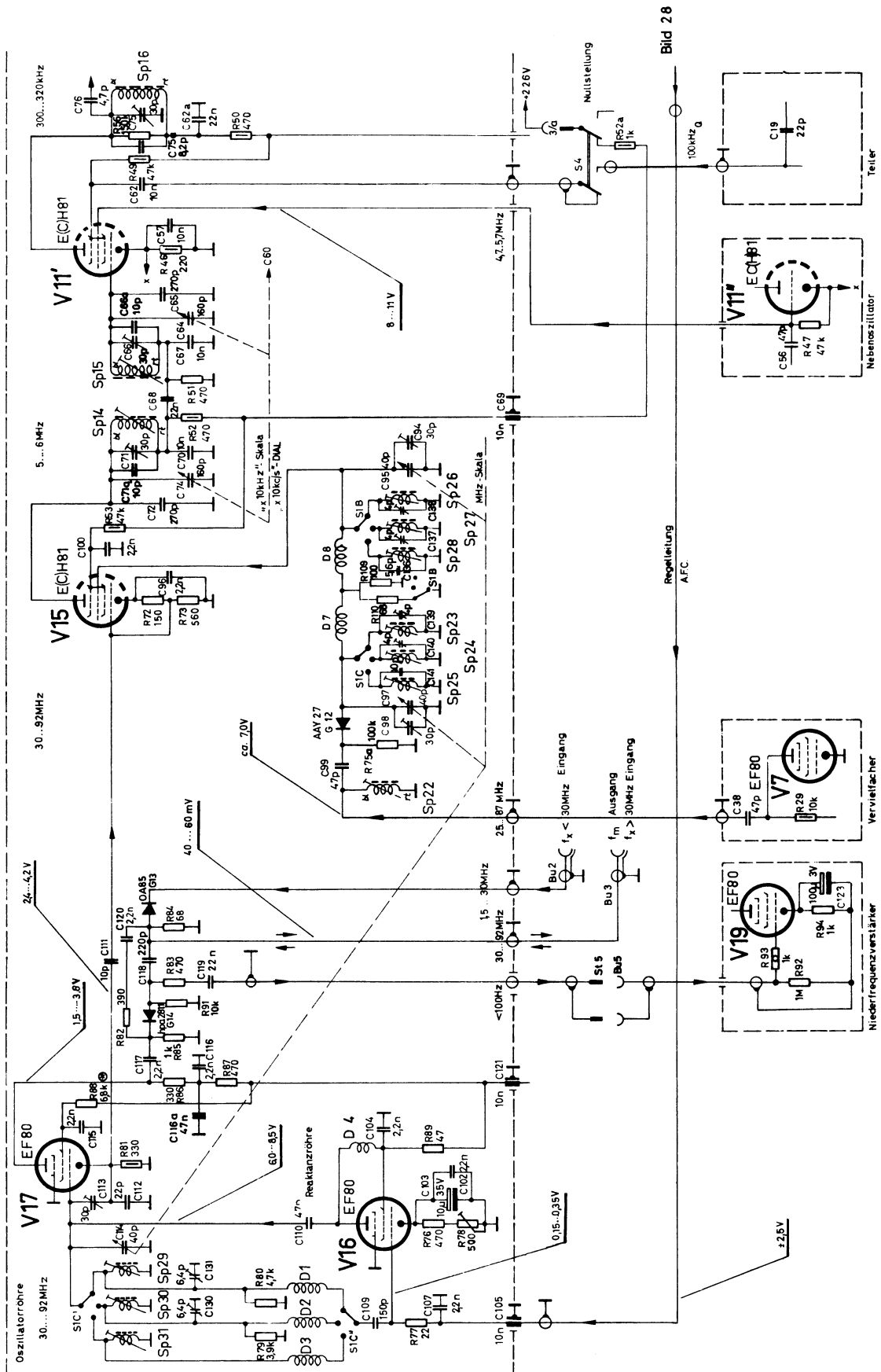
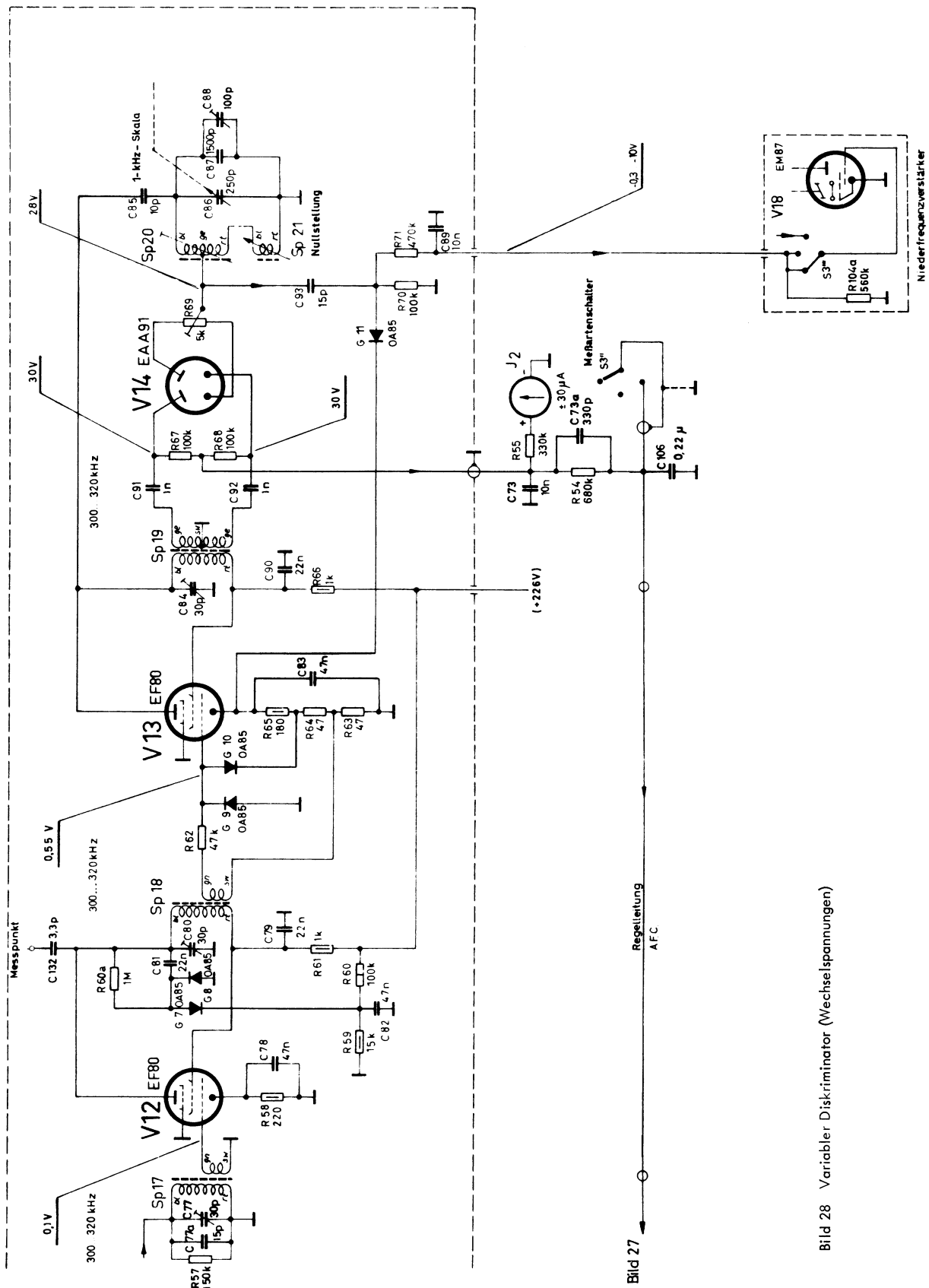


Bild 27 Hauptoszillator (Wechselspannungen)



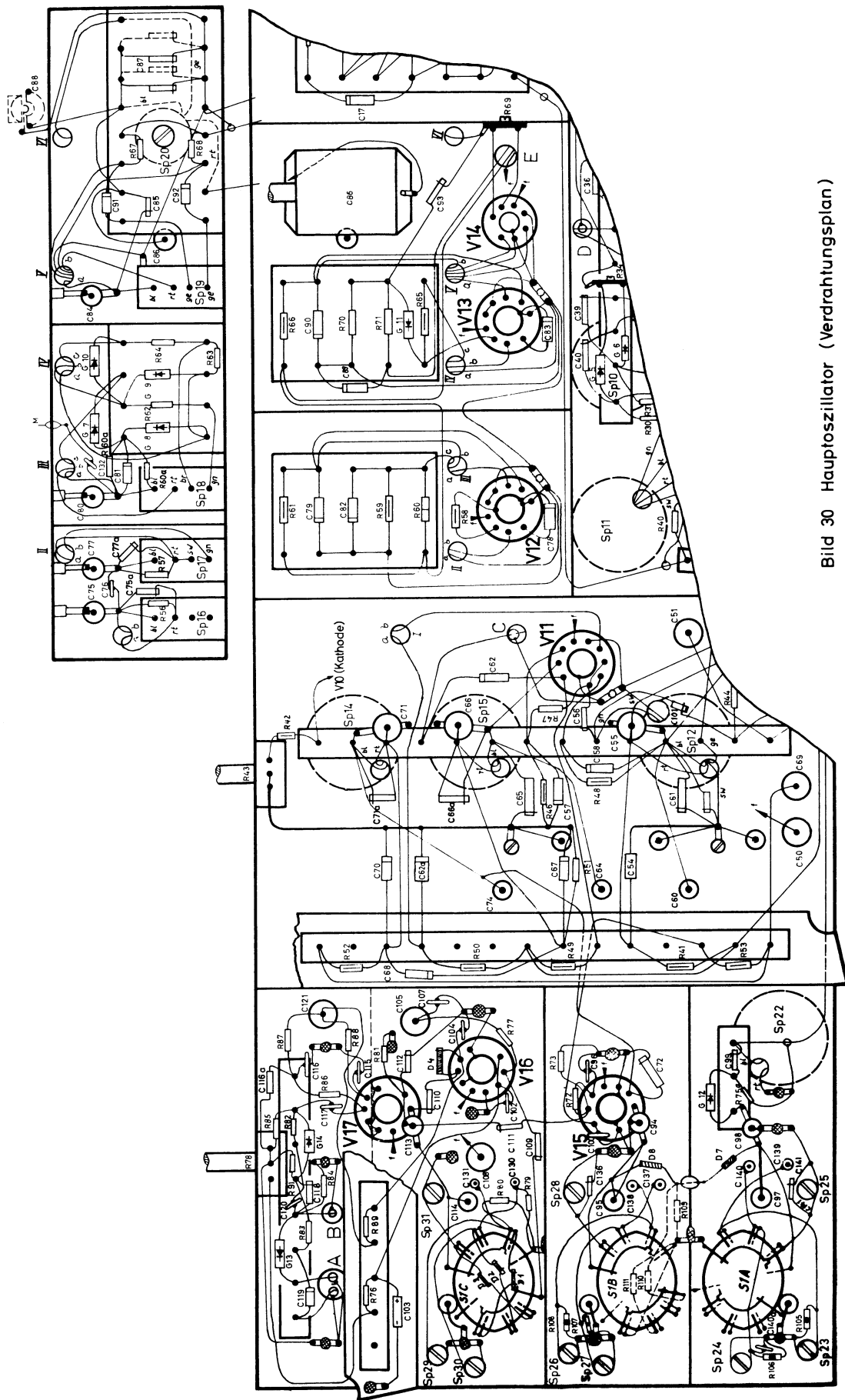


Bild 30 Hauptoszillator (Verdrahtungsplan)

3.2.3.5. Arbeitsweise des Nebenoszillators

Für den Nebenoszillator arbeiten das Triodensystem der Röhre V 11 als Schwingssystem und die Röhre V 10 als Nachregel- beziehungsweise Reaktanzstufe.

Der Variationsbereich (C 60) des Nebenoszillators ist 4,7 ... 5,7 MHz. Im Gleichlauf (C 64, C 74) befindet sich das Filter 5 ... 6 MHz, jedoch mit einer um 310 kHz versetzten Abstimmung.

Die Anoden-Katodenstrecke der Nachregelstufe hat die Wirkung einer Kapazität, die dem Oszillatorschwingkreis (Sp 12, C 60 usw.) parallel liegt und deren Wert durch die Gittergleichspannung bestimmt wird. Phasenschiebendes Glied ist die aus Kondensator C 101 und Widerstand R 44 bestehende Kombination. Eine zusätzliche Änderung des Arbeitspunktes entsteht bei Variation des im Katodenstromweg liegenden Einstellpotentiometers R 43. Es dient der Skalenkorrektur (siehe Abschnitt 3.2.2 b).

Eine Koppelspule des Oszillatorschwingkreises zweigt einen Teil der Oszillatorspannung ab. Diese Spannung steuert über den Breitband-Übertrager Sp 13 den Modulationsverzerrer V 9 an. In Serie zur Oszillatorspannung wirken Impulse, die sich im Rhythmus der quarzgenauen 20-kHz-Frequenz wiederholen.

Die 20-kHz-Impulse werden mittels des Differenzierglieds C 21, R 40 aus den an der Kathode der Röhre V 4 auftretenden Rechteckimpulsen gewonnen. Sie modulieren die Stufe V 9 weit über die Grenzen des linearen Aussteuerungsbereichs und rufen Impulse hervor, die aus einigen Schwingungen der Nebenoszillatorfrequenz bestehen, deren Spektralfrequenzen Vielfache der quarzgenauen 20-kHz-Frequenz sind und im Gebiet um die steuernde Oszillatorfrequenz bevorzugt entstehen. Aus der Gruppe der Spektralfrequenzen siebt das 5-MHz-Filter die 5-MHz-Spektralfrequenz heraus, die der Phasendiskriminator (G 5, G 6) erhält.

Die 2. Steuerfrequenz (5 MHz) für den Phasendiskriminator wird über das Einstellpotentiometer R 34 zugeführt, das zur Symmetrierung der Brückenschaltung dient. Bei eingefangenen beziehungsweise synchronisiertem Nebenoszillator gibt der Phasendiskriminator eine Regelspannung ab, die dem Kosinus des Phasenwinkels der an ihm liegenden Frequenzen proportional ist. Die Spannung wird dem Gitter der Nachregelröhre V 10 zugeführt. Das Instrument I 1 (neben der 10-kHz-Skala) zeigt eine von der Phasendifferenz abhängige Spannung an (siehe auch Seite 11).

3.2.3.6. Variabler Diskriminator

Nach der 2. Mischstufe folgt ein Verstärkerkanal, der die Bandbreite 300 ... 320 kHz hat und durch einen variablen Frequenzdiskriminator abgeschlossen wird. Dem Frequenzdiskriminator muß eine konstante Spannung angeboten werden, weil die Höhe der im Bereich 300 ... 320 kHz liegenden HF-Spannung die Regelgleichspannung des Frequenzdiskriminators beeinflussen würde. 2 Diodenbegrenzer (G 7, G 8, G 9 und G 10) fangen Pegelschwankungen ab, die bei Abstimmung auf beliebige Frequenzen auftreten.

Der im Anodenstromweg der Röhre V 13 liegende Schwingkreis (Sp 13) ist Bestandteil der Diskriminatorschaltung. Seine Resonanzfrequenz ist auf 300 kHz abgeglichen. Ihm lose angekoppelt ist ein zweiter Schwingkreis, dessen Abstimmung (Drehkondensator C 86) mit der 1-kHz-Skala gekuppelt ist und dessen Resonanzfrequenz sich dadurch von 300 bis 320 kHz variieren läßt.

Bei Übereinstimmung der Resonanzfrequenz des variablen Diskriminatorkreises (Sp 20 + Sp 21, C 86 + C 87) mit der ankommenden Differenzfrequenz müssen die Spannungen an beiden Diskriminatorkreisen um 90° phasenverschoben sein, damit in der Brückenschaltung eine Regelgleichspannung Null entsteht (Mitte der Diskriminatorkennlinie). Diese Bedingung wird durch die lose Kopplung der beiden Diskriminatorkreise (Sp 19 – Sp 21 + Sp 22) erreicht. Bei Variation der MHz-Skala ändert sich die Phase und es entsteht eine positive oder negative Regelgleichspannung, die über die Nachregelstufe V 16 den Hauptoszillator beeinflusst und ihn im richtigen Sinne zurückholt. Eine von Null abweichende Regelspannung bedeutet allerdings beim Hauptoszillator (im Gegensatz zum Nebenoszillator), daß ein Restfehler übrigbleibt, der die Genauigkeit der ausgangseitigen Meßfrequenz ein wenig beeinträchtigt.

Nach jeder Frequenzeinstellung ist daher darauf zu achten, daß der Zeiger des Instruments auf Null zeigt.

Verändert man die 1-kHz-Skala, so verschiebt sich die Eichung entsprechend der Frequenz des Hauptoszillators, sodaß die 90° -Bedingung, von einem Restfehler abgesehen, erhalten bleibt. Aus Gründen hoher Genauigkeit ist auch bei dieser Bedingung darauf zu achten, daß die MHz-Skala nachgezogen wird, bis das obere Instrument wieder Null zeigt. In der Regelleitung liegt ein RC-Glied, das für eine günstige Regelzeitkonstante sorgt.

Die vom abstimmbaren Diskriminatorkreis ausgekoppelte Spannung dient außer zur Diskriminatorsteuerung der Abstimmunzeige durch das magische Band. Die Diode G 11 richtet die HF-Spannung gleich, die Richtspannung wird in Stellung "Suchen" und "Messen" über Schalter S 3 dem magischen Band zugeführt.

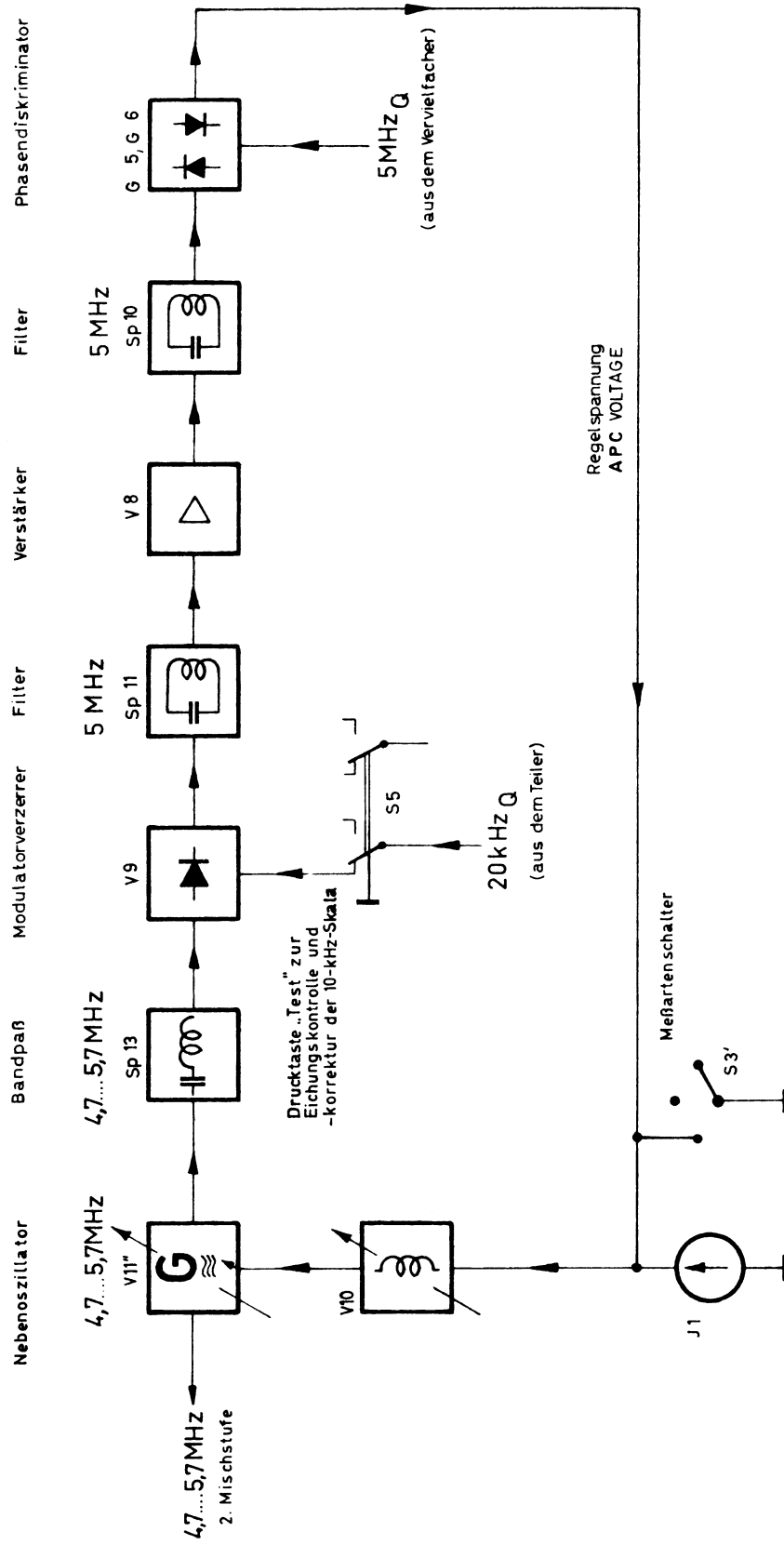


Bild 31 Nebenoszillator (Blockschaltbild)

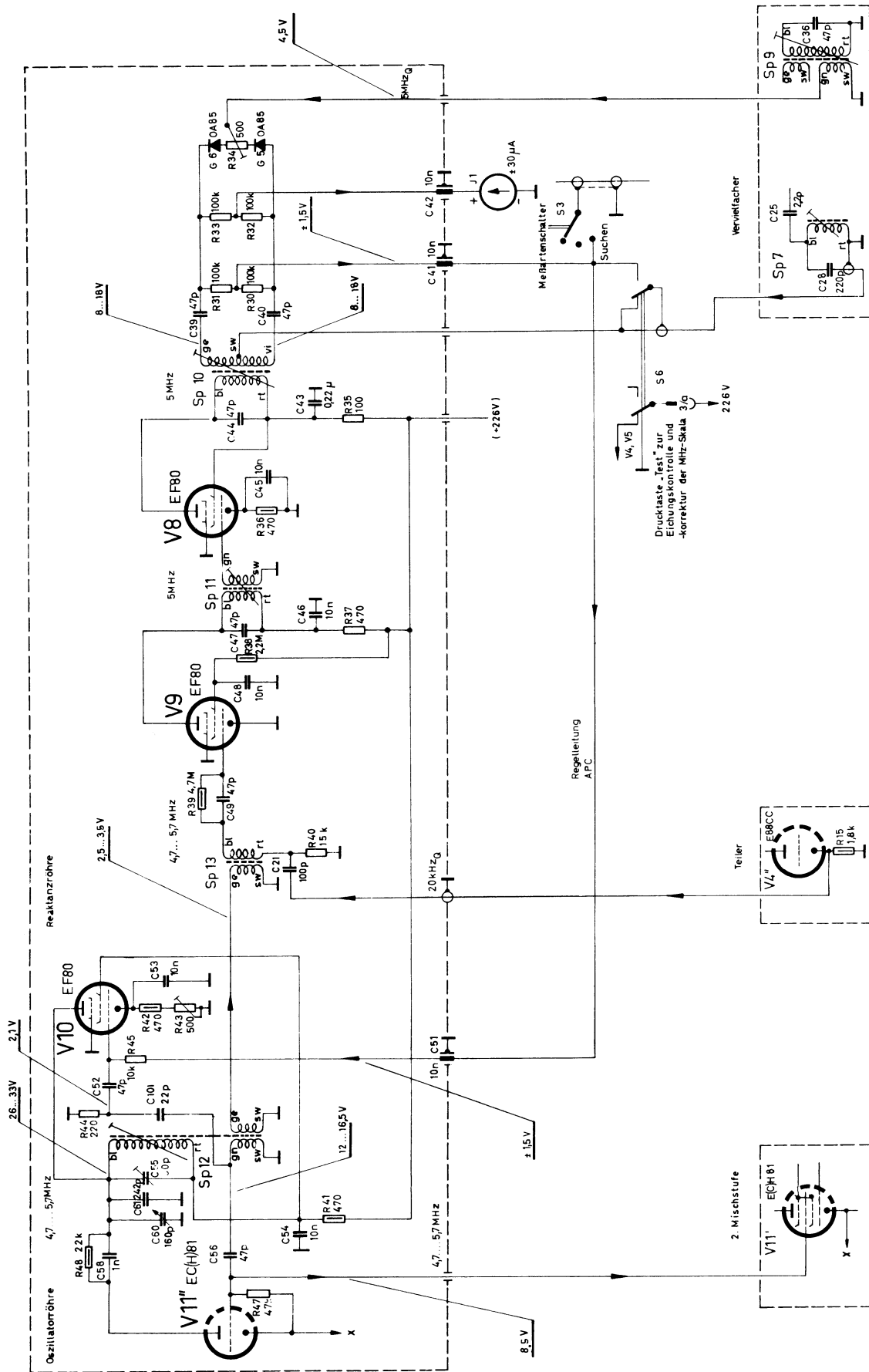


Bild 32 Nebenoszillator (Wechselspannungen)

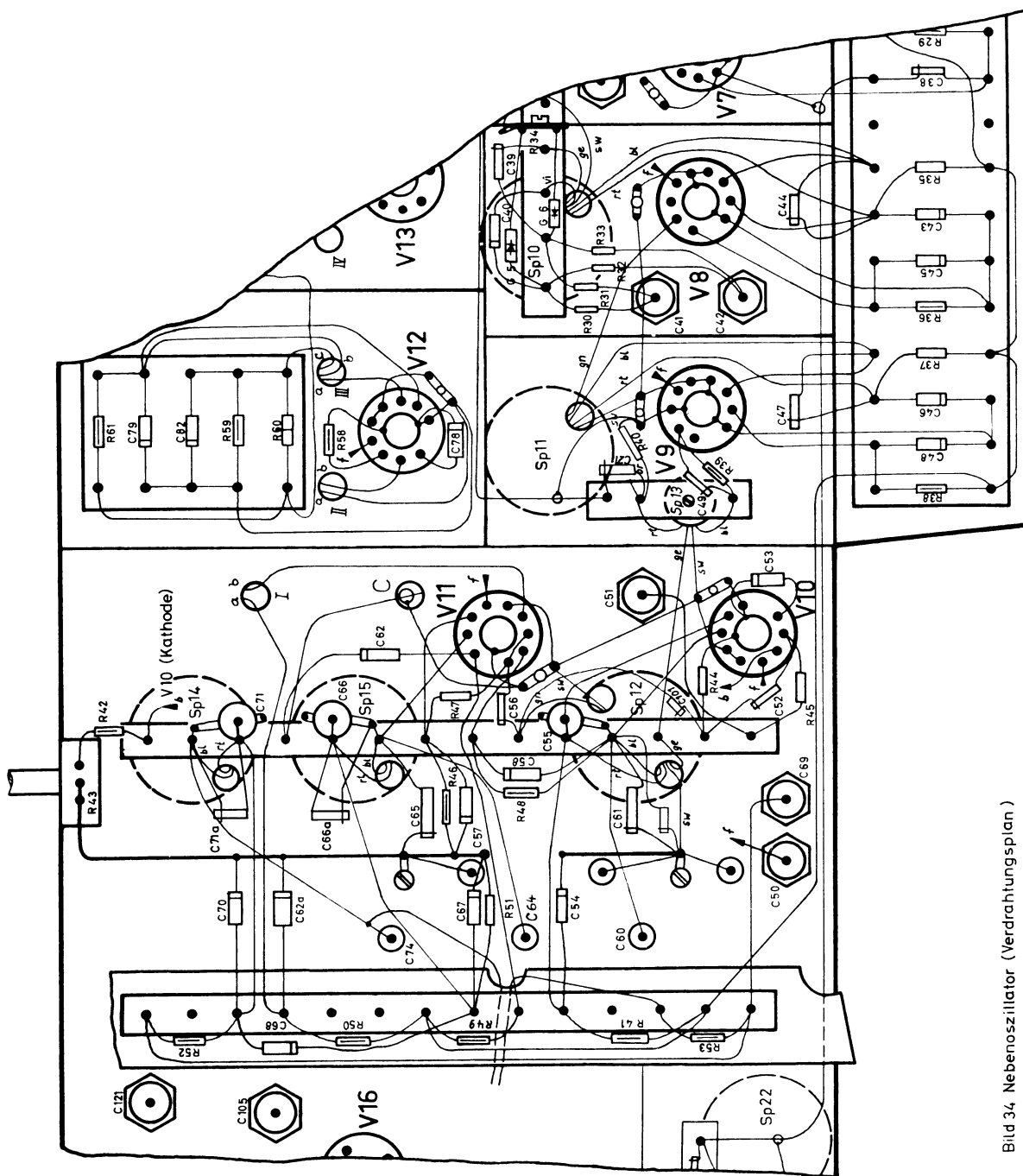


Bild 34 Nebenzosillator (Verdrahtungsplan)

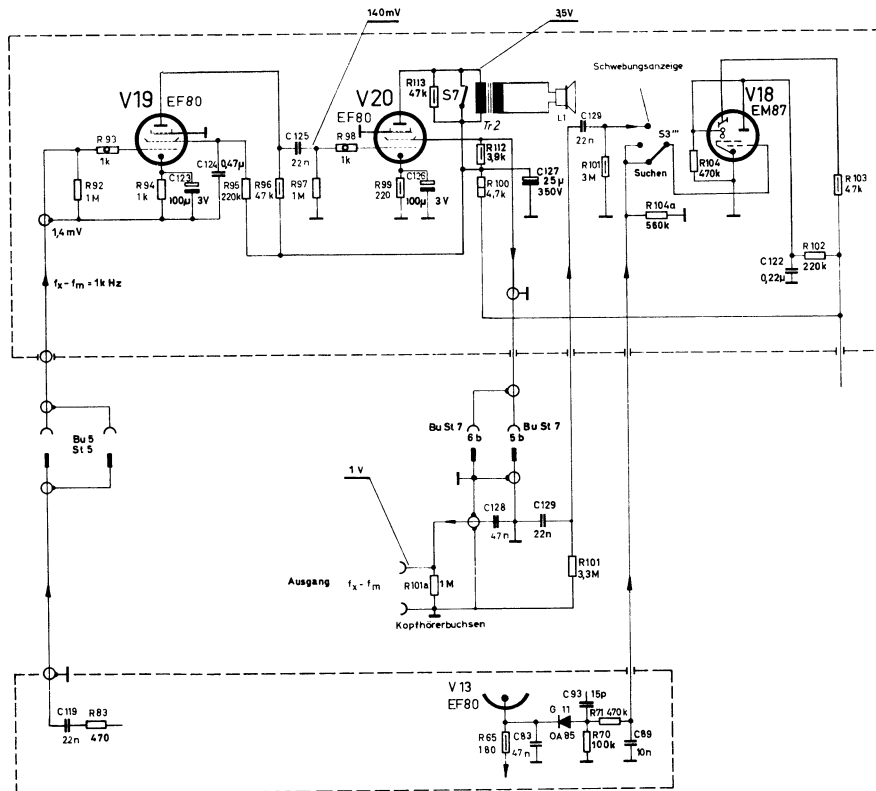


Bild 36 Niederfrequenzverstärker (Wechselspannungen)

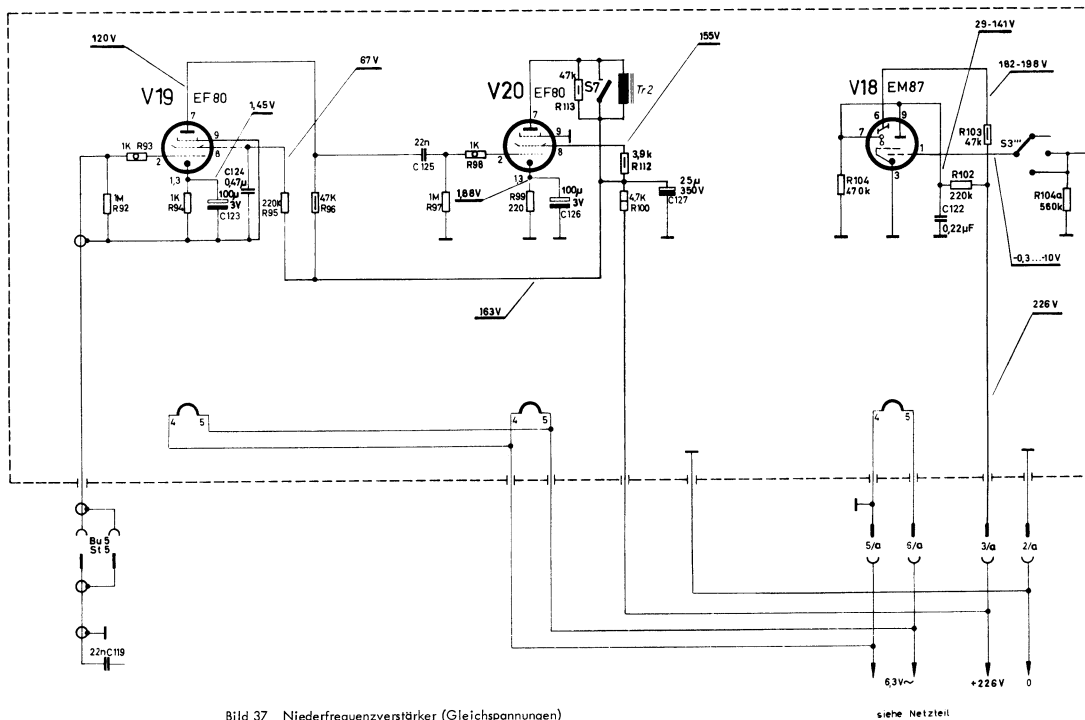


Bild 37 Niederfrequenzverstärker (Gleichspannungen)

siehe Netzteil

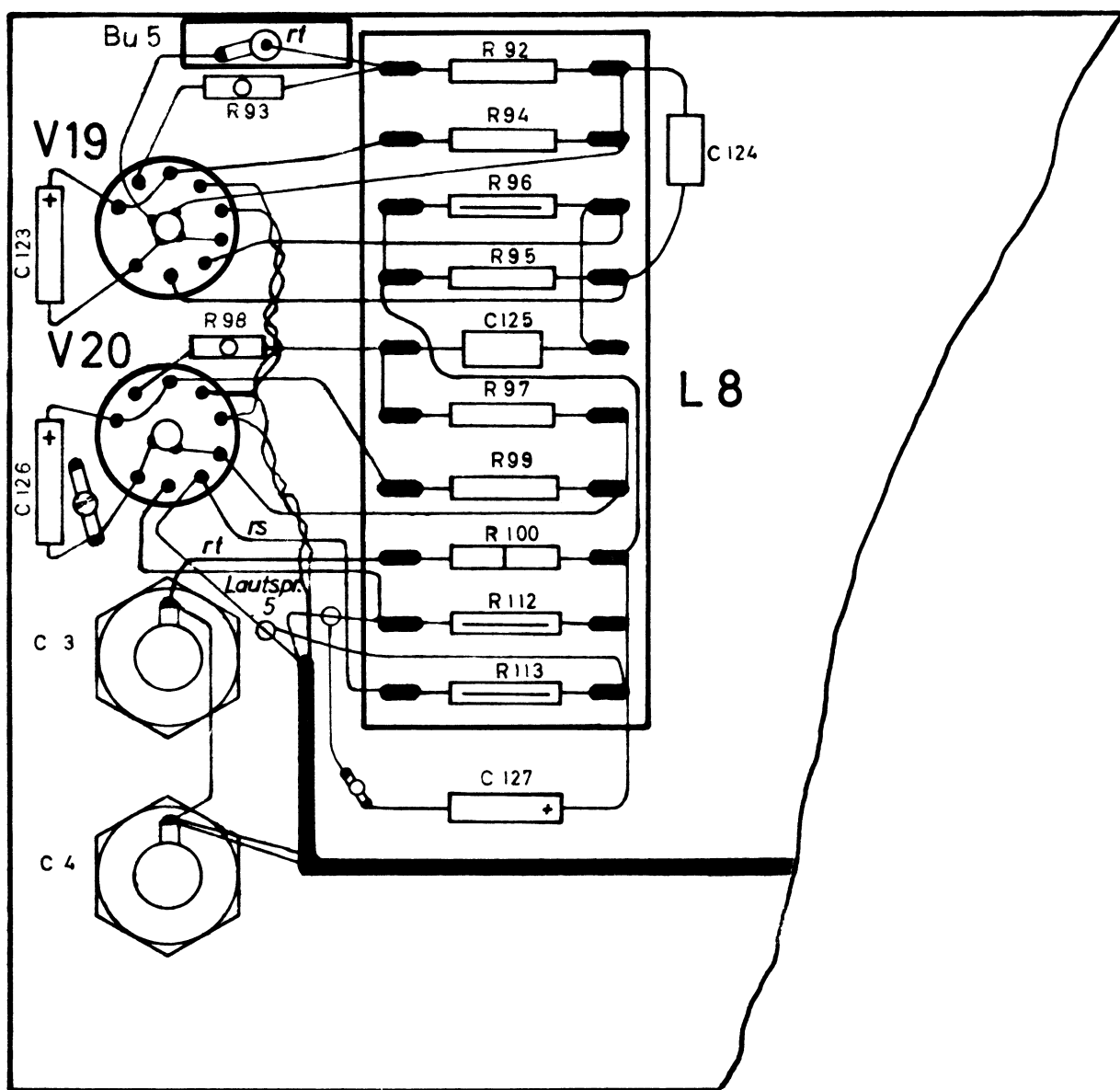


Bild 38 Niederfrequenzverstärker (Verdrahtungsplan)

3.2.3.8. Netzteil

Netzteil, 1-MHz-Quarzstufe, nachfolgender 10:1-Teiler und Niederfrequenzverstärker befinden sich auf einem Chassis, das durch Lösen von vier Schrauben aus dem Gerät herausgenommen werden kann. Die Verbindung zum Gerät wird über mehrpolige und eine Koaxialsteckverbindung hergestellt.

Ein Umschalten auf eine andere Netzspannung geschieht durch Umlöten des entsprechenden Anschlußpunktes am Netztransformator (siehe Bild 40).

Außer der Anoden- und Heizspannung liefert das Netzteil die stabilisierten Betriebsspannungen für den Quarzoszillator (+13,5V) und den Frequenzteiler (+4,7V). Die +13,5V werden in einem integrierten Spannungsstabilisator JS 301 erzeugt, während die +4,7V mit einer Z-Diode (Gr 304) aus der gleichgerichteten Heizspannung entstehen. Die Betriebsspannung für die Thermostatspannung ist unstabilisiert. Gr 301, Gr 303 befinden sich mit den Stabilisierungsschaltungen auf einer Leiterplatte, die auch den Frequenzteiler enthält.

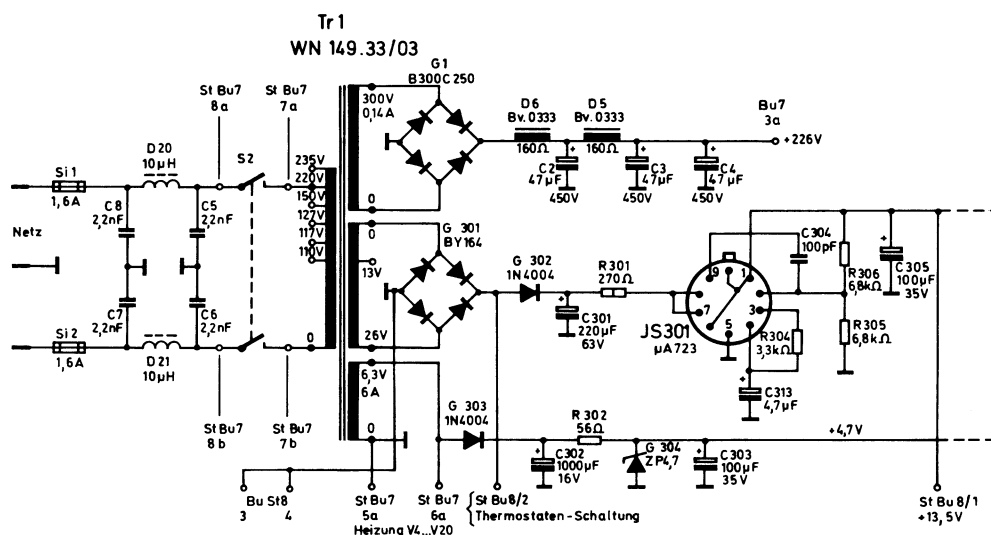


Bild 39 Netzteil

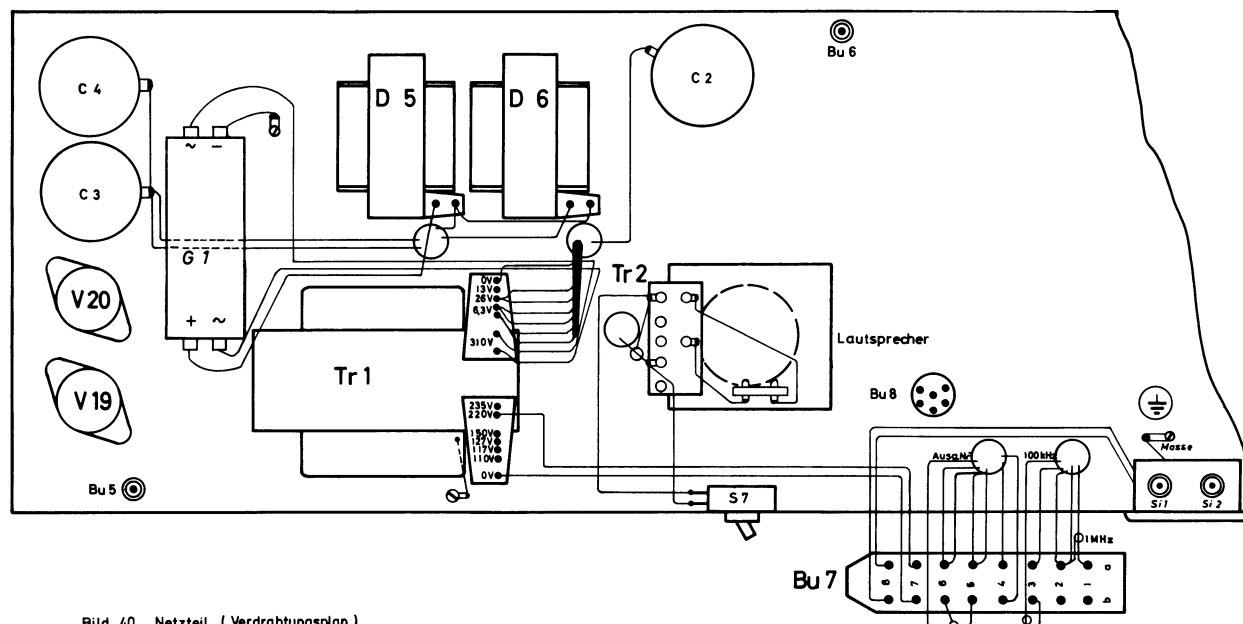


Bild 40 Netzteil (Verdrahtungsplan)

3.3. Reparaturanleitung

Ein im Gerät auftretender Fehler kann aufgrund seiner Auswirkungen auf die Frontplattenelemente (Instrumente, magisches Band und Ausgangsbuchse) so eingekreist werden, daß die Suche auf bestimmte Stellen der Schaltung begrenzt werden kann. Wir geben Hinweise, die es unter Umständen erlauben, Fehler schneller zu finden. Natürlich müssen einige Voraussetzungen erfüllt sein:

- 1) Die Stromversorgung des Geräts muß betriebsbereit sein und die entsprechenden Spannungen abgeben. Gegebenenfalls die Spannungen nachmessen.
- 2) Der Meßartenschalter S 3 muß sich in Stellung „Messen“ befinden und mechanisch in Ordnung sein.
- 3) Die 100-kHz-Frequenz an der geräterückseitigen Büschelbuchse Bu 3 muß mit einer Spannung von über 1 V vorhanden sein. Die Frequenzgenauigkeit ist mit einem externen Frequenznormal zu prüfen.

An der Frontplatte des Geräts bieten sich folgende Instrumente und Spannungen an, aus deren Verhalten sich Schlüsse ziehen lassen.

- 1) Magisches Band
 - 2) Instrument links neben der MHz-Skala
 - 3) Instrument links neben der 10-kHz-Skala
 - 4) Ausgangsspannung an der Buchse (Bu 3)
- Aus diesen vier Möglichkeiten wird eine vierstellige Zahl gebildet, die als Kenn-Nummer für die Fehlereingrenzung dient.

Die einzelnen Nummern werden auf folgende Weise gefunden:

1. Stelle :

Das magische Band:

Das magische Band (V 18) schließt sich beim Durchstimmen der MHz-Skala in Abständen von 1 MHz 0

Das magische Band ändert sich nicht beim Durchstimmen der MHz-Skala 3

2. Stelle :

Das Instrument links neben der MHz-Skala :

a) Synchronisierausschläge beim Durchstimmen der MHz-Skala in Abständen von 1 MHz 0

b) Ausschläge beim Durchstimmen der MHz-Skala in Abständen von 1 MHz vorhanden, synchronisiert aber nicht (starke Schwankungen des Instrumentenzeigers) 1

c) Beim Durchstimmen der MHz-Skala keine Ausschläge feststellbar 3

3. Stelle :

Das Instrument links neben der 10-kHz-Skala :

a) Synchronisierausschläge beim Durchstimmen der 10-kHz-Skala in Abständen von 20 kHz 0

b) Ausschläge beim Durchstimmen der 10-kHz-Skala in Abständen von 20 kHz vorhanden, synchronisiert aber nicht (Schwebungen) 1

c) Nur ein Synchronisierausschlag in der Skalenstellung 300 kHz 2

d) Beim Durchstimmen der 10-kHz-Skala keine Ausschläge feststellbar 3

4. Stelle :

Ausgangsspannung an der Ausgangsbuchse (Bu 3) ist vorhanden 0

Ausgangsspannung ist an der Ausgangsbuchse (Bu 3) nicht vorhanden 3

(Ausgangsspannung 40...60 mV (EMK) bei 30...92 MHz)

Die gefundene vierstellige Kennnummer wird in der linken Spalte der Tabelle gesucht. In der dazugehörigen Zeile sind die an dem Fehler beteiligten Schaltteile (bzw. Schaltungswege) angegeben. Es ist also nur das entsprechende Kapitel der technischen Beschreibung aufzuschlagen und der durch die Schaltteile angegebene Schaltungsweg zu kontrollieren.

3.31 Fehlertabelle für den Frequenzmesser FD 1

Kennzahl	Schaltungsteil	Fehler	Abschnitt	Bemerkungen
3000	Niederfrequenzverstärker: V 18 ... S 3''' ... (R 71) Hauptoszillator: (S 3''') ... R 71 ... Gr 11 ... C 93 ... R 69	Magisches Band: schließt sich nicht beim Durchstimmen der MHz-Skala	3.2.3.7. 3.2.3.4.	Die Schaltungswege V 18 und J 2 bis V 11 können mit Hilfe der Taste „0-Stellung“ auf einmal kontrolliert werden. Mit dem Nachstellknopf „0-Stellung“ muß das Instrument (J 2) auf Skalenmitte gedreht werden können und gleichzeitig das magische Band den längsten Leuchtbalken anzeigen.
3300	Hauptoszillator: J 2 R 55 (C 101) ... R 68; R 67 ... V 14 ... Sp 19 ... V 13 ... Sp 18 ... V 12 ... Sp 17 ... Sp 16 ... V 11 ... Sp 15 ... Sp 14 ... V 15 ... Sp 26; Sp 27; Sp 28 ... R 75a ... Sp 23; Sp 24; Sp 25 ... G 12 ... C 99 ... Sp 22 ... konzent. Kabel ... (C 38) Vervielfacher: (konzentr. Kabel) ... C 38 ... V 7 ... C 35	Instrument (J 2): (links neben der MHz-Skala). Beim Durchstimmen der MHz-Skala ist kein Ausschlag feststellbar.	3.2.3.4. 3.2.3.2.	
3330 (A)	Nebenoszillator: V 11'' ... Sp 12 ... Sp 13	Instrument (J 1): (links neben der 10-kHz-Skala). Beim Durchstimmen der 10-kHz-Skala ist kein Ausschlag feststellbar.	3.2.3.5.	
3330 (B)	Nebenoszillator: (G 5; G 6) ... R 34 ... (Sp 9) Vervielfacher: (R 34) ... Sp 9 ... Sp 8 ... V 6 ... Sp 7 ... Sp 6 ... V 5 ... C 229 ... konzent. Kabel ... (Vielfachsteckverbindung 1/a)		3.2.3.5. 3.2.3.2.	
3333	Hauptoszillator: (V 15) ... Sp 29; Sp 30; Sp 31 ... V 17	Ausgangsspannungsbuchse (Bu 3): An der Buchse keine Ausgangsspannung meßbar.	3.2.3.4.	

Kennzahl	Schaltungsteil	Fehler	Abschnitt	Bemerkungen
0003	Hauptoszillator: (V 17) ... C 117 ... Gr 14 ... C 118 ... konzent. Kabel ... Bu 3	Ausgangsspannungsbuchse (Bu 3): An der Buchse keine Ausgangsspannung meßbar.	3.2.3.4.	
0100	Hauptoszillator: R 54 ... C 106 ... C 105 ... C 107 ... C 73a ... R 77 ... V 16	Instrument (J 2): (links neben der MHz-Skala). Beim Durch- stimmen der MHz-Skala in Abständen von 1 MHz Aus- schläge, Oszillator aber nicht synchronisierbar (starke Schwankungen des Instru- mentenzeigers).	3.2.3.4.	
0030	Nebenoszillator: J 1 ... C 42 ... R 32; R 33 ... G 5; G 6 ... Sp 10 ... V 8 ... Sp 11 ... V 9 ... Sp 13	Instrument (J 1): (links neben der 10-kHz-Skala). Beim Durchstimmen der 10- kHz-Skala ist kein Ausschlag feststellbar.	3.2.3.5.	
0010	Nebenoszillator: R 30; R 31 ... C 41 ... C 51 ... R 45 ... V 10	Instrument (J 1): (links neben der 10-kHz-Skala). Beim Durchstimmen der 10- kHz-Skala treten Ausschläge von 20 kHz auf, jedoch keine Synchronisierung möglich. (Es treten Schwebungen auf).	3.2.3.5.	
0020	Nebenoszillator: R 40 ... konzent. Kabel ... (C 21) Teiler: (konzentr. Kabel) ... C 21 ... V 4 ... Sp 5; C 20	Instrument (J 1): (links neben der 10-kHz-Skala). Beim Durchstimmen der 10-kHz- Skala tritt nur ein einziger Synchronisierungsausschlag in der Skalenstellung „300 kHz“ auf.	3.2.3.3.	

3.3.2. ABGLEICHANWEISUNG FÜR DEN SERVICE-FREQUENZMESSER FD 1

Soll ein Gerät FD 1 von Grund auf neu abgeglichen werden, empfiehlt es sich, in der beschriebenen Reihenfolge vorzugehen. (Eine generelle Übersicht bieten die Bilder 9 und 10).

- R 323
(Bild 12)
(Bild 14) Stromzuführung zum Frequenzteiler 1 MHz/100 kHz (roter Draht von der Stromversorgung) durch Ablösen abtrennen. Röhrenvoltmeter (URV, GM 6026 oder ähnl.) an den Kollektor des Oszillatortransistors (T 303, am besten zugänglich am Stützpunkt der Oszillatorplatine, der durch einen kurzen Draht mit dem Abgleichdrehko des Quarzoszillators verbunden ist) anschließen. Normalerweise zeigt das Röhrenvoltmeter jetzt bereits einen Ausschlag, da der Quarz angeschwungen hat. Wenn nicht, dann Einstellpotentiometer R 323 neben dem Oszillatortransistor T 303 langsam im Uhrzeigersinn drehen. Die an diesem Punkt gemessene Amplitude soll 120 mV_{eff} betragen. Jetzt Katodenstrahloszillografen mit Vertikaleingang an den gleichen Punkt wie Röhrenvoltmeter anschließen, Horizontal-Eingang an 100 kHz Hausquarzversorgung. Es wird eine 1:10-Lissajousfigur sichtbar, die mit dem Einstelldrehko zum Stehen gebracht wird. Erforderlichenfalls Amplitude auf 120 mV korrigieren.
- Sp 301
R 324
(Bild 12
bis Bild 15) Frequenzteiler wieder an Stromzuführung anschließen. RVM an Primär-Anzapfung Spule 301 anschließen, mit Einstellpotentiometer R 324 ca. 200 mV einstellen. Spule 301 auf Maximum abgleichen und verwachsen.
- R 324
(Bild 12)
(Bild 14) Oszillograf an die 100 kHz Ausgangsbuchse des Chassis. Mit Einstellpotentiometer R 324 (auf Oszillatorplatine) die Spannung U_{min} an RVM ermitteln, bei der die Lissajousfigur 1:1 erscheint und verschwindet. Feststellen ob der Teiler bis zum 1,8fachen Wert der Spannung U_{min} einwandfrei arbeitet (Aufdrehen von R 324). Mit R 324 den 1,4fachen Wert von U_{min} einstellen (ca. 100 – 200 mV_{eff}).
- Ist der Synchronisierbereich kleiner als 1:1,8, feststellen wo ggf. durch Bauteile zu große Unsymmetrie in der Schaltung des Teilers auftritt oder ob sonstiger Fehler vorhanden.
- Sp 302
(Bild 13)
(Bild 15b) Das Röhrenvoltmeter ist an den 100-kHz-Ausgang der Koaxialbuchse (Geräterückseite) anzuschließen, die Spule 302 ist auf maximale Amplitude abzugleichen. Die Ausgangsspannung soll größer als 1 V_{eff} sein.
- C 322
(Bild 12)
(Bild 14) Die Quarzgenauigkeit wird im Werk gemäß Datenblatt eingestellt. Ein Nachgleich der Quarzfrequenz ist durch den Trimmer C 322 möglich. Dies empfehlen wir dem Kunden nur, wenn ein genaues Frequenznormal zur Verfügung steht.
- Vor einem Abgleich der Spulen Sp 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 14, 15, 22 sollen die Abgleichkerne in ihre ungefähr richtige Stellung gebracht werden, und zwar müssen die oberen Ränder der Abgleichkerne mit denen der Spulenkörper abschneiden.
- Sp 6
(Bild 19)
(Bild 21) Ein Röhrenvoltmeter wird über 1 pF an das blaue Ende der Spule Sp 6 gelegt. Der Abgleichkern dieser Spule wird so eingeregelt, daß bei 1 MHz ein Maximalausschlag am Röhrenvoltmeter auftritt.
- Sp 7
(Bild 19)
(Bild 21) Das Röhrenvoltmeter wird nun über 1 pF an das blaue Ende der Spule Sp 7 angeschlossen und auf die gleiche Weise eingeregelt.
- Sp 8
(Bild 19)
(Bild 21) Das Röhrenvoltmeter ist an das gelbe Ende der Spule Sp 8 anzuschließen. Der Kern dieser Spule wird so verstellt, daß ein Maximalausschlag bei 5 MHz auftritt. Gleichzeitig werden noch die Spulen Sp 6 und Sp 7 nachgestellt.
- Sp 9
(Bild 19)
(Bild 21) Man schließe das Röhrenvoltmeter an das grüne Ende der Spule Sp 9 an. Der Kern dieser Spule wird auf Maximum bei 5 MHz eingestellt. Daraufhin sind die Spulen Sp 6, 7, 8, 9 noch einmal nachzustimmen.
- Sp 11
(Bild 32)
(Bild 34) Man lege eine Drahtbrücke vom grünen Ende der Spule Sp 9 zum blauen Ende der Spule Sp 13 (die Frequenz 5 MHz kommt dadurch am Steuergitter der Röhre V 9 zu liegen). Das Röhrenvoltmeter ist an das grüne Ende der Spule Sp 11 anzuschließen. Der Kern der Spule Sp 11 wird auf maximalen Ausschlag bei 5 MHz eingeregelt.
- Sp 10
(Bild 32)
(Bild 34) Das Röhrenvoltmeter wird an das gelbe Ende der Spule Sp 10 gelegt. Der Kern der Spule Sp 10 wird auf maximalen Ausschlag bei 5 MHz eingeregelt. Außerdem stimme man Spule Sp 11 noch einmal nach. Die Drahtverbindung zwischen Sp 9 und Sp 13 darf wieder entfernt werden.

- Sp 12, C 55 (Bild 32) (Bild 34) Der Meßartenschalter befindet sich in Stellung „Messen“. Die Taste (Drucktastenschalter S 5) „Test Eichungskontrolle“ des Nebenoszillators (neben der 10-kHz-Skala) wird gedrückt. In Stellung 300 kHz erscheint nun ein Synchronisationsausschlag am Instrument (J 1). Man kontrolliere alle 20-kHz-Rastpunkte und stelle bei eventuellen Abweichungen von der Skaleneichung in der Skalenstellung 0 kHz (rechte Grenze der Skaleneichung) mit dem Kern der Spule 12 und in Skalenstellung 1 MHz (linke Grenze der Skaleneichung) mit dem Trimmer C 55 nach. Es empfiehlt sich, diesen Abgleich wechselweise mehrmals zu wiederholen.
- Sp 17 (Bild 28) (Bild 30) C 75, C 77 Sp 19, C 80 Die Röhre V 15 ist zu entfernen und dem Steuergitter der Röhre V 11 eine Frequenz von 310 kHz aus einem Meßsender zu geben. An das grüne Ende der Spule Sp 17 wird das Röhrenvoltmeter angeschlossen. Die Trimmer C 75 und C 77 werden so eingestellt, daß das Röhrenvoltmeter bei 310 kHz Maximalausschlag anzeigt.
Man lege den Taster des Röhrenvoltmeters an das gelbe Ende der Spule Sp 19 und den Tastkopf eines Elektronenstrahloszillografen an den Meßpunkt C 132). Die Ausgangsspannung des Meßsenders ist nun so weit zu verkleinern, daß die Begrenzerdioden noch nicht ansprechen (auf dem Schirm des Oszillografen zeigt sich eine Amplitude, die noch nicht begrenzt ist). Mit dem Trimmer C 80 muß ein eindeutiges Maximum (ersichtlich am Röhrenvoltmeter und am Oszillografen) einstellbar sein. Die Bearbeitung der Trimmer C 75, C 77, C 80 wird wiederholt.
- C 84 (Bild 28) (Bild 30) Der Meßsender ist auf 300 kHz einzustellen. Der Trimmer C 84 wird so eingestellt, daß am Röhrenvoltmeter bei 300 kHz Maximalausschlag auftritt. Zu beachten ist, daß die 300-kHz-Spannung des Meßsenders so eingestellt wird, daß die Begrenzung noch nicht anspricht. Der Begrenzungseinsatz läßt sich am Meßpunkt (C 131) eines Oszillografen kontrollieren.
- Sp 21 (Bild 28) Die Spule Sp 21 wird in Mittelstellung gedreht (rechts neben der 1-kHz-Skala).
- Sp 20 (Bild 28) (Bild 30) Das Röhrenvoltmeter ist wieder zu entfernen. Der Meßsender bleibt auf 300 kHz stehen. Die 1-kHz-Skala (Diskriminator) wird auf 0 gestellt. Der Abgleichkern der Spule Sp 20 wird so eingestellt, daß bei 300 kHz das magische Band (in Stellung „Messen“) Maximalausschlag zeigt. Nunmehr wird auch der Meßsender vom Steuergitter der Röhre V 11 entfernt.
- Der Feinabgleich der Spule Sp 20 mit C 86 auf die Skaleneichung wird später beschrieben.
- Sp 15 (Bild 27) (Bild 30) Die Röhre V 15 bleibt immer noch entfernt (wie beim Abgleich der Trimmer C 75, C 77, C 80); es wird noch die Röhre V 17 gezogen. Die Frequenz 5 MHz wird vom grünen Ende der Spule Sp 9 über einen Kondensator von ca. 10 pF an das blaue Ende der Spule Sp 15 gelegt. Der Meßartenschalter soll in Stellung „Messen“ stehen. Die 10-kHz-Skala (Nebenoszillator) wird auf den Punkt 0 kHz gestellt. Mit dem Kern der Spule Sp 15 wird auf größten Ausschlag des magischen Bandes eingestellt.
- Um ein scharfes Maximum einstellen zu können, empfiehlt es sich, vom grünen Ende der Spule Sp 17 gegen Masse einen Dämpfungswiderstand zu legen.
- Sp 14 (Bild 27) (Bild 30) Die Röhre V 15 ist wieder in ihre Fassung zu stecken. Die am blauen Ende der Spule Sp 15 über 10 pF liegenden 5 MHz werden jetzt an das Steuergitter der Röhre V 15 gelegt. Man betätige den Kern der Spule Sp 14 so, wie es bereits beim Abgleich der Spule Sp 15 erklärt wurde. Dabei wird Sp 15 noch einmal nachgestimmt.
- Der Meßsender ist daraufhin vom Steuergitter der Röhre V 15 zu entfernen.
- Bei dem Abgleich der Spulen Sp 15 und Sp 14 handelt es sich um eine grobe Abstimmung, die es ermöglicht, ohne weitere Meßgeräte auskommen zu können. Die Erklärung der Feinabstimmung folgt später.
- Sp 22 (Bild 27) (Bild 30) Man löte den Ankoppelkondensator C 35 einseitig ab. An das Steuergitter der Röhre V 7 wird aus einem Meßsender die Frequenz 20 MHz gelegt. Der Widerstand R 75a ist masseseitig abzulöten. Zwischen Masse und R 75a wird ein 100 μ A-Instrument gelegt. Man stelle den Kern der Spule Sp 22 auf maximalen Instrumentenausschlag ein. C 35 und R 75a ist wieder anzulöten.
- Sp 31, C 113 (Bild 27) (Bild 30) Die Röhre V 17 ist in ihre Fassung zu stecken. Ein Meßsender (Bereich 30...92 MHz) wird an die Buchse B 3 (Ausgang–Eingang 30–92 MHz) des FD 1 angeschlossen. Mit Hilfe eines Kopfhörers oder nach Einschalten des eingebauten Lautsprechers läßt sich die Eichung des Haupt-Oszillators gegen den Meßsender vergleichen. Im Bereich 3 wird am hochfrequenten Ende der Skala (92 MHz) die Frequenz des Oszillators mit dem Trimmer C 113 nachgezogen, am niederfrequenten Ende (60 MHz) mit der Spule Sp 31. Es empfiehlt sich, diesen Vorgang einige Male zu wiederholen. Im Bereich 2 wird bei 61 MHz mit C 130, bei 43 MHz mit der Spule Sp 30 nachgestellt und im Bereich 1 mit C 131 bei 43 MHz,

mit Spule Sp 29 bei 30 MHz. Deckt sich die Frequenz des Hauptoszillators annähernd mit seiner Skalen-eichung, so kann das mitlaufende Filter (Sp 23 ... Sp 28; C 28, C 94 und C 136 ... C 140) abgeglichen werden.

Der Meßsender wird vom FD 1 (Buchse 3) gelöst.

Das mitlaufende Filter (Hauptoszillator) soll so eingestellt werden, daß es einen Durchlaßbereich von 1 MHz hat. Das heißt: die Resonanz der Schwingkreise C 97, Sp 23 ... Sp 25 liegt 5 MHz tiefer als die Frequenz des Hauptoszillators; die Resonanz der Schwingkreise C 95, Sp 26 ... Sp 28 liegt 6 MHz tiefer.

C 98, Sp 25 Die 10-kHz-Skala (Nebenoszillator) steht auf 0 kHz, die 1-kHz-Skala (Feinverstimmung „Diskriminator“) auf 10 kHz. Die MHz-Skala wird im Bereich 3 auf 90 MHz eingestellt. Es wird ein Oszillograf an den C 140, Sp 24 Meßpunkt C 132 angeschlossen. Der Trimmer C 98 ist bei 85 MHz (Resonanz des mitlaufenden Filters) C 139, Sp 23 so einzuregeln, daß am Oszillografen ein Maximum der Amplitude angezeigt wird. Die 310-kHz-Fre- (Bild 27) quenz (am Oszillografen sichtbar) ist zulässigerweise sehr stark begrenzt. Um aber ein definiertes (Bild 30) Maximum einstellen zu können, darf die Begrenzung noch nicht einsetzen. Parallel zum grünen Ende und dem Masseanschluß der Spule Sp 17 muß ein geeigneter Dämpfungswiderstand geschaltet werden. Die Spule Sp 25 wird in Skalenstellung 62 MHz, Filter bei 57 MHz in gleicher Weise eingeregelt. Dieser Abgleich C 98 und Sp 25 wird mehrmals wiederholt. Für den Bereich 2 ist wie im Bereich 3 sinngemäß vorzugehen. Mit Trimmer C 140 in Skalenstellung 60 MHz, Filter bei 55 MHz und mit Spule Sp 24 in Skalenstellung 43 MHz, Filter bei 38 MHz abgleichen. Im Bereich 1 mit Trimmer C 139 in Skalenstellung 43 MHz, Filter bei 38 MHz und mit Spule Sp 23 in Skalenstellung 30 MHz bei 25 MHz abgleichen.

Anmerkung:

Man beachte, daß der zweite mitlaufende Kreis mit den Schwingkreisen C 95, Sp 26 ... 28 grob abge-glichen werden muß und mit seiner Resonanz in der Nähe des beschriebenen Kreises C 97, Sp 23 ... 25 liegt.

Die Abstimmung des Kreises C 95, Sp 26 ... 28 erfolgt nach der Feinabstimmung (Nebenoszillator) des mitlaufenden Filters C 74, Sp 14 und C 64, Sp. 15. Der Hauptoszillator (MHz-Skala) wird auf einen be-liebigen „MHz“-Punkt synchronisiert. Die 10-kHz-Skala (Nebenoszillator) steht auf 0 kHz und die 1-kHz-Skala (Feinverstimmung „Diskriminator“) steht auf 10 kHz. Der Oszillograf bleibt weiterhin am Meßpunkt C 132 angeschlossen und es muß eine Frequenz von 310 kHz erscheinen.

Sp 14, C 71 Die Spulen Sp 14 und 15 werden auf maximale Amplitude eingestellt. Man stelle die 10-kHz-Skala Sp 15, C 66 (Nebenoszillator) auf die linke Grenze der Eichung (1,0 MHz). Es werden die Trimmer C 71, C 66 auf (Bild 27) maximale Amplitude eingestellt. Dieser Abgleich wird mehrmals wiederholt. Um ein definiertes Maxi- (Bild 30) mum einstellen zu können, darf das Schirmbild des Oszillografen keine Begrenzung erkennen lassen. Der Dämpfungswiderstand (angedeutet beim Abgleich des mitlaufenden Filters C 98, Sp 25; C 140, Sp 24; C 139, Sp 23), der vom grünen Ende Spule 17 zur Masse parallel liegt, muß so gewählt werden, daß die Begrenzungen noch nicht ansprechen.

Sp 26, C 138 Die nächste Arbeit ist der Abgleich des zweiten mitlaufenden Kreises (C 95, Sp 26 ... 28) des Haupt- Sp 27, C 137 oszillators.

Sp 28, C 94 Die 10-kHz-Skala (Nebenoszillator) ist auf linke Grenze der Eichung (1,0 MHz) und die 1-kHz-Skala (Bild 27) (Feinverstimmung „Diskriminator“) auf 10 kHz einzustellen. Der Oszillograf bleibt, wie bei dem vor- (Bild 30) hergehenden Abgleich, am Meßpunkt C 132 angeschlossen.

Die MHz-Skala (Hauptoszillator) wird auf 90 MHz Bereich 3) eingestellt. Der Trimmer C 94 wird bei 84 MHz (Resonanz des mitlaufenden Filters) so eingeregelt, daß vom Oszillografen Amplitudenmaxi-mum angezeigt wird. Um ein definiertes Maximum einstellen zu können, darf keine Begrenzung ein-treten. Der Dämpfungswiderstand, der am grünen Ende der Spule Sp 17 liegt, ist dementsprechend auszusuchen.

Die Spule Sp 28 wird in Skalenstellung 62 MHz, Filter bei 56 MHz, in gleicher Weise eingeregelt. Die-sen Abgleich, Trimmer (C 94) Spule (Sp 28), wiederhole man mehrmals.

Im Bereich 2 wird wie im Bereich 3 sinngemäß vorgegangen. Mit Trimmer C 137 in Skalenstellung 61 MHz, Filter bei 55 MHz und mit Spule Sp 27 in Skalenstellung 43 MHz, Filter bei 37 MHz abgleichen. Im Bereich 1 mit Trimmer C 138 in Skalenstellung 43 MHz, Filter bei 37 MHz und mit Spule Sp 26 in Ska-lenstellung 30 MHz, Filter bei 24 MHz abgleichen. Der Abgleich der mitlaufenden Kreise wird mehrmals wiederholt.

Der Dämpfungswiderstand am grünen Ende der Spule Sp 17 auf Masse ist wieder zu entfernen.

Nach Abschluß der zuvor beschriebenen Abgleicharbeiten muß in allen Stellungen (Synchronisierungspunkten) der MHz-Skala (Hauptoszillator) und der 10-kHz-Skala (Nebenoszillator) das Schirmbild des Oszillografen gleich große Amplituden und Formen der Begrenzungskurven zeigen. Dabei drücke man jeweils die untere Taste „Test“ (Drucktastenschalter S 4 neben der Feinverstimmungsskala „Diskriminator“) und vergleiche mit der vervielfachten 100-kHz-Frequenz. Die Amplitude dieser Frequenz und die des Mischproduktes mit dem Spektrum soll möglichst gleich groß sein.

Ist die Amplitude des Mischproduktes zu groß, dann muß der zwischen den Drosseln D 7 und D 8 angeschlossene und nach Masse führende Widerstand R 109 verkleinert werden.

Ist die Amplitude des Mischproduktes zu klein, so muß der Widerstand R 109 vergrößert werden.

R 69 Auf der MHz-Skala (Hauptoszillator) folgt der Zeiger des Instrumentes J 2 der Skalendrehung innerhalb eines „MHz“-Synchronisierungspunktes. Der Zeiger wird nun im synchronisierten Zustand auf Mitte gestellt und mit der 10-kHz-Skala (Nebenoszillator) eine definierte $\pm$ -Verstimmung (ev. ± 20 kHz) eingestellt. Ist die Anzeige am Instrument J 2 nicht symmetrisch, so kann mit dem Regelwiderstand R 69 diese Unsymmetrie ausgeglichen werden.

Sp 20, C 88 Die 1-kHz-Skala (Feinverstimmung „Diskriminator“) wird auf 0 kHz eingestellt. Wird nun die Taste (Bild 28) „Test“ (Drucktastenschalter S 4 neben der 1-kHz-Skala) gedrückt, so schließt sich das magische Band (Bild 30) und der Zeiger des Instrumentes J 2 wandert nach links oder rechts aus. Der Kern der Spule Sp 20 wird so verstellt, daß der Zeiger des Instrumentes J 2 genau auf Mitte steht. Dabei bleibt die Spule Sp 21 in Mittelstellung.

Die Exaktheit der Eichung der 1-kHz-Skala (Feinverstimmung) kann wie folgt überprüft werden:

Man drehe die 1-kHz-Skala (Feinverstimmung „Diskriminator“) genau auf 0 kHz, synchronisiere die 10-kHz-Skala (Nebenoszillator) auf „20 kHz“ und stelle die MHz-Skala (Hauptoszillator) so ein, daß der Zeiger des Instrumentes J 2 genau auf Mitte (Null) steht. Daraufhin stelle man die 1-kHz-Skala (Feinverstimmung „Diskriminator“) auf „20 kHz“. Der Zeiger von Instrument J 2 wandert nach rechts. Wird nun die 10-kHz-Skala (Nebenoszillator) auf 0 kHz gestellt, dann muß der Instrumentenzeiger wieder genau auf Mitte (Null) zurückgegangen sein. Ist eine Abweichung festzustellen, dann kann durch Abgleich mit dem Trimmer C 88 bei „20 kHz“ und mit der Spule Sp 20 bei „0 kHz“ der Gleichlauf wiederhergestellt werden.

Nach Abgleich des Trimmers C 88 sichere man diesen mit Lack.

3.4. Hinweise zur Mechanik des Gerätes FD 1

3.4.1. Abnehmen der Haube

An der Rückseite des Gerätes ist die Haube mit 4 Schrauben befestigt. Sie werden mit einem Schraubenzieher gelöst. Nun läßt sich die Haube nach hinten abnehmen.

3.4.2. Abziehen der Knöpfe

Die Knöpfe werden folgendermaßen abgezogen:

In der Mitte auf dem Knopf befindet sich eine runde Abdeckplatte, die mit einem Schraubenzieher seitlich angehoben werden kann. Sie läßt sich dann leicht herausziehen. Darunter befindet sich eine Sechskantschraube mit Schraubschlitz. Die Schraube wird gelockert; dann läßt sich der Knopf leicht abziehen. (Die Befestigung hat Ähnlichkeit mit einem Bohrfutter.)

3.4.3. Ausbau des Netzteiles mit Quarzstufe

Die beiden Chassis des Gerätes sind so angeordnet, daß sie Boden an Boden befestigt sind. Besteht nun die Notwendigkeit, daß im Chassis eine Reparatur ausgeführt werden muß, dann läßt sich das Chassis, auf dem sich das Netzteil und die Quarzstufe befinden, auf folgende Weise ausbauen:

Die Tuchelvielfachsteckverbindung und die Koaxialsteckverbindung werden getrennt und die Schrauben, mit denen das Chassis befestigt ist, gelöst. Das Chassis läßt sich jetzt seitlich herausnehmen. Wird die elektrische Verbindung über den Vielfachstecker und den Koaxialstecker wieder hergestellt, dann ist das Gerät wieder betriebsbereit und beide Chassisinnenseiten sind zugänglich.

Die folgenden Ersatzteillisten sollen dem Benützer helfen, Ersatzteile selbst zu beschaffen, sodaß sich Rückfragen oder Bestellungen bei uns erübrigen.

Wir werden uns selbstverständlich bemühen, Ersatzteile, die nur von uns bezogen werden können, auf Lager zu halten, um Ersatzteilwünsche befriedigen zu können. Da jedoch die meisten unserer Kunden über Bestände gängiger Bauelemente verfügen, bitten wir, auf diese zurückzugreifen. Diese Regelung spart unseren Kunden und uns Arbeit und Kosten.

Fußnoten zu den Ersatzteillisten

- 1) Bei der ersten Nennung eines Bauelementes steht hier die Gesamtstückzahl pro Gerät. Bei weiteren Nennungen erfolgt keine Stückzahlangebe.
- 2) In dieser Spalte ist jeweils ein im Stromlauf benachbartes, auffälligeres Bauelement genannt. Zu nicht eingeklammerten Bauelementen besteht außerdem eine unmittelbare elektrische Verbindung.

3.5. Ersatzteilliste Service-Frequenzmesser FD 1

Pos. Nr.	Benennung / Wert	SCHOMANDL-Nr.	Hersteller und Bestellbezeichnung	Stück ¹⁾ pro Gerät	Lage ²⁾
<u>Kondensatoren</u>					
C 2	Elektrolytkond. 47 μ F $\pm$ 50%-10% 450V	110.24/850	Siemens B 43090- A 5476-T	3	Netzteil
C 3	- " -	- " -	- " -		"
C 4	- " -	- " -	- " -		"
C 5	Papierkond. 2,2nF $\pm$ 20% 400 V	111.10/01	Roederstein P 1872-2,2nF/ 1000V-	4	"
C 6	- " -	- " -	- " -		"
C 7	- " -	- " -	- " -		"
C 8	- " -	- " -	- " -		"
C 15	Ker.Rohrkond. 82 pF $\pm$ 2% NPO 500 V	113.31.26/282	Ros. Rr 2x20 500V 82 pF $\pm$ 2% NPO/IB	1	(V4)
C 16	Folienkond. 0,47 μ F $\pm$ 10% 400 V	111.42/647	Valvo KT-Ko 311 0,47/10/400	2	(V4)
C 17	- " - 22nF $\pm$ 20% 400 V	111.43/522	Roederstein KT 1811-22nF/400V-	11	V4
C 18	- " -	- " -	- " -		V4
C 19	Ker. Rohrkond. 22 pF $\pm$ 2% NPO 500 V	113.31.26/222	Ros. Rr 2x12 500V 22 pF $\pm$ 2% NPO/IB	4	(V4)
C 20	Styroflexkond. 1nF $\pm$ 2,5% 160V	111.32/410	Siemens B31310-A1102-H	1	(V4)
C 21	Ker.Rohrkond. 68pF $\pm$ 2% NPO 500 V	113.31.26/268	Ros. Rr 2x20 500 V 68pF $\pm$ 2% NPO/IB	2	(V9)
C 23	Ker.Rohrk.Batterie 220pF $\pm$ 2% N033 500 V	113.35.29/322	Ros.B2d 3x30 500V 220pF $\pm$ 2% N033/IB	3	V5
C 24	Folienkond. 22nF $\pm$ 20% 400 V	111.43/522	Roederstein Kt 1811-22nF/400V-		Sp6(V5)
C 25	Ker.Scheibenkond. 2,2pF $\pm$ 0,25pF NPO 250 V	113.21.26/122	Ros.Sp4 250V 2,2pF $\pm$ 0,25pF NPO/IB	1	Sp6(V5)
C 26	Papier Df-Kond. 10nF 350 V	111.21/01	Roederstein ERO P 1730-10nF/350V-	11	S6(V5)
C 27	- " -	- " -	- " -		(V12)
C 28	Ker.Rohrkond.Batterie 220pF $\pm$ 2% N033 500 V	113.35.29/322	Ros. B2d 3x30 500V 220pF $\pm$ 2% N033/IB		Sp7(V6)
C 29	Ker.Rohrkond.100pF $\pm$ 2% NPO 500 V	113.31.26/310	Ros. Rr 3x20 500V 100pF $\pm$ 2% NPO/IB	2	V6
C 30	Folienkond.10nF $\pm$ 10% 400 V	111.42/510	Valvo Kt-Ko 311 0,010/10/400	13	V6
C 31	Ker. Rohrkond. 47pF $\pm$ 2% NPO 500 V	113.31.26/247	Ros. Rr 2x16 500V 47pF $\pm$ 2% NPO/IB	13	Sp8(V6)
C 32	Papier Df-Kond. 10nF 350 V	111.21/01	Roederstein ERO P 1730-10nF/350V-		(V13)
C 33	Ker.Rohrkond. 1nF $\pm$ 20% R2000 500 V	113.31.81/410	Ros. Rr 2x12 500V 1nF $\pm$ 20% R2000/IIR	2	Sp8(V6)
C 34	- " - 100pF $\pm$ 2% NPO 500 V	113.31.26/310	Ros. Rr 3x20 500V 100pF $\pm$ 2% NPO/IB		Sp8/9(V6)
C 35	- " - 47pF $\pm$ 2% NPO 500 V	113.31.26/247	Ros. Rr 2x16 500V 47pF $\pm$ 2% NPO/IB		V7
C 36	- " - - " -	- " -	- " -		Sp9(V7)
C 37	Folienkond. 10 nF $\pm$ 10% 400 V	111.42/510	Valvo KT-Ko 311 0,010/10/400		V7
C 38	Ker.Rohrkond. 47pF $\pm$ 2% NPO 500 V	113.31.26/247	Ros. Rr 2x16 500V 47pF $\pm$ 2% NPO/IB		V7
C 39	- " -	- " -	- " -		Sp 10(V8)
C 40	- " -	- " -	- " -		Sp 10(V8)
C 41	Papier Df-Kond. 10nF 350V	111.21/01	Roederstein ERO P 1730-10nF/350V-		S3'(V8/4)
C 42	- " -	- " -	- " -		J1(V8/4)
C 43	Folienkond. 0,22 μ F $\pm$ 10% 400V	111.42/622	Valvo KT-Ko 311 0,22/10/400		Sp10(V8)
C 44	Ker.Rohrkond. 47pF $\pm$ 2% NPO 500V	113.31.26/247	Ros. Rr 2x16 500V 47pF $\pm$ 2% NPO/IB		V8
C 45	Folienkond. 10nF $\pm$ 10% 400V	111.42/510	Valvo KT-Ko 311 0,010/10/400		V8
C 46	- " -	- " -	- " -		Sp11(V8)
C 47	Ker.Rohrkond. 47pF $\pm$ 2% NPO 500V	113.31.26/247	Ros. Rr 2x16 500V 47pF $\pm$ 2% NPO/IB		Sp11(V9)
C 48	Folienkond. 10nF $\pm$ 10% 400V	111.42/510	Valvo KT-Ko 311 0,010/10/400		V9
C 49	Ker.Rohrkond. 47pF $\pm$ 2% NPO 500V	113.31.26/247	Ros. Rr 2x16 500V 47pF $\pm$ 2% NPO/IB		V9

Zu 1) und 2) siehe Seite 48

Pos. Nr.	Benennung / Wert	SCHOMANDL-Nr.	Hersteller und Bestellbezeichnung	Stück ¹⁾ pro Gerät	Lage ²⁾
C 50	Papier Df-Kond. 10nF 350 V	111.21/01	Roederstein ERO P 1730- 10nF/ 350V-		(V15/11)
C 51	- " -	- " -	- " -		(V10)
C 52	Ker.Rohrkond. 47pF $\pm$ 2% NPO 500 V	113.31.26/247	Ros. Rr 2x16 500V 47pF $\pm$ 2% NPO/IB		V10
C 53	Folienkond. 10nF $\pm$ 10% 400V	111.42/510	Valvo KT-Ko 311 0,010/10/400		V10
C 54	- " -	- " -	- " -		Sp12(V10)
C 55	Lufttrimmer Δ C=25pF	116/06	Valvo Typ 804/4 3,5/25pF nicht isoliert	10	Sp12(V10)
C 56	Ker.Rohrkond. 47pF $\pm$ 2% NPO 500V	113.31.26/247	Ros. Rr 2x16 500V 47pF $\pm$ 2% NPO/IB		V11
C 57	Folienkond. 10 nF $\pm$ 10% 400V	111.42/510	Valvo KT-Ko 311 0,010/10/400		V11
C 58	- " - 1 nF $\pm$ 20% 400V	111.43/410	Roederstein KT 1811-1nF / 400V-	1	V11/10
C 60	Drehkond. Δ C= 3x160pF	885.21.13	Ausgangsteil: Valvo 2222 805 90007		
			Drehkond. zusammen mit C 64 u. C 74	1	V10
C 61	Ker.Rohrk.Batt. 220pF $\pm$ 2% N033 500V	113.35.29/322	Ros. B2d 3x30 500V 220pF $\pm$ 2% N033/IB		V10
	Ker.Rohrk. 22pF $\pm$ 2% NPO 500V	113.31.26/222	Ros. Rr 2x12 500V 22pF $\pm$ 2% NPO/IB		} parallel geschaltet
C 62	Folienkond. 10nF $\pm$ 10%	111.42/510	Valvo KT-Ko 311 0,010/10/400		
C 62a	- " - 22nF $\pm$ 20% 400V	111.43/522	Roederstein KT 1811-22nF/400V-		Sp16(V10)
C 64	Drehkond. Δ C=160pF in C 60 enthalten				V11
C 65	Ker.Rohrkond.Batt. 270pF $\pm$ 2% N075 500V	113.35.36/327	Ros. B2d 3x30 500V 270pF $\pm$ 2% N075/IB	2	V11
C 66	Lufttrimmer Δ C=25pF	116/06	Valvo Typ 804/4 3,5/25pF nicht isoliert		V11
C 66a	Ker.Rohrkond. 10pF $\pm$ 0,25pF NPO 500V	113.31.26/210	Ros. Rr 2x10 500V 10pF $\pm$ 0,25pF NPO/IB	5	V11
C 67	Folienkond. 10nF $\pm$ 10% 400V	111.42/510	Valvo KT-Ko 311 0,010/10/400		Sp15(V11)
C 68	- " - 22nF $\pm$ 20% 400V	111.43/522	Roederstein KT 1811-22nF / 400V-		Sp15(V11)
C 69	Papier Df-Kond. 10nF 350V	111.21/01	- " - ERO P 1730- 10nF/350V-		(S4)
C 70	Folienkond. 10nF $\pm$ 10% 400V	111.42/510	Valvo KT-Ko 311 0,010/10/400		Sp(V15/11)
C 71	Lufttrimmer Δ C =25pF	116/06	Valvo Typ 804/4 3,5/25pF nicht isoliert		Sp14/V15
C 71a	Ker.Rohrkond. 10pF $\pm$ 0,25pF NPO 500V	113.31.26/210	Ros. Rr 2x10 500V 10pF $\pm$ 0,25pF NPO/IB		Sp14/V15
C 72	Ker.Rohrkond.Batt. 270pF $\pm$ 2% N075 500V	113.35.36/327	Ros. B2d 3x30 500V 270pF $\pm$ 2% N075/IB		V15
C 73	Folienkond. 10nF $\pm$ 10% 400V	111.42/510	Valvo KT-Ko 311 0,010/10/400		(V14)
C 73a	Ker.Rohrkond. 330pF $\pm$ 2% N750 500V	113.31.66/333	Ros. Rr 3x25 500V 330pF $\pm$ 2% N750/IB	1	S31'(V14)
C 74	Drehkond. Δ C=160pF in C 60 enthalten				V 15
C 75	Lufttrimmer Δ C=25pF	116/06	Valvo Typ 804/4 3,5/25pF nicht isoliert		Sp16(V10)
C 75a	Ker.Rohrkond. 8,2pF $\pm$ 0,25pF NPO 500V	113.31.26/182	Ros. Rr 2x10 500V 8,2pF $\pm$ 0,25pF NPO/IB	1	Sp16(V10)
C 76	Ker.Scheibenkond. 4,7pF $\pm$ 0,25pF NPO 250V	113.21.26/147	Ros.Sp4 250V 4,7pF $\pm$ 0,25pF NPO/IB	1	Sp 16/17
C 77	Lufttrimmer Δ C=25pF	116/06	Valvo Typ 804/4 3,5/25pF nicht isoliert		Sp17(V12)
C 77a	Ker.Rohrkond. 15pF $\pm$ 2,5% NPO 500V	113.31.26/215	Ros. Rr 2x10 500V 15pF $\pm$ 2,5% NPO/IB	2	Sp17(V12)
C 78	Folienkond. 47nF $\pm$ 20% 400V	111.43/547	Roederstein KT 1811- 47nF/ 400V-	4	V12
C 79	- " - 22nF $\pm$ 20% 400V	111.43/522	- " - KT 1811- 22nF/ 400V-		Sp18(V12/13)
C 80	Lufttrimmer Δ C=25pF	116/06	Valvo Typ 804/4 3,5/25pF nicht isoliert		Sp18(V12/13)
C 81	Folienkond. 22nF $\pm$ 20% 400V	111.43/522	Roederstein KT 1811- 22nF/400V-		Sp18(V12/13)
C 82	- " - 47nF $\pm$ 20% 400V	111.43/547	- " - KT 1811- 47nF/400V-		(V12)
C 83	- " -	- " -	- " -		V13
C 84	Lufttrimmer Δ C=25pF	116/06	Valvo Typ 804/4 3,5/25pF nicht isoliert		V13
C 85	Ker.Rohrkond. 10pF $\pm$ 0,25pF NPO 500V	113.31.26/210	Ros. Rr 2x10 500V 10pF $\pm$ 0,25pF NPO/IB		V13
C 86	Drehkond. Δ C=250pF	885.21.14	Ausgangsteil: Valvo 2222 805 90005		Sp20(V14)

Zu 1) und 2) siehe Seite 48

Pos. Nr.	Benennung / Wert	SCHOMANDL-Nr.	Hersteller und Bestellbezeichnung	Stück ¹⁾ pro Gerät	Lage ²⁾
C 87	Ker.Rohrkond. 330pF $\pm$ 2% N075 500V Batterien 390pF $\pm$ 2% " " } 1500pF	113.35.36/333 113.35.36/339	Ros.B2d 3x30 500V 330pF $\pm$ 2% N075/IB Ros.B2d 3x30 500V 390pF $\pm$ 2% " parallel	je 2 Kond. } 2 Batterien } 2	Sp21(V14)
C 88	Drehkond. Δ C=100pF	115/01	Valvo 2222 804 15009	1	Sp21(V14)
C 89	Folienkond. 100nF $\pm$ 10% 400V	111.42/510	Valvo KT-Ko 311 0,010/10/400		S3'''(V18)
C 90	Folienkond. 22nF $\pm$ 20% 400V	111.43/522	Roederstein KT 1811 - 22nF/ 400V-		V13
C 91	Styroflexkond. 1nF $\pm$ 2,5% 630V	111.34/410	Siemens B31310- A6102-H	2	V14
C 92	- " -	- " -	- " -		V14
C 93	Ker.Rohrkond. 15pF $\pm$ 2,5% NPO 500V	113.31.26/215	Ros. Rr 2x10 500V 15pF $\pm$ 2,5% NPO/IB		(V14)
C 94	Lufttrimmer Δ C=25pF	116/06	Valvo Typ 804/4 3,5/25pF nicht isoliert		S1B
C 95	Drehkond. Δ C=3x40pF	885.21.12	Ausgangsteil: Valvo 2222 805 90004 Drehkond. zusammen mit C 97 und C 114	1	S1B
C 96	Ker.Scheibenkond. 2,2nF+50-20% R4000 500V	113.21.81/422	Ros.Sp5 500V 2,2nF+50-20% R4000/II T	9	V15
C 97	Drehkond. Δ C=40pF in C 95 enthalten				S1C
C 98	Lufttrimmer Δ C=25pF	116/06	Valvo Typ 804/4 3,5/25pF nicht isoliert		S1C
C 99	Ker.Rohrkond. 47pF $\pm$ 2% NPO 500V	113.31.26/247	Ros. Rr 2x16 500V 47pF $\pm$ 2% NPO/IB		Sp22(V7)
C 100	Ker.Scheibenkond. 2,2nF+50-20% R4000 500V	113.21.81/422	Sp5 500V 2,2nF+50-20% R4000 /II T		V15
C 101	Ker.Rohrkond. 22pF $\pm$ 2% NPO 500V	113.31.26/222	Ros. Rr 2x12 500V 22pF $\pm$ 2% NPO/IB		Sp12(V11/10)
C 102	Ker.Scheibenkond. 2,2nF+50-20% R4000 500V	113.21.81/422	Sp5 500V 2,2nF+50-20% R4000/ II T		V16
C 103	Elektrolytkond. 10 μ F +100-10% 35V	110.18/810	Siemens B 41313- C7106-Z	1	V16
C 104	Ker.Scheibenkond. 2,2nF+50-20% R4000 500V	113.21.81/422	Sp5 500V 2,2nF+50-20% R4000/ II T		V16
C 105	Papier Df-Kond. 10nF 350V	111.21/01	Roederstein ERO P 1730- 10nF/350V-		(V16)
C 106	Folienkond. 0,22 μ F $\pm$ 10% 160V	111.41/622	Valvo KT-Ko 311 0,22/10/160	2	(V16)
C 107	Ker.Scheibenkond. 2,2nF+50-20% R4000 500V	113.21.81/422	Sp5 500V 2,2nF+50-20% R4000/ II T		(V16)
C 108	Papier Df-Kond. 10nF 350V	111.21/01	Roederstein ERO P 1730- 10nF / 350V-		(V16/17)
C 109	Ker.Rohrkond. 150pF $\pm$ 2% NPO 500V	113.31.26/315	Ros. Rr 3x30 500V 150pF $\pm$ 2% NPO/IB	1	V16
C 110	- " - 47pF $\pm$ 2% NPO 500V	113.31.26/247	Ros. Rr 2x16 500V 47pF $\pm$ 2% NPO/IB		V16
C 111	- " - 10pF $\pm$ 0,25pF NPO 500V	113.31.26/210	Ros. Rr 2x10 500V 10pF $\pm$ 0,25pF NPO/IB		V17/15
C 112	- " - 22pF $\pm$ 2% NPO 500V	113.31.26/222	Ros. Rr 2x12 500V 22pF $\pm$ 2% NPO/IB		V17
C 113	Lufttrimmer Δ C=25pF	116/06	Valvo Typ 804/4 3,5/25pF nicht isoliert		V17
C 114	Drehkond. Δ C=40pF in C 95 enthalten				V17
C 115	Ker.Scheibenkond. 2,2nF+50-20% R4000 500V	113.21.81/422	Ros. Sp5 500V 2,2nF+50-20% R4000/ II T		V17
C 116	Ker.Scheibenkond. 2,2nF+50-20% R4000 500V	- " -	- " -		(V17)
C 116a	Folienkond. 47nF $\pm$ 10% 400V	111.42/547	Valvo KT-Ko 311 0,047/10/400	1	(V17)
C 117	Ker.Scheibenkond. 2,2nF+50-20% R4000 500V	113.21.81/422	Ros.Sp5 500V 2,2nF+50-20% R4000/ II T		V16/17
C 118	Ker.Rohrkond. 220pF $\pm$ 2% N750 500V	113.31.66/322	Ros. Rr 2x20 500V 220pF $\pm$ 2% N750/IB	1	Bu3(V16)
C 119	Folienkond. 22nF $\pm$ 20% 400V	111.43/522	Roederstein KT 1811 22nF/400V-		(V16)
C 120	Ker.Scheibenkond. 2,2nF+50-20% R4000 500V	113.21.81/422	Ros.Sp5 500V 2,2nF+50-20% R4000/ II T		G13(V16)
C 121	Papier Df-Kond. 10nF 350V	111.21/01	Roederstein ERO P 1730- 10nF/350V-		(V17/15)
C 122	Folienkond. 0,22 μ F $\pm$ 10% 160V	111.41/622	Valvo KT-Ko 311 0,22/10/160		V18
C 123	Elektrolytkond. 100 μ F+100-10% 16V	110.15/910	Siemens B41283- A4107-Z	2	V19
C 124	Folienkond. 0,47 μ F $\pm$ 10% 400V	111.42/647	Valvo KT-Ko 311 0,47/10/400		V19
C 125	- " - 22nF $\pm$ 10% 400V	111.42/522	Valvo KT-Ko 310 0,022/10/400	1	V19
C 126	Elektrolytkond. 100 μ F+100-10% 16 V	110.15/910	Siemens B41283- A4107-Z		V20

Zu 1) und 2) siehe Seite 48

Pos. Nr.	Benennung / Wert	SCHOMANDL-Nr.	Hersteller und Bestellbezeichnung	Stück ¹⁾ pro Gerät	Lage ²⁾
C 127	Elektrolytk. 25µF +50-10% 350V	110.23/825	Siemens B43050- A4226-T	1	(V20)
C 128	Folienkond. 47nF±20% 400V	111.43/547	Roederstein KT 1811- 47nF/400V-		Bu 1 (V18)
C 129	- " - 22nF±20% 400V	111.43/522	- " - KT 1811- 22nF/400V-		S3111(V18)
C 130	Ker.Rohrtrimmer $\Delta C=6$ pF	116/10	Valvo Typ 802/6 0,7/6pF	2	Sp30(V16/17)
C 131	- " -	- " -	- " -		Sp30(V16/17)
C 132	Ker.Scheibenkond. 3,3pF±0,25pF NPO 250V	113.21.26/133	Ros. Sp4 250V 3,3pF±0,25pFNPO/IB	2	V12
C 136	Ker.Scheibenkont. 5,6pF±0,25pF NPO 250V	113.21.26/156	Ros. Sp4 250V 5,6pF±0,25pF NPO/IB	1	Sp28/S1B
C 137	Ker.Rohrtrimmer $\Delta C=4,5$ pF	116/02	Valvo Typ 802/6 0,6/4,5pF	4	Sp27/S1B
C 138	- " -	- " -	- " -		Sp26/S1B
C 139	- " -	- " -	- " -		Sp23/S1C
C 140	- " -	- " -	- " -		Sp24/S1C
C 140a	Ker.Scheibenkond. 3,3pF±0,25pF NPO 250V	113.21.26/133	Ros.Sp4 250V 3,3pF±0,25pF NPO/IB		Sp24/S1C
C 141	Ker.Rohrkond. 10pF±0,25pF NPO 500V	113.31.26/210	Ros. Rr 2x10 500V 10pF±0,25pF NPO/IB		Sp25/S1C
C 229	Ker.Rohrkond. 1nF±20% R2000 500V	113.31.81/410	Ros. Rr 2x12 500V 1nF±20% R2000/ IIR		V5
C 230	Folienkond. 22nF±20% 400V	111.43/522	Roederstein KT 1811- 22nF/ 400 V-		V5
C 301	Elektrolytkond. 220µF 63V	110.19/922	Siemens B41010- A8227-Z	1	G302(JS301)
C 302	- " - 1000µF 16V	110.15/1010	Siemens B41010- A4108-Z	1	G303(JS301)
C 303	- " - 100µF 35V	110.18/910,1	Roederstein EB 100/35-J	2	G304(JS301)
C 304	Ker.Scheibenkond. 100pF±10% R700 250V	113.22.81/310	Ros.Sp4 U 250V 100pF±10% R700/ IIP	1	JS301
C 305	Elektrolytkond. 100µF 35V	110.18/910,1	Roederstein EB 100/ 35-J		JS301
C 306	Folienkond. 0,1µF±20% 100V	111.53/610	Roederstein ERO MKT 1822-410/0	2	(JS301)
C 307	Styroflexkond. 820pF±2,5% 160V	111.32/382	Siemens B31310-A1821-H	1	Sp301(JS302)
C 307a	Prüffeldwert				Sp301(JS302)
C 308	Folienkond. 10nF±20% 250V	111.56/510	Valvo MKT-Ko 342 0,010/20/250	1	Sp301(JS302)
C 309	- " - 0,1µF±20% 100V	111.53/610	Roederstein ERO MKT 1822-410/0	2	JS302
C 310	- " - 22nF±20% 250V	111.56/522	Valvo MKT-Ko 342 0,022/20/250	1	JS302
C 311	Ker.Scheibenkond. 220pF±10% R2000 250V	113.22.81/322	Ros.Sp4 U 250V 220pF±10% R2000/ IIR	1	(JS302)
C 312	Styroflexkond. 2,2nF±2,5% 160V	111.32/422	Siemens B31310- A1222-H	1	Sp302(JS302)
C 312a	Prüffeldwert				Sp302(JS302)
C 314	Ker.Df-Kond. 5nF+50-20%	113.51.81/447,1	Siemens B37020- A5502- S000	1	(T304)
C 315	Folienkond. 0,1µF±20% 250V	111.56/610	Valvo MKT-Ko 342 0,10/20/250		(T303)
C 316	Ker.Rohrkond. 68pF±2% NPO 500V	113.31.26/268	Ros. Rr 2x10 500V 68pF±2% NPO/IB		T303
C 317	Folienkond. 6,8nF±20% 160V	111.74/468	WIMA FKC 6800pF±20% 160V	1	T303
C 318	Styroflexkond. 330pF±2,5% 160V	111.32/333	Siemens B31110- A1331-H	1	T304
C 319	- " - 1,5nF±2,5% 160V	111.32/415	Siemens B31310- A1152-H	1	T303
C 320	Folienkond. 47nF±10% 160V	111.41/547	Valvo FKT-Ko 311 0,047/10/160	1	T303
C 321	- " - 47nF±20% 250V	111.56/547	Valvo MKT-Ko 342 0,047/20/250	1	T304
C 322	Drehkond. $\Delta C=25$ pF	115/25	Valvo 2222 804 15023	1	T 303

Zu 1) und 2) siehe Seite 48

Pos. Nr.	Benennung / Wert	SCHOMANDL-Nr.	Hersteller und Bestellbezeichnung	Stück ¹⁾ pro Gerät	Lage ²⁾
-------------	------------------	---------------	-----------------------------------	----------------------------------	--------------------

Widerstände

Alle in Spalte "Hersteller und Bestellbezeichnung" nicht gekennzeichneten Schichtwiderstände der SCHOMANDL-Nr. 164.40/... und 164.60/... entsprechen folgenden Typen und Hersteller.

164.40 sind Schichtwiderstände nach DIN 44052, Größe 0207 $\pm 5\%$ der Firmen Roederstein Typ Rxx1 und SK2

oder Valvo Typ CR25

164.60 " " " " " 0414 $\pm 5\%$ der Firmen Rosenthal Typ LCA 0414

Roederstein " Rxx3

Valvo " CR37

R 11	Schichtwiderst.	100 Ω $\pm 5\%$	0,25W	164.40/310		3	V4
R 12	- " -	- " -		- " -			V4
R 13	- " -	47k Ω $\pm 5\%$	0,25W	164.40/547		3	(V4)
R 14	- " -	100k Ω $\pm 5\%$	0,25W	164.40/610		4	(V4)
R 15	- " -	1,8k Ω $\pm 5\%$	0,5 W	164.60/418		1	V4
R 16	- " -	15k Ω $\pm 5\%$	0,25W	164.40/515		2	(V4)
R 17	- " -	2,2k Ω $\pm 5\%$	0,5 W	164.60/422		1	V4
R 18	- " -	12k Ω $\pm 5\%$	0,25W	164.40/512		1	V4
R 19	- " -	5,6k Ω $\pm 5\%$	1 W	164.70/456	Rosenthal LCA 0719 5,6 k Ω $\pm 5\%$	1	S5(V4)
R 24	- " -	4,7M Ω $\pm 5\%$	0,5 W	164.60/747		3	V6
R 25	- " -	100k Ω $\pm 5\%$	0,5 W	164.60/610		2	V6
R 26	- " -	10k Ω $\pm 5\%$	0,5 W	164.60/510		2	Sp8(V6)
R 27	- " -	4,7M Ω $\pm 5\%$	0,5 W	164.60/747			V7
R 28	- " -	100k Ω $\pm 5\%$	0,5 W	164.60/610			V7
R 29	- " -	10k Ω $\pm 5\%$	0,5 W	164.60/510			V7
R 30	- " -	100k Ω $\pm 1\%$	0,25W	166.23/610	Roederstein Rmx1 100k Ω $\pm 1\%$	6	G5(V8/4)
R 31	- " -	- " -		- " -	- " -		G6(V8/4)
R 32	- " -	- " -		- " -	- " -		G5(V8/4)
R 33	- " -	- " -		- " -	- " -		G6(V8/4)
R 34	Schicht-Einstellpot.	500 Ω lin	0,2W	172.60/03	Ruwido Nr. 490, 500 Ω lin	1	G5/6(V4)
R 35	Schichtwiderst.	100 Ω $\pm 5\%$	0,25W	164.40/310			Sp10(V8)
R 36	- " -	470 Ω $\pm 5\%$	0,5 W	164.60/347		5	V8
R 37	- " -	470 Ω $\pm 5\%$	0,25W	164.40/347		7	Sp11(V9/8)
R 38	- " -	2,2M Ω $\pm 5\%$	0,5 W	164.60/722		1	V9
R 39	- " -	4,7M Ω $\pm 5\%$	0,5 W	164.60/747			V9
R 40	- " -	15k Ω $\pm 5\%$	0,25W	164.40/515			V9
R 41	- " -	470 Ω $\pm 5\%$	0,5 W	164.60/347			V10
R 42	- " -	- " -		- " -			V10
R 43	Schichtpot.	5k Ω lin	0,25W	885.21.00.04	Ausgangsteil: Preostat 190, 5k Ω lin	1	(V10)
R 44	Schichtwiderst.	220 Ω $\pm 5\%$	0,25W	164.40/322		4	(V10)
R 45	- " -	10k Ω $\pm 5\%$	0,25W	164.40/510		3	V10
R 46	- " -	220 Ω $\pm 5\%$	0,5 W	164.60/322		2	V11

Zu 1) und 2) siehe Seite 48

Pos. Nr.	Benennung / Wert	SCHOMANDL-Nr.	Hersteller und Bestellbezeichnung	Stück ¹⁾ pro Gerät	Lage ²⁾
R 47	Schichtwiderst. $47k\Omega \pm 5\%$ 0,25W	164.40/547			V11
R 48	- " - $22k\Omega \pm 5\%$ 0,5 W	164.60/522		1	V10/11
R 49	- " - $47k\Omega \pm 5\%$ 0,5 W	164.60/547		5	V11
R 50	- " - $470\Omega \pm 5\%$ 0,5 W	164.60/347			(Sp16/V10)
R 51	- " - $470\Omega \pm 5\%$ 0,25W	164.40/347			Sp15(V11)
R 52	- " - $470\Omega \pm 5\%$ 0,5 W	164.60/347			Sp14/15(V11)
R 52a	- " - $1k\Omega \pm 5\%$ 0,5 W	164.60/410		4	S4(V11)
R 53	- " - $47k\Omega \pm 5\%$ 0,5 W	164.60/547			V15
R 54	- " - $680k\Omega \pm 5\%$ 0,25W	164.40/668		1	S311(V14/18)
R 55	- " - $330k\Omega \pm 5\%$ 0,25W	164.40/633		1	J2(V13/14)
R 56	- " - $150k\Omega \pm 5\%$ 0,25W	164.40/615		2	Sp16(V10)
R 57	- " - - " -	- " -			Sp17(V12)
R 58	- " - $220\Omega \pm 5\%$ 0,5 W	164.60/322			V12
R 59	- " - $15k\Omega \pm 5\%$ 0,5 W	164.60/515		1	(V12)
R 60	- " - $100k\Omega \pm 5\%$ 1 W	164.70/610	Rosenthal LCA 0719 $100k\Omega \pm 5\%$	1	(V12)
R 60a	- " - $1M\Omega \pm 5\%$ 0,25W	164.40/710		4	Sp18(V12)
R 61	- " - $1k\Omega \pm 5\%$ 0,25W	164.40/410		6	Sp18(V12)
R 62	- " - $47k\Omega \pm 5\%$ 0,25W	164.40/547			V13
R 63	- " - $47\Omega \pm 5\%$ 0,25W	164.40/247		5	(V13)
R 64	- " - - " -	- " -			(V13)
R 65	- " - $180\Omega \pm 5\%$ 0,5 W	164.60/318		1	V13
R 66	- " - $1k\Omega \pm 5\%$ 0,5 W	164.60/410			(V13/Sp19)
R 67	- " - $100k\Omega \pm 1\%$ 0,25W	166.23/610	Roederstein Rmx1 $100k\Omega \pm 1\%$		V14
R 68	- " - - " -	- " -	- " -		V14
R 69	Schicht-Einstellpot. $5k\Omega$ lin	172.60/06	Ruwido Nr. 490 lin	3	V14
R 70	Schichtwiderst. $100k\Omega \pm 5\%$ 0,25W	164.40/610			(V14)
R 71	- " - $470k\Omega \pm 5\%$ 0,25W	164.40/647		2	(V14)
R 72	- " - $150\Omega \pm 5\%$ 0,25W	164.40/315		1	V15
R 73	- " - $560\Omega \pm 5\%$ 0,25W	164.40/356		2	V15
R 75a	- " - $100k\Omega \pm 5\%$ 0,25W	164.40/610			G12(V7)
R 76	- " - $470\Omega \pm 5\%$ 0,25W	164.40/347			V16
R 77	- " - $22\Omega \pm 5\%$ 0,25W	164.40/222		1	V16
R 78	Schichtpot. 500Ω lin	885.21.00.03	Ausgangsteil: Preostat 190 lin	1	(V16)
R 79	Schichtwiderst. $3,9k\Omega \pm 5\%$ 0,25W	164.40/439		1	Sp31(V17)
R 80	- " - $4,7k\Omega \pm 5\%$ 0,25W	164.40/447		4	Sp31(V17)
R 81	- " - $330\Omega \pm 5\%$ 0,5 W	164.60/333		1	V17
R 82	- " - $390\Omega \pm 5\%$ 0,25W	164.40/339		1	(V16)
R 83	- " - $470\Omega \pm 5\%$ 0,25W	164.40/347			G14(V16)
R 84	- " - $68\Omega \pm 5\%$ 0,25W	164.40/268		1	Bu3(V16)
R 85	- " - $1k\Omega \pm 5\%$ 0,25W	164.40/410			G14(V16)
R 86	- " - $220\Omega \pm 5\%$ 0,25W	164.40/322			V17
R 87	- " - $470\Omega \pm 5\%$ 0,25W	164.40/347			(V17)
R 88	- " - $6,8k\Omega \pm 5\%$ 0,25W	164.40/468		4	V17

Zu 1) und 2) siehe Seite 48

Pos. Nr.	Benennung / Wert	SCHOMANDL-Nr.	Hersteller und Bestellbezeichnung	Stück ¹⁾ pro Gerät	Lage ²⁾
R 89	Schichtwiderst. $47\Omega \pm 5\%$ 0,25W	164.40/247			(V16/17)
R 90	- " - $470\Omega \pm 5\%$ 0,25W	164.40/347			(V17)
R 91	- " - $10k\Omega \pm 5\%$ 0,25W	164.40/510			G14(V16)
R 92	- " - $1M\Omega \pm 5\%$ 0,25W	164.40/710			(V19)
R 93	- " - $1k\Omega \pm 5\%$ 0,25W	164.40/410			V19
R 94	- " - $1k\Omega \pm 5\%$ 0,25W	164.40/410			V19
R 95	- " - $220k\Omega \pm 5\%$ 0,25W	164.40/622		2	V19
R 96	- " - $47k\Omega \pm 5\%$ 0,5 W	164.60/547			V19
R 97	- " - $1M\Omega \pm 5\%$ 0,25W	164.40/710			(V20)
R 98	- " - $1k\Omega \pm 5\%$ 0,25W	164.40/410			V20
R 99	- " - $220\Omega \pm 5\%$ 0,25W	164.40/322			V20
R100	- " - $4,7k\Omega \pm 5\%$ 1 W	164.70/447	Rosenthal LCA 0719 $4,7k\Omega \pm 5\%$	1	(V20)
R101	- " - $3,3M\Omega \pm 5\%$ 0,5 W	164.60/733		1	S3'''(V18)
R101a	- " - $1M\Omega \pm 5\%$ 0,25W	164.40/710			Bu1(V18)
R102	- " - $220k\Omega \pm 5\%$ 0,25W	164.40/622			V18
R103	- " - $47k\Omega \pm 5\%$ 0,5 W	164.60/547			V18
R104	- " - $470k\Omega \pm 5\%$ 0,25W	164.40/647			V18
R 104a	- " - $560k\Omega \pm 5\%$ 0,25W	164.40/656		1	S3'''(V18)
R 105	- " - $2,2k\Omega \pm 5\%$ 0,25W	164.40/422		3	S1C
R 106	- " - $3,3k\Omega \pm 5\%$ 0,25W	164.40/433		2	S1C
R 107	- " -	- " -			S1B
R 108	- " - $2,2k\Omega \pm 5\%$ 0,25W	164.40/422			S1B
R 109	} Prüffeldwerte				S1B
R 110			Werte liegen im Bereich von 56-120 Ω		S1B
R 111					S1B
R 112	Schichtwiderst. $3,9k\Omega \pm 5\%$ 0,5 W	164.60/439		1	V20
R 113	- " - $47k\Omega \pm 5\%$ 0,5 W	164.60/547			V20
R 243	- " - $100k\Omega \pm 5\%$ 0,25W	164.40/610			V5
R 244	- " - $220\Omega \pm 5\%$ 0,25W	164.40/322			V5
R 245	- " - $1k\Omega \pm 5\%$ 0,5 W	164.60/410			Sp6(V5)
R 301	- " - $270\Omega \pm 5\%$ 1 W	164.70/327	Rosenthal LCA 0719 $270\Omega \pm 5\%$	1	JS301
R 302	- " - $56\Omega \pm 5\%$ 0,25W	164.40/256		1	G303(JS301)
R 304	- " - $3,3k\Omega \pm 5\%$ 0,25W	164.40/435		1	JS301
R 305	- " - $6,8k\Omega \pm 5\%$ 0,25W	164.40/468			JS301
R 306	- " -	- " -			JS301
R 307	- " - $47\Omega \pm 5\%$ 0,25W	164.40/247			Sp301(JS301)
R 307a	Prüffeldwert				Sp301(JS301)
R 308	Schichtwiderst. $560\Omega \pm 5\%$ 0,25W	164.40/356			Sp301(JS302)
R 309	- " - $2,7k\Omega \pm 5\%$ 0,25W	164.40/427		1	JS302

Zu 1) und 2) siehe Seite 48

Pos. Nr.	Benennung / Wert	SCHOMANDL-Nr.	Hersteller und Bestellbezeichnung	Stück ¹⁾ pro Gerät	Lage ²⁾
R 310	Schichtwiderst. 220Ω ± 5% 2 W	164.80/322	Rosenthal LCA 0933 220Ω ± 5%	1	G305 (T302)
R 311	- " - 1,2kΩ ± 5% 0,25W	164.40/412		1	(T301)
R 312	- " - 4,7kΩ ± 5% 0,25W	164.40/447			T301
R 313	- " - 1,5kΩ ± 5% 0,25W	164.40/415		1	T301
R 314	- " - 1kΩ ± 5% 0,5W	164.60/410			T301
R 315	- " - 1kΩ ± 5% 0,25W	164.40/410			T302
R 316	- " - 6,8kΩ ± 5% 0,25W	164.40/468			T303
R 317	- " - 4,7kΩ ± 5% 0,25W	164.40/447			T303
R 318	- " - 470 Ω ± 5% 0,25W	164.40/347			T303
R 319	- " - 2,2kΩ ± 5% 0,25W	164.40/422			T303
R 320	- " - 47 Ω ± 5% 0,25W	164.40/247			(T304)
R 321	- " - 4,7kΩ ± 5% 0,25W	164.40/447			T304
R 322	- " - 10kΩ ± 5% 0,25W	164.40/510			T304
R 323	Schicht-Einstellpot. 5kΩ lin.	172.60/06	Ruwido Nr. 490 lin		T303
R 324	- " -	- " -	- " -		T304

Gleichrichter und Dioden

G 1	Flachgleichrichter B 300 C 250	120.41/19	ITT 34 364/41 210	1	Tr1
G 5	Ge - Diode OA 85	118.10/10	Valvo OA 85	8	(J1/V14)
G 6	- " -	- " -	- " -		(J1/V14)
G 7	- " -	- " -	- " -		(V12)
G 8	- " -	- " -	- " -		(V12)
G 9	- " -	- " -	- " -		V13
G 10	- " -	- " -	- " -		V13
G 11	- " -	- " -	- " -		(V14)
G 12	Ge - Diode AAY 27	118.10/19	Siemens AAY 27	1	(V7)
G 13	- " - OA 85	118.10/10	Valvo OA 85		(V16)
G 14	Si - Diode hpa 5082-2811	118.20/13	Hewlett Packard hpa 5082-2811	1	(V16)
G 301	Brückengleichrichter BY 164	118.20/15	Valvo BY 164	1	Tr1
G 302	Si - Gleichrichter 1 N 4004	118.20/06	ITT 1 N 4004	3	(JS301)
G 303	- " -	- " -	- " -		TR1
G 304	Si - Zenerdiode Z P 4,7	118.30/55	ITT ZP 4,7	1	(JS301)
G 305	Si - Gleichrichter 1 N 4004	118.20/06	ITT 1 N 4004		T302

Transistoren

T 301	npn - Si - Trans. BC 108A od. BCY 58 VII	121.40/04	ITT, Siemens, Telefunken, Valvo	3	
T 302	- " - BSW 65	121.40/22	Valvo BSW 65	1	
T 303	- " - BC 108A od. BCY 58 VII	121.40/04	ITT, Siemens, Telefunken, Valvo		
T 304	- " - - " -	- " -	- " -		

Integrierte Schaltungen

JS301	Spannungsregler µA 723	123.49/01	Fairchild U 5 R 7723 393 oder Valvo TBA 281	1	
JS302	Zähldekade SN 7490 N	123.21/01	Texas Instruments SN 7490 N	1	

Zu 1) und 2) siehe Seite 48

Pos. Nr.	Benennung / Wert	SCHOMANDL-Nr.	Hersteller und Bestellbezeichnung bzw. Bemerkungen	Stück ¹⁾ pro Gerät	Lage ²⁾
<u>Röhren</u>					
V 4	Elektronenröhre E 88 CC	201/02	Siemens E 88 CC	1	
V 5	- " - EF 80	201/25	- " - EF 80	12	
V 6	- " - - " -	- " -	- " - - " -		
V 7	- " - - " -	- " -	- " - - " -		
V 8	- " - - " -	- " -	- " - - " -		
V 9	- " - - " -	- " -	- " - - " -		
V 10	- " - - " -	- " -	- " - - " -		
V 11	- " - ECH 81	201/20	- " - ECH 81	2	
V 12	- " - EF 80	201/25	- " - EF 80		
V 13	- " - - " -	- " -	- " - - " -		
V 14	- " - EAA 91	201/12	- " - EAA 91	1	
V 15	- " - ECH 81	201/20	- " - ECH 81		
V 16	- " - EF 80	201/25	- " - EF 80		
V 17	- " - - " -	- " -	- " - - " -		
V 18	- " - EM 87	201/48	- " - EM 87	1	
V 19	- " - EF 80	201/25	- " - EF 80		
V 20	- " - - " -	- " -	- " - - " -		
<u>Transformatoren und Drosseln</u>					
Tr 1	Netztransformator	149.33/03	Schomandl	1	
Tr 2	NF-Ausgangsübertrager 2 W	152/01	Isophon EI 42		
D 5	Siebdrossel 160n	151/05	Schomandl	2	(Tr1)
D 6	- " -	- " -	- " -		(Tr1)
D 20	HF - Drossel 10 $\mu\text{H} \pm 10\%$	144/10	Jahre Bf 72,1 10 $\mu\text{H} \pm 10\%$	2	(Tr1)
D 21	- " -	- " -	- " -		
D 301	HF - Drossel 120 $\mu\text{H} \pm 10\%$	144/120	Jahre Bf 72,1 120 $\mu\text{H} \pm 10\%$	1	JS302
<u>Schalter</u>					
S 1	Schalter mit 3 Stellungen und 3 Ebenen (getrennt montiert)	885.21.11	Schaltersatz oder Ebene S1A; B; C	1	(V16)
S 2	Drehkippschalter 2x aus 2A 250V	124.11/02	Marquardt 232	1	Tr1
S 3	Stufensch. 3 Stellungen 1 Ebene	885.23.00.04	Ausgangsteil: SEL 624-701303	1	(V4/18)
S 4	Drucktastenschalter 2x um	124.32/02	Gruner T 1353 2x um	3	(V11)
S 5	- " -	- " -	- " -		(V4)
S 6	- " -	- " -	- " -		(V5/8)
S 7	Kippschalter 1x aus 6A 250V	124.21/02	Marquardt 111	1	V20
<u>Stecker und Buchsen</u>					
Bu 1	4 mm Buchse 2 pol.	105.31/01	Mozar Nr. 700 (Ausgang $f_x - f_m$)	1	(V18)
Bu 2	Koaxial - Buchse 3,5/9,5	101.41/05	Spinner BN 417111 (Eingang f_x 30MHz)	2	(V16)
Bu 3	- " -	- " -	- " - (Eingang f_x , Ausgang f_m)		(V16)
Bu 4	Koaxial - Buchse 4/13 DIN 47284	101.43/01	Büschel SHF/13/B (Ausgang 100 KHz Q) Nr. 659	1	(T304)

Zu 1) und 2) siehe Seite 48

Pos. Nr.	Benennung / Wert	SCHOMANDL-Nr.	Hersteller und Bestellbezeichnung bzw. Bemerkungen	Stück ¹⁾ pro Stück	Lage ²⁾
Bu 5	Koaxial - Buchse 3 mm	101.45/01	Büschel HF/3/B Nr. 600	} Verbindung zum Eingang Frequenz- differenzverst. 2	(V19)
St 5	- " - Stecker - " -	101.45/11	- " - HF/3/S Nr. 602		(V14)
Bu 6	- " - Buchse - " -	101.45/01	- " - HF/3/B Nr. 600	} Verbindung 1MHz Q vom Quarzos- zillator	(T304)
St 6	- " - Stecker - " -	101.45/11	- " - HF/3/S Nr. 602		(T304)
Bu 7	16 pol. Buchse DIN 41621	103.11/11	Tuchel-Amphenol T2021/16	} Verbindung Hauptchassis Netzteil	Netzteil
St 7	16 pol. Stecker DIN 41621	103.11/01	- " - T2020/16		Netzteil
Bu 8	6 pol.-Buchse	103.41/02	Hirschmann Mab 6	} Stromversorgung Quarzoszillator	Netzteil
St 8	6 pol.-Stecker	103.41/01	- " - Mas 60		Netzteil
	Kaltgerätestecker DIN 49457 B (Europastecker)	104.11/09	Heil Nr. 6048	Netzeingang	1
<u>Sonstige Teile</u>					
J 1	Drehspulinstrument 30-0-30 µA	315.25/02	Neuberger HD 40 (10 kHz-Skala)	1	(V8/4)
J 2	- " - 30-0-30 µA	315.25/03	- " - ED 40 (1 MHz-Skala)	1	(V13/14)
La 1	Kleinlampe E 10 18V 0,1A	219/11	Osram 3361	1	(T302)
L 1	Lautsprecher P 6c, 1 W	346/01	Jsophon P 6c, 1 W	1	Tr 2
Q 301	1 MHz Quarz im Thermostat	360/19	Siemens Q 93202- A 1000-H	1	T303
Si 1	Feinsicherung 1,6 A mittelträge	225.13/416	Wickmann 5x20 mm	} f. Netzspg. 220 V	2
Si 2	- " -	- " -	- " -		
(Si1, Si2)	- " - 3,15 A - " -	225.13/431	- " - - " - 110, 117, 125 V		
- " -	- " - 2 A - " -	225.13/420	- " - - " - 150 V		
	Drehknopf φ 22 mm	6242.20/01	Valvo 2922 511 03201	Nullabgleich-Fein- verstimmung (Sp21)	1
	- " - φ 22 mm, mit Zeiger	6242.20/02	Valvo 2922 511 03206	Korrektur "MHz-Skala" 2 (R78), Netzschalter	
	Kurbelknopf φ 40 mm	6242.22/01	Valvo 2922 511 05131	Antrieb "MHz-Skala" 2 (C 114, C 97, C 95) Antrieb "x10 kHz-Skala" (C 74, C 64, C 60)	
	- " - φ 60 mm	6242.22/02	Valvo 2922 511 06131	Antrieb Feinverst. 1 (C 86)	
	Pfeilknopf	6242.25/02	Valvo 2922 512 04122	Bereichschalter S1 2 MeßBartenschalter S3	

Zu 1) und 2) siehe Seite 48

4. ÜBERLAGERUNGSZUSATZ FDM 1

4.1. Montage und Inbetriebnahme

Der Überlagerungszusatz FDM 1 ist ein Zusatzgerät zum Frequenzmesser FD 1 und ermöglicht es, den Frequenzbereich des Frequenzmessers FD 1 in den Frequenzbereich 1 kHz ... 30 MHz umzusetzen, so daß die Generatorfunktion auch für diesen Bereich verfügbar ist. Bei Frequenzmessungen in diesem Bereich erhöht sich wesentlich die Eingangsempfindlichkeit (Spannungsbedarf bei Messungen unter 30 MHz ohne Gerät FDM 1 ca. 2 V, mit Gerät FDM 1 nur ≤ 10 mV).

Die mechanischen Abmessungen des Überlagerungszusatzes wurden so gestaltet, daß er an die Bodenplatte des Frequenzmessers FD 1 angeschraubt werden kann. Das so ergänzte Gerät FD 1 wird dadurch nur um 6 cm höher und um etwa 3 kg schwerer.

Bei nachträglicher Lieferung montiere man den Überlagerungszusatz FDM 1 auf folgende Weise an ein vorhandenes Gerät FD 1:

Die 4 Gummifüße der Geräte FD 1 und FDM 1 sind abzuschrauben; die Bodenplatte des Gerätes FDM 1 ist abzunehmen. In der Nähe der Gehäuseecken befinden sich 4 Sechskantabstandssäulen. Diese sind von den Muttern auf der Oberseite des Gerätes FDM 1 zu trennen. Daraufhin befestige man das Gerät FDM 1 mit Hilfe der Sechskantsäulen an der Unterseite des Geräts FD 1. Bodenplatte und Gummifüße des Gerätes FDM 1 sind daraufhin wieder anzuschrauben. Übrig bleiben und keine weitere Verwendung finden die 4 Muttern des Geräts FDM 1 sowie die 4 Gummifüße und Schrauben des Geräts FD 1.

Die am FDM 1 herausgeführte Netzverbindung ist in den Netzanschluß des Geräts FD 1 zu stecken. Die Stromzuführung für beide Geräte erfolgt nun über den Netzanschluß des Geräts FDM 1.

Für Messungen mit dem Überlagerungszusatz ist das festmontierte HF-Kabel mit dem Eingang des Geräts FD 1 Bu 3 (siehe Bild 41) zu verbinden. Der FD 1-Eingang ($f_x < 30$ MHz) wird bei Verwendung eines Überlagerungszusatzes FDM 1 nicht mehr gebraucht.

Vor Messungen mit dem Überlagerungszusatz FDM 1 stelle man dessen Festfrequenz (60 MHz) nach. Als Vergleichsnormal dient der Frequenzmesser FD 1, der dementsprechend, also genau auf 60 MHz einzustellen ist (man vergesse nicht, vorher die Nullstellung der Feinverstimmungsskala [1-kHz-Skala] zu kontrollieren!). Daraufhin bringe man mittels des Einstellknopfes „60-MHz-Abgleich“ die FDM 1-Frequenz (60 MHz) mit der entsprechenden FD 1-Frequenz in Übereinstimmung (Schwebungskontrolle mit Kopfhörer, Lautsprecher und magischem Band).

Zur Messung einer „unbekannten“ Frequenz ($f_x < 30$ MHz) ist diese in die Buchse FDM 1 „Eingang 0 ... 30 MHz“ einzuspeisen. Gemessen wird im FD 1-Frequenzbereich 60 ... 90 MHz, entsprechend 0 ... 30 MHz nach Abmischen der Festfrequenz 60 MHz. Der Meßvorgang ist der gleiche wie beim Frequenzmesser FD 1 ohne FDM 1 (siehe 3.1.3).

Frequenzerzeugung unter 30 MHz: zum gewünschten Frequenzwert addiere man 60 MHz. Der Summenwert ist am Frequenzmesser FD 1 auf übliche Weise (siehe 3.1.4) einzustellen. An der Buchse „Ausgang 0 ... 30 MHz“ (FDM 1) steht die gewünschte Frequenz zur Verfügung.

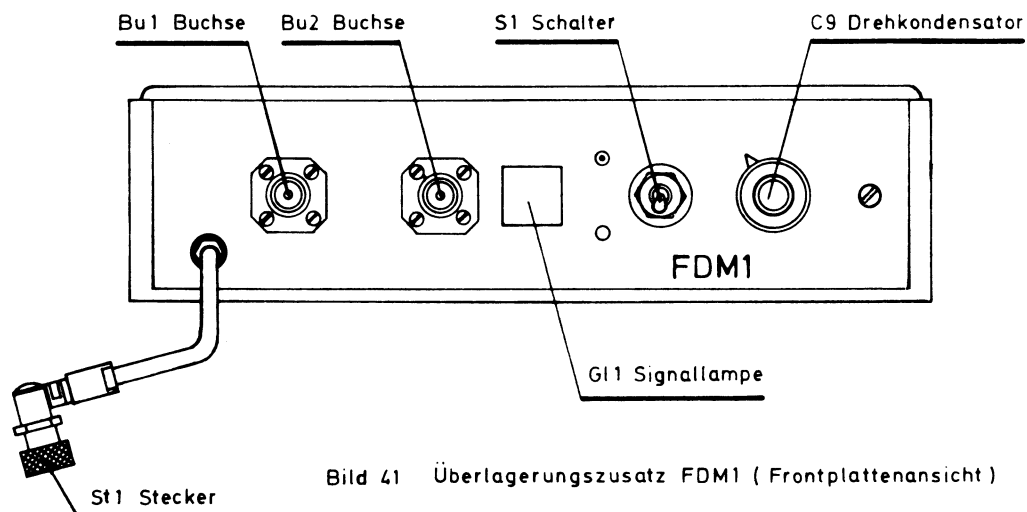


Bild 41 Überlagerungszusatz FDM 1 (Frontplattenansicht)

4.2. Funktionsbeschreibung

Im Überlagerungszusatz FDM 1 arbeitet ein Quarzoszillator, der mit einer Frequenz von 20 MHz schwingt, die im selben Röhrensystem (V 3) auf 60 MHz verdreifacht wird. Diese Frequenz 60 MHz wird bei Frequenzmessung der zu messenden Frequenz (5 kHz ... 30 MHz) hinzugemischt und somit in den Bereich 60 ... 90 MHz umgesetzt. Von dem am Frequenzmesser FD 1 abgelesenen und gleichen Frequenzwert müssen 60 MHz abgezogen werden. Die Differenz ergibt den tatsächlichen Wert der gemessenen Frequenz.

Die Erzeugung einer Frequenz im Bereich 0 ... 30 MHz geschieht sinngemäß. Am Frequenzmesser FD 1 wird die gewünschte Frequenz plus 60 MHz eingestellt (60 ... 90 MHz). Der Überlagerungszusatz FDM 1 mischt davon 60 MHz ab und bildet die Differenz. Auf diese Weise steht die gewünschte Frequenz im Bereich von 0 ... 30 MHz zur Verfügung.

Bild 38 gibt die vollständige Schaltung des Überlagerungszusatzes wieder.

Am Eingang liegt eine Triodenstufe (V 1) in Breitbandverstärkung, die eine obere Grenzfrequenz von etwa 30 MHz aufweist. Dem Ausgang ist ebenfalls ein Breitbandverstärker vorgeschaltet. Das erste System der Röhre V 4 verstärkt etwa $4^{1/2}$ fach, das zweite System wandelt die Impedanz, so daß ein Innenwiderstand von rd. 50 Ω erzielt wird.

In der Schaltung des Quarzoszillators befindet sich ein 20-MHz-Quarz, der in Parallelresonanz erregt wird. Der Oszillator ist eine Dreipunktanordnung. Die Spannung des diesbezüglichen Schirmgitters wird durch einen Glimmstabilisator (V 2) stabilisiert. Spule Sp 2 und Kondensator C 12 bilden den Anodenkreis, der auf die 3. Harmonische (60 MHz) der Quarzfrequenz abgestimmt ist. Der Quarzoszillator befindet sich in einem abgeschirmten Teil der Chassis, um ein Herausstreuen der 20-MHz-Komponente zu verhindern. Über ein unterkritisch gekoppeltes Bandfilter (Sp 2, Sp 3) führt die 60-MHz-Frequenz zu dem aus den Dioden G 1 bis G 4 bestehenden Ringmischer. Der andere Eingang des Ringmischers liegt an einem überkritisch gekoppelten Bandfilter, das aus den Spulen Sp 4 und Sp 5 besteht und einen Bandbreitebereich von etwa 60 bis 90 MHz besitzt. Der Einstelltrimmer C 21 dient dazu, die Zuleitungskapazität zum Frequenzmesser FD 1 auszugleichen.

Bei Messung einer unbekannten Frequenz funktioniert die Schaltung in folgender Weise: Der über die Eingangsstufe gelangenden Meßspannung addiert sich die 60-MHz-Frequenz des Quarzoszillators. Die Summe beider Frequenzen wird dem Frequenzmesser FD 1 zugeführt. Um eine Messung nach dem Prinzip der FD 1-Arbeitsweise zu erhalten, ist es erforderlich, die FD 1-Frequenz auf diesen Summenwert einzustellen.

Bei Entnahme einer Frequenz unterhalb 30 MHz ist bei der Einstellung des Frequenzmessers FD 1 sinngemäß zu verfahren. Die gewünschte Ausgangsfrequenz erhält man, indem man einen Wert einstellt, der sich aus 60 MHz und dem gewünschten Nennwert zusammensetzt.

Um eine doppelte Zuführung des Netzes zu umgehen, ist das Netzkabel lediglich in den vorgesehenen Einbaustecker zu stecken. Die Netzzuführung zum Service-Frequenzmesser FD 1 wird durch den Überlagerungszusatz durchgeschleift.

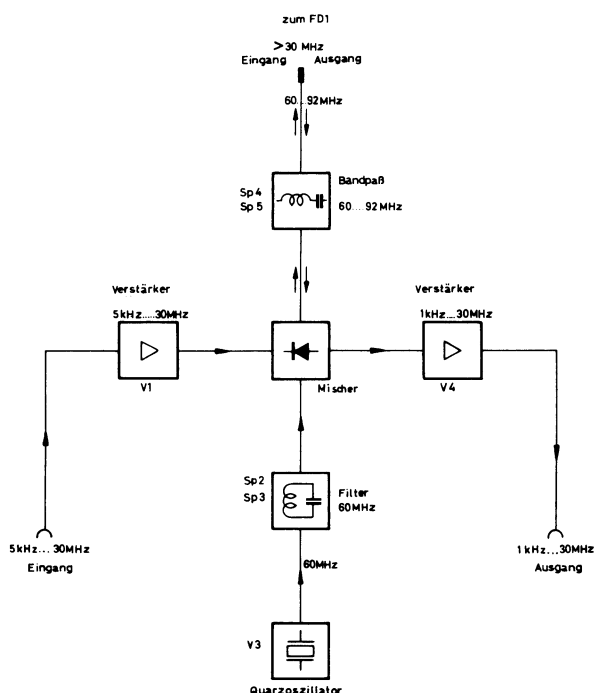


Bild 42 Überlagerungszusatz FDM 1 (Blockschaltbild)

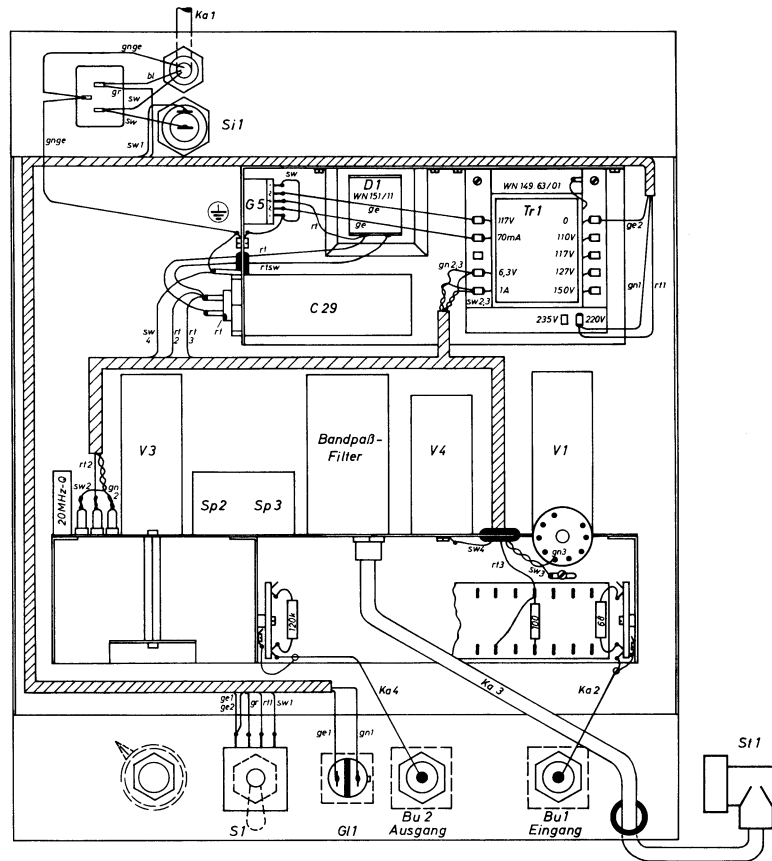


Bild 44 Überlagerungszusatz FDM1 mit Netzteil (Verdrahtungsplan)

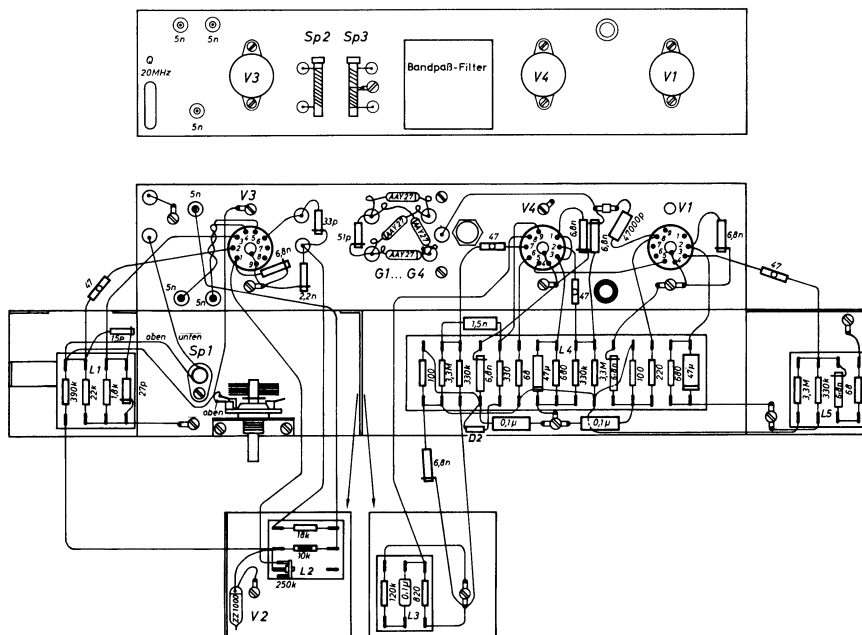


Bild 45 Überlagerungszusatz FDM1 (Verdrahtungsplan)

4.3. Ersatzteilliste Überlagerungszusatz FDM 1

Pos. Nr.	Benennung / Wert	SCHOMANDL-Nr.	Hersteller und Bestellbezeichnung	Stück ¹⁾ pro Gerät	Lage ²⁾
<u>Kondensatoren</u>					
C 1	Ker. Rohrkond. 6,8 nF $\pm$ 20% R 2000 500 V	113.31.81/468	Ros. Rr 3x25 500V 6,8nF $\pm$ 20% R 2000/IIR	8	V 1
C 2	Folienkond. 47 nF $\pm$ 10% 160 V	111.41/547	Valvo KT-Ko 311 0,047/10/160	1	V 1
C 3	- " - 0,1 μ F $\pm$ 10% 160 V	111.41/610	- " - KT-Ko 311 0,1/10/160	2	(V 1)
C 4	Ker. Rohrkond. 6,8 nF $\pm$ 20% R 2000 500 V	113.31.81/468	Ros. Rr 3x25 500V 6,8nF $\pm$ 20% R 2000/IIR		(V 1)
C 5	- " -	- " -	- " -		V 1
C 6	Elektrolytkond. 47 μ F + 100-10% 16 V	110.15/847	Siemens B 41283-A 4476-Z	2	V 1
C 8	Ker. Rohrkond. 6,8 nF $\pm$ 20% R 2000 500 V	113.31.81/468	Ros. Rr 3x25 500V 6,8nF $\pm$ 20% R 2000/IIR		V 3
C 9	Drehkond. Δ C = 10 pF	115/04	Valvo 2222 804 15021	1	Sp 1
C 10	Ker. Rohrkond. 27 pF $\pm$ 2% NPO 500 V	113.31.26/227	Ros. Rr 2x12 500V 27pF $\pm$ 2% NPO/IB	1	V 3
C 11	- " - 15 pF $\pm$ 2,5% NPO 500 V	113.31.26/215	- " -Rr 2x10 500V 15pF $\pm$ 2,5% NPO/IB	1	V 3
C 12	- " - 33 pF $\pm$ 2% NPO 500 V	113.31.26/233	- " -Rr 2x14 500V 33pF $\pm$ 2% NPO/IB	1	Sp 2
C 13	- " - 2,2 nF $\pm$ 20% R 2000 500V	113.31.81/422	- " -Rr 2x16 500V 2,2nF $\pm$ 20% R 2000/IIR	1	Sp 2
C 14	Ker. DF-Kond. 5 nF + 50-20% S 4000 500V	113.51.81/447,1	Siemens B 37020-B 5502-S	3	(Sp 2)
C 15	- " -	- " -	- " -		V 3
C 16	- " -	- " -	- " -		V 3
C 18	Ker. Rohrkond. 51 pF $\pm$ 2% NPO 500 V	113.31.26/251	Ros. Rr 2x16 500V 51pF $\pm$ 2% NPO/IB	1	Sp 3
C 19	- " - 22 pF $\pm$ 2% NPO 500 V	113.31.26/222	- " -Rr 2x12 500V 22pF $\pm$ 2% NPO/IB	2	Sp 4
C 20	- " -	- " -	- " -		Sp 4
C 21	Lufttrimmer Δ C = 30 pF	116/04	Tronser 16 LJ-4-30/0,25	1	Sp 5
C 22	Ker. Rohrkond. 6,8 nF $\pm$ 20% R 2000 500 V	113.31.81/468	Ros. Rr 3x25 500V 6,8nF $\pm$ 20% R 2000/IIR		Sp 4
C 23	- " -	- " -	- " -		V 4
C 24	Elektrolytkond. 47 μ F + 100-10% 16 V	110.15/847	Siemens B 41283 - A 4476 - Z		V 4
C 25	Styroflexkond. 1,5 nF $\pm$ 2,5% 160 V	111.32/415	- " - B 31310 - A 1152 - H	1	V 4
C 26	Ker. Rohrkond. 6,8 nF $\pm$ 20% R 2000 500V	113.31.81/468	Ros. Rr 3x25 500V 6,8nF $\pm$ 20% R 2000/IIR		(V 4)
C 27	Folienkond. 0,1 μ F $\pm$ 10% 160 V	111.41/610	Valvo KT-Ko 311 0,1/10/160		(V 4)
C 28	Ker. Rohrkond. 6,8 nF $\pm$ 20% R 2000 500V	113.31.81/468	Ros. Rr 3x25 500V 6,8nF $\pm$ 20% R 2000/IIR		(V 4)
C 29	Elektrolytkond. 47+47 μ F+50-10% 350V	110.23/851	Siemens B 43130 - A 4946 - T	1	D 1
C 30	Folienkond. 0,1 μ F $\pm$ 20% 250V	111.56/610	Valvo MKT-Ko 342 0,10/20/250	1	V 4

Zu 1) und 2) siehe Seite 48

Pos. Nr.	Benennung / Wert	SCHOMANDL-Nr.	Hersteller und Bestellbezeichnung	Stück ¹⁾ pro Gerät	Lage ²⁾
-------------	------------------	---------------	-----------------------------------	----------------------------------	--------------------

Widerstände

Alle Schichtwiderstände der SCHOMANDL-Nr. 164.40/... und 164.60/... entsprechen folgenden Typen und Hersteller

164.40 sind Schichtwiderstände nach DIN 44052, Größe 0207 + 5% der Firmen Roederstein Typ Rxx1 und SK2

oder Valvo Typ CR 25

164.60 " " " " " 0414 + 5% der Firmen Rosenthal Typ LCA 0414

Roederstein" Rxx 3

Valvo " CR 37

R 1	Schichtwiderstand 68 Ω + 5% 0,25 W	164.40/268	2	(V 1)
R 2	- " - 330k Ω + 5% 0,25 W	164.40/633	3	(V 1)
R 3	- " - 3,3M Ω + 5% 0,25 W	164.40/733	3	(V 1)
R 4	- " - 47 Ω + 5% 0,25 W	164.40/247	4	V 1
R 5	- " - 680 Ω + 5% 0,25 W	164.40/368	2	V 1
R 6	- " - 220 Ω + 5% 0,25 W	164.40/322	1	V 1
R 7	- " - 100 Ω + 5% 0,25 W	164.40/310	2	(V 1)
R 10	- " - 22k Ω + 5% 0,25 W	164.40/522	1	Sp 1
R 11	- " - 390k Ω + 5% 0,25 W	164.40/639	1	Sp 1
R 12	- " - 10k Ω + 5% 0,5 W	164.60/510	1	V 2
R 13	- " - 47 Ω + 5% 0,25 W	164.40/247		V 3
R 14	- " - 1,8k Ω + 5% 0,25 W	164.40/418	1	V 3
R 15	- " - 18k Ω + 5% 0,25 W	164.40/518	1	Sp 2
R 17	- " - 3,3M Ω + 5% 0,25 W	164.40/733		(V 4)
R 18	- " - 330k Ω + 5% 0,25 W	164.40/633		(V 4)
R 19	- " - 680 Ω + 5% 0,25 W	164.40/368		V 4
R 20	- " - 47 Ω + 5% 0,25 W	164.40/247		V 4
R 21	- " - 330 Ω + 5% 0,25 W	164.40/333	1	V 4
R 22	- " - 100 Ω + 5% 0,25 W	164.40/310		(V 4)
R 23	- " - 3,3M Ω + 5% 0,25 W	164.40/733		(V 4)
R 24	- " - 330k Ω + 5% 0,25 W	164.40/633		(V 4)
R 25	- " - 47 Ω + 5% 0,25 W	164.40/247		V 4
R 26	- " - 68 Ω + 5% 0,25 W	164.40/268		V 4
R 27	- " - 820 Ω + 5% 0,25 W	164.40/382	1	V 4
R 28	- " - 120k Ω + 5% 0,25 W	164.40/612	1	(V 4)
R 29	Schicht-Einstellpot. 250k Ω lin. 0,05 W	172.71/11	Ruwido S 42 K 250k Ω lin	1 V 2

Zu 1) und 2) siehe Seite 48

Pos. Nr.	Benennung / Wert	SCHOMANDL-Nr.	Hersteller und Bestellbezeichnung bzw. Bemerkungen	Stück ¹⁾ pro Gerät	Lage ²⁾
<u>Gleichrichter und Dioden</u>					
G 1	Ge - Diode AAY 27	118.10/19	Siemens AAY 27	4	Sp 3
G 2	- " -	- " -			Sp 3
G 3	- " -	- " -			Sp 3
G 4	- " -	- " -			Sp 3
G 5	Selengleichrichter B 155 C 75	120.41/18	Siemens F 1552	1	Netzteil
<u>Röhren</u>					
V 1	Elektronenröhre EC 8010	201/50	Valvo EC 8010		
V 2	Stabilisator ZZ 1000	210/08	- " - ZZ 1000		
V 3	Elektronenröhre E 83 F	201/07	- " - E 83 F		
V 4	- " - ECC 8100	201/49	AEg/Telefunken ECC 8100		
<u>Transformatoren und Drosseln</u>					
Tr 1	Netztransformator	149.63/01	Schomandl	1	
D 1	Netzdrossel 110 Ω	151/11	- " -	1	
D 2	HF - Drossel 2,2 μ H $\pm$ 10%	144/02	Nytronics Typ DD	1	
<u>Schalter</u>					
S 1	Kippschalter 2x aus 2 A 250 V	124.21/06	Marquardt 132 NT	1	
<u>Stecker und Buchsen</u>					
Bu 1	Koaxial - Buchse 3,5/9,5	101.41/05	Spinner BN 417 111 (Eingang)	2	
Bu 2	- " -	- " -	- " - (Ausgang)		
St 1	Koaxial - Winkelstecker 3,5/9,5	101.41/11	- " - BN 417 601 (Verbindung zum FD1)	1	
	Kaltgerätestecker DIN 49 457 B (Europastecker)	104.11/09	Heil - Nr. 6048 (Netzseingang)	1	
	Kaltgerätesteckdose DIN 49 457 (Europastecker)	104.21/57	- " - Nr. 5050 (Netzspeisung zum FD1)	1	
<u>Sonstige Ersatzteile</u>					
Gl 1	Signalleuchte mit fest eingebauter Glimmlampe 220 V, rot	107.45/01	Rafi 1.02614.002	1	
Q 1	20 MHz Schwingquarz im Halter KB - 1	360/10	Reuter KB - 1	1	
Si 1	Feinsicherung 0,315 A mittelträge	225.13/331	Wickmann 5x20 mm (f. Netzsp. 220V)	1	
(Si 1)	- " - 0,63 A - " -	225.13/363	- " - (- " - 110, 117, 125V)		
(Si 1)	- " - 0,5 A - " -	225.13/350	- " - (- " - 150V)		
	Drehknopf ϕ 22 mm mit Zeiger	6242.20/02	Valvo 2922 511 03206 f. Drehkond. C 9	1	

Zu 1) und 2) siehe Seite 48

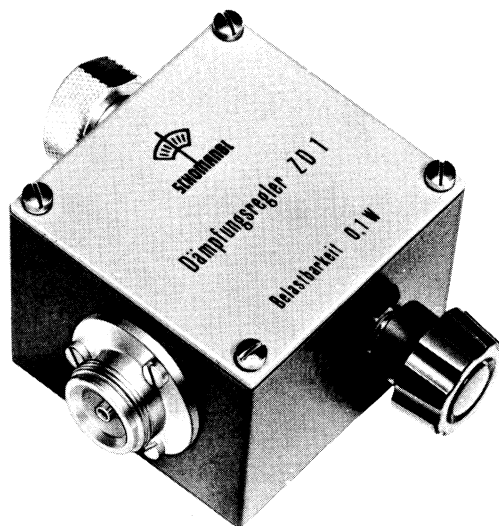
5. DÄMPFUNGSREGLER ZD 1

Der Dämpfungsregler ZD 1 ist ein Zubehörteil zum Service-Frequenzmesser FD 1. Mit Hilfe des ZD 1 kann die Ausgangsspannung des FD 1 bei Bedarf bis zu 110 dB abgeschwächt werden. Dazu wird der ZD 1 auf die Ausgangsbuchse des FD 1 aufgeschraubt und bildet dann mit dem Gerät eine mechanische Einheit.

Der Dämpfungsregler ZD 1 enthält einen Hochfrequenz-Spannungsteiler in Kohleschicht-Ausführung, der nach dem Flächenspannungsteilerprinzip arbeitet.

Technische Daten

Maximal einstellbare Dämpfung	110 ± 15 dB (bis 100 MHz)
Wellenwiderstand	60 Ω
Maximale Belastbarkeit	0,1 W
Gewicht	ca. 0,35 kg
Bestellbezeichnung:	Dämpfungsregler ZD 1 Type 887 BN B 44220



Ersatzteile

Hochfrequenz-Spannungsteiler Preh Typ 110 Nr. 66 700-000
dto, einbaufertig bearbeitet

Koaxiale Flanschbuchse 3,5/9,5 DIN 47281, Spinner 283009

Koaxialer Flanschstecker 3,5/9,5 DIN 47281, bestehend aus:

Flansch
Paßstück Spinner ZN 0151
Überwurfmutter Spinner ZN 0150
Isolierscheibe Spinner ZN 0149
Innenleiter Spinner ZN 0148

SCHOMANDL-Nr.

175/02
887.00.00.08-5

101.41/01

887.00.00.04-5
106.31/17
106.31/16
106.31/02
106.31/01

Überlagerungszusatz FDM 1

Bitte beachten Sie folgende Abweichungen vom
gedruckten Handbuch:

C 12 ... statt 33 pF jetzt 27 pF, SCHOMANDL-Nr. 113.31.26/227

C 30 ... statt 0,1 μ F jetzt 1 μ F, SCHOMANDL-Nr. 111.53/710

R 11 ... entfällt

R 14 ... ersetzt durch HF-Drossel 120 μ H (Jahre Bf 72, 1)
SCHOMANDL-Nr. 144/120

R 29 ... statt 250 k Ω jetzt 100 k Ω , 0,5 W, SCHOMANDL-Nr. 172.78/10



SCHOMANDL KG · 8 MÜNCHEN 80 · BELFORTSTR. 6-8 · POSTF. 801547

Fernsprecher: 442561 — Telegramm: Schomandldekade — Telex: 05/22076 — Bahnstation: München-Ost

yd 14002.04