



Serviceanleitung



Selektiver Pegelmesser

SPM-60

Frequenzbereich 6 kHz bis 18,6 MHz

Anschriften

Stammhaus

Verwaltung, Laboratorien und Fertigung
D-7412 Eningen bei Reutlingen
Mühleweg 5

Tel. (0 71 21) 84 41
Telex 0729-833/wug d
C: Frequenz Reutlingen

Postanschrift
Wandel u. Goltermann
D-7410 Reutlingen
Postfach 259

Technische Büros

Düsseldorf

Wandel u. Goltermann
Technisches Büro Düsseldorf
D-4020 Mettmann
Goldberger Straße 112

Tel. (0 21 04) 2 55 69
Telex 08 581 117

Hamburg

Wandel u. Goltermann
Technisches Büro Hamburg
D-2000 Hamburg 54
Brunsberg 21

Tel. (040) 5 60 30 17/8
Telex 02 14 442

München

Wandel u. Goltermann
Technisches Büro München
D-8000 München 21
Valpichlerstraße 31

Tel. (089) 58 13 43
Telex 05 212 916

Stuttgart

Wandel u. Goltermann
Technisches Büro Stuttgart
D-7012 Fellbach
Höhenstraße 17

Tel. (07 11) 52 30 51
Telex 07 254 476

West-Berlin

Wandel u. Goltermann
Technisches Büro Berlin
D-1000 Berlin 62
Leberstraße 63

Tel. (030) 7 81 20 21
Telex 0185544



SELEKTIVER PEGELMESSER SPM-60

Frequenzbereich 6 kHz bis 18,6 MHz

Serviceanleitung A...

1.5.76 Sah
0.3.5.76 2309

Printed in the
Federal Republic of Germany

Änderungen vorbehalten

Wandel u. Goltermann - 7410 Reutlingen

Inhalt

6. Vorbemerkungen zur Serviceanleitung	6-1
6.1. Schaltelemente Schlüssel	6-1
6.2. Interne Verbindung der Karten-Anschlußpunkte	6-1
6.3. Farbschlüssel	6-1
6.4. Abkürzungen und Symbole	6-2
6.4.1. Konkrete Bauelemente	6-2
6.4.2. Digitalsymbole	6-2
6.4.2.1. Allgemeine Kennzeichnung	6-2
6.4.2.2. Digitale Verknüpfungsglieder	6-2
6.4.2.3. Kippschaltungen mit Speicherverhalten	6-3
6.4.2.4. Verzögerungsglieder	6-5
6.4.2.5. BCD-Zähldekade als integrierte Schaltung	6-5
6.4.2.6. Code-Umsetzer als integrierte Schaltung	6-5
6.4.2.7. Schaltstufen	6-5
6.5. Meßmittel	6-6
6.6. Bestellung von Ersatzteilen	6-6
7. Hinweise zur Fehlersuche und Reparatur	7-1
7.1. Demontage des Geräts	7-1
7.1.1. Lösen der Geräteabdeckung	7-1
7.1.2. Entfernen eines Bedienungsknopfes	7-1
7.1.3. Ausbau der Frontplatte	7-1
7.1.4. Öffnen und Ausbau des Klappchassis	7-1
7.1.5. Ausbau gedruckter Schaltungen	7-1
7.2. Pflege von Geräteteilen	7-1
7.2.1. Antrieb der Frequenzeinstellung	7-1
7.2.2. Reinigung des Empfindlichkeitsschalters	7-1
7.3. Sicherheitsmaßnahmen	7-1
7.3.1. Netzteil	7-1
7.4. Lage der Baugruppen bzw. Testpunkte	7-1 bis 7-5
7.5. Pläne zur systematischen Fehlereingrenzung	7-6 bis 7-9
8. Nachprüfen wichtiger technischer Daten	8-1
8.1. Einleitung	8-1
8.2. Frequenzanzeige	8-1
8.3. Pegelanzeige 0 dB, 0 dBm, f = 6 kHz bis 18,6 MHz	8-1
8.3.1. Pegelanzeige 0 dB, f = 20 kHz	8-1
8.3.2. Pegelanzeige 0 dBm, f = 20 kHz	8-2
8.3.3. Pegelanzeige 0 dB, f = 6 kHz bis 18,6 MHz	8-2
8.4. Fehler des Meßbereichsschalters	8-2

8.4.1.	Teilerfehler 0 bis 110 dB, $f = 20$ kHz	8-2
8.4.2.	Teilerfehler 0 bis 20 dB, $f = 20$ kHz	8-3
8.4.3.	Teilerfehler bei $f = 1$ MHz, 10 MHz und 18,6 MHz	8-3
8.5.	Fehler der Instrumentenskala	8-3
8.5.1.	Instrumentenskala + 1 bis - 22 dB	8-3
8.5.2.	Instrumentenskala + 0,3 bis - 2,2 dB	8-3
8.5.3.	Instrumentenskala $\pm 0,5$ dB	8-3
8.6.	Selektion	8-3
8.7.	Eigenklirrdämpfung	8-4
8.8.	Reflexionsfaktor	8-4
9.	Abgleichanweisungen	9-1
9.1.	Frequenzabgleich des 1-MHz-Oszillators (11)	9-1
9.2.	Einstellung von Frequenz- und Ziehbereich	9-1
9.2.1.	2,11-MHz-Oszillator (19)	9-1
9.2.2.	22-MHz-Oszillator (18)	9-1
9.2.3.	24-MHz-Eichoszillator (22)	9-1
9.2.4.	Ausmessen des Ziehbereichs	9-1
9.3.	Frequenz des Steueroszillators (12)	9-1
9.4.	Oszillatorabgleich im Demodulatorzusatz (26)	9-2
9.5.	Abgleich des 10-kHz-Bandpasses (6)	9-2
9.6.	Arbeitspunkte des Regelverstärkers (Ausgangsschaltung (8))	9-2
9.7.	Abgleich der Referenzspannung und des Eichpegels	9-2
9.8.	Trägererzeugung (16)	9-2
9.9.	Einstellen der Versorgungsspannung (25)	9-3
10.	Funktionsbeschreibung	10-1
10.1.	Gesamtgerät	10-1
10.1.1.	Frequenzerzeugung	10-1
10.1.2.	Pegelmessung	10-2
10.1.3.	Phasenregler	10-3
10.1.4.	Suchoszillator	10-3
10.2.	Eingangsteil (1), (2)	10-4
10.2.1.	Eingangswiderstand	10-4
10.2.2.	Eichumschalter	10-4
10.2.3.	Teiler I	10-4
10.2.4.	Eingangsverstärker	10-4
10.3.	18,6-MHz-Tiefpaß (2)	10-5
10.4.	Mischer I (3)	10-5
10.5.	24-MHz-Bandpaß, Mischer II, 2-MHz-Bandpaß (4)	10-5
10.6.	Mischer III (5)	10-6

10.7.	110-kHz-Bandpaß (5)	10-6
10.8.	Mischer IV (6)	10-6
10.9.	Ausgangsschaltung (8)	10-6
10.9.1.	Signalindikatorschaltung	10-8
10.10.	Eichtaktgeber (9)	10-8
10.10.1.	Bu 901 (341-L)	10-9
10.11.	Empfindlichkeitsschalter (10)	10-10
10.12.	1-MHz-Oszillator und Impulsformer (11)	10-10
10.13.	Phasenvergleichler (14)	10-10
10.14.	Entzerrer und Suchoszillator (15)	10-11
10.15.	Trägeroszillator (16)	10-12
10.16.	22-MHz-Oszillator (18)	10-12
10.17.	2, 11-MHz-Oszillator (19)	10-12
10.18.	Frequenzteiler und Trennstufen (20)	10-12
10.19.	24-MHz-Eichoszillator und Eichbegrenzer (22)	10-13
10.20.	Eichmischer und Trennstufe (23)	10-13
10.21.	Trennstufen für Fremdsteuerung (24)	10-14
10.22.	Netzteil (25)	10-14
10.23.	Demodulatorzusatz (26)	10-14

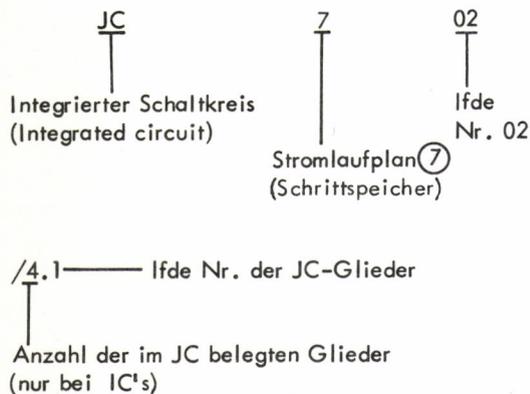
**6. VORBEMERKUNGEN ZUR
SERVICEANLEITUNG**

6. VORBEMERKUNGEN ZUR SERVICEANLEITUNG

Die Abschnitte 6.1. bis 6.4. erläutern die im Serviceteil 7. und im Anhang verwendeten Abkürzungen, Symbole und Schemen; Abschnitt 6.5. enthält Hinweise für die Meßmittel, Abschnitt 6.6. für die Bestellung von Ersatzteilen.

6.1. Schaltelemente Schlüssel

Die einzelnen Karten bzw. Stromlaufpläne sind durch eine individuelle Nummer gekennzeichnet, z.B. Schrittspeicher ⑦. Die Positionsnummern aller in dieser Baueinheit vorkommenden Schaltelemente beginnen mit der Ziffer 7. Die beiden folgenden Ziffern numerieren die Bauelemente fortlaufend, z.B. 06 im Kondensator C 706 oder 11 im Widerstand R 711. Der vorgesetzte Buchstabe bezeichnet die Art des Bauelements.



Digitale Schaltsymbole, z.B. Verzögerungsglieder mit der Bezeichnung DG (Digitale Grundschaltung) führen, wenn sie mehrfach innerhalb einer Schaltung vorkommen, einen weiteren Kleinbuchstaben -z.B. a - im Symbol des Stromlaufplans. Allen konkreten Bauelementen dieser digitalen Schaltung ist in der Bestückungszeichnung derselbe Kleinbuchstabe vorangestellt.

6.2. Interne Verbindung der Karten-Anschlußpunkte

Die Anschlußpunkte der Steckerleiste sind an der strichpunktiierten Umrandung des Stromlaufplans mit einer Zahl oder einem Großbuchstaben bezeichnet, desgleichen auch mit der Signalbenennung, die sich auf den digitalen Low-(L)-Zustand bezieht.

Um festzustellen, welche internen Verbindungen im Gerät, z.B. von der Karte SA zu anderen Steckkarten führen, oder welches Signal in einer weiteren Schaltung bestimmte Funktionen bewirkt, benutzt man die Buchsen - (Leisten) -Belegung ④ im Anhang. Dabei gelten die Buchstaben für die Kontakte auf der Bestückungsseite und die Zahlen für die Kontakte auf der Lötseite.

1. Beispiel

Anschlußpunkt R mit Signal "Fußpunkt Tasten" im Stromlaufplan ③, "Steuerkarte A" ist verbunden mit (SB) 15 und (P) R, also mit den Karten "Steuerkarte B",

Anschlußpunkt 15 und "Programmierkarte P", Anschlußpunkt R.

2. Beispiel

Das Signal "Verriegelung Nullstelltaste", Karte SA, Pkt. 15 wird zu der Karte "Steuerkarte B", (SB) S geführt.

6.3. Farbschlüssel

Farbcode für Widerstände und Kondensatoren

Farbe	1.u.2. Ring	3. Ring	4. Ring	5. Ring ¹⁾
	1.u.2. Ziffer	Zahl der Nullen	Toleranz in %	Betr.-Spg. in V
schwarz	0	0	-	-
braun	1	1	1	100
rot	2	2	2	200
orange	3	3	3	300
gelb	4	4	4	400
grün	5	5	5	500
blau	6	6	6	600
violett	7	7	7	700
grau	8	8	8	800
weiß	9	9	9	900
gold		$\times 0,1^{2)}$	5	1000
silber		$\times 0,01^{2)}$	10	2000
ohne Farbe			20	500

1) nur bei Kondensatoren

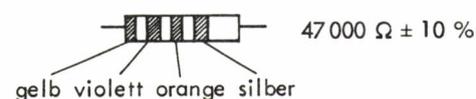
2) Multiplikator für Werte unter 10

Abkürzungen der Schaltdrahtfarben

bl	blau	rs	rosa
bk	blank	rt	rot
br	braun	Schirm	Schirm
fl	farblos	sw	schwarz
ge	gelb	vio	violett
gn	grün	ws	weiß
gr	grau	wsbl	weiß blau

Bei Kondensatoren werden die Farbpunkte häufig in einem Pfeil angeordnet, gezählt wird vom Schaft zur Pfeilspitze.

Bei Widerständen werden die Farbpunkte oder Farbringe von außen her gezählt. Häufig wird auch der Widerstandskörper als 1. Farbpunkt benutzt, als zweiter Punkt eine Kappe. Der dritte Punkt (Anzahl der Nullen) wird als Punkt oder Ring auf dem Widerstandskörper aufgetragen (entfällt, wenn Farbe mit der Grundfarbe übereinstimmt). Zur Kennzeichnung der Toleranz wird die zweite Kappe benutzt.



6. VORBEMERKUNGEN ZUR SERVICEANLEITUNG

6.4. Abkürzungen und Symbole

Aus Gründen der besseren Übersicht werden im Text und in den Stromlaufplänen für die Bauelemente folgende Abkürzungen und Symbole verwendet.

6.4.1. Konkrete Bauelemente

Batterie	B	
Buchse	Bu	
Diode, Gleichr.	Gl	
Z-Diode	Gl	
Thyristor	Gl	
Kapazitätsvariationsdiode		
Induktivität	L	
Anzeigeelement	J	
Kondensator	C	
Widerstand	R	
Heißleiter	R	
Potentiometer	P	
Quarz	Q	
Relais	Rel	
Relaiskontakt	rel	
Schalter	S	
Sicherung	Si	
Signallampe	SL	
Transistor	T	
Bipolartransistor (Unijunction, FET)	T	
Übertrager	Ü	

Die gestrichelte Linie deutet einen Teil der Umrandung eines Schaltzeichens an, bei dem die Kennzeichnung verwendet wird.

Kennzeichnung dynamischer Eingänge

mit Wirkung einer H/L-Flanke

mit Wirkung einer L/H-Flanke

Die Wirkung ist so, als ob beim Übergang des Eingangssignals von H auf L ein L-Impuls angelegt wird.

Desgleichen beim Übergang von L auf H.

Trigger-Eingänge (G-Eingänge)

statisch

Mit Wirkung bei L

Mit Wirkung bei H

einflankengesteuert

Mit Wirkung beim H-L-Übergang

Mit Wirkung beim L-H-Übergang

zweiflankengesteuert

Mit Wirkung bei H-L-H-Impuls

Mit Wirkung bei L-H-L-Impuls

Kennzeichnung einer Eingangsschaltung mit Vorbereitung

E_X E_X = vorbereitender Eingang

X X = auslösender Eingang

Die Schaltung liefert einen L-Impuls beim Übergang des Signals an X von H auf L, wenn vorher am Eingang E_X ein L-Signal liegt.

Wie oben, jedoch bei Übergang von L auf H.

Anmerkung: Eine eventuelle Speicherzeit ist anzugeben! (E_X)

6.4.2. Digitalsymbole

Nachfolgend werden ohne Anspruch auf Vollständigkeit einige der wichtigsten digitalen Schaltzeichen dargestellt.

6.4.2.1. Allgemeine Kennzeichnung

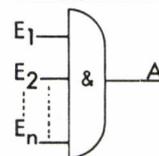
Kennzeichnung der Negation

eines Eingangs: bzw. Ausgangs:



6.4.2.2. Digitale Verknüpfungsglieder

UND (AND)-Glieder

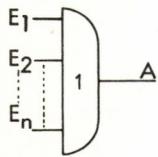


Am Ausgang erscheint nur dann ein L-Signal, wenn allen Eingängen gleichzeitig "L" zugeführt wird. (Konjunktive Verknüpfung)

E_1	E_2	A
H	H	H
H	L	H
L	H	H
L	L	L

6. VORBEMERKUNGEN ZUR SERVICEANLEITUNG

ODER (OR)-Glied



Am Ausgang erscheint ein L-Signal, wenn mindestens einem Eingang "L" zugeführt wird. (Disjunktive Verknüpfung)

E ₁	E ₂	A
H	H	H
H	L	L
L	H	L
L	L	L

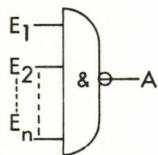
NICHT-Glied



Am Ausgang erscheint immer die Umkehrung des Eingangssignals (Invertierung).

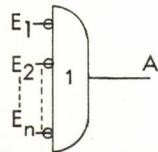
E	A
0	L
L	0

NAND-Glied



Am Ausgang erscheint ein H-Signal, wenn allen Eingängen "L" zugeführt wird.

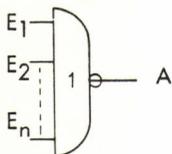
E ₁	E ₂	A
H	H	L
H	L	L
L	H	L
L	L	H



Andere Darstellungsart:
Sie ergibt sich nach dem DE MORGAN - Theorem durch die Beziehung:
 $A = E_1 \cdot E_2 \dots E_n$
 $\bar{A} = \bar{E}_1 + \bar{E}_2 \dots \bar{E}_n$

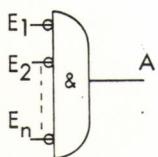
Diese umgezeichnete Darstellung wird verwendet, wenn die gewünschte Wirkung von einer Kombination von H-Signalen abhängt.

NOR-Glied



Am Ausgang erscheint ein H-Signal, wenn mindestens einem Eingang "L" zugeführt wird.

E ₁	E ₂	A
H	H	L
H	L	H
L	H	H
L	L	H

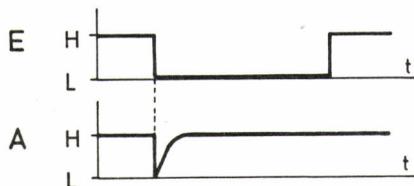


Nach DE MORGAN umgezeichnete Darstellung:
 $A = E_1 + \dots + E_n$
 $\bar{A} = \bar{E}_1 \cdot \bar{E}_2 \dots \bar{E}_n$

Differenzier-Glied



Schaltung, die eine H/L-Flanke in einen H-L-H-Nadelimpuls verwandelt.



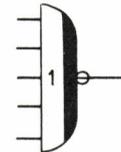
Schaltung, die eine L/H-Flanke in einen H-L-H-Nadelimpuls verwandelt.

ODER-Verknüpfungen durch Verdrahtung ("wired-OR")



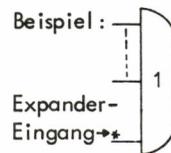
Schaltung, die durch Verbindung der Ausgänge von zwei oder mehreren Elementen eine ODER-Verknüpfung verwirklicht, ohne daß ein wirkliches ODER-Glied verwendet wird.

NOR-Gatter mit sogenanntem "Power"-Ausgang



Die Verdickung der Umrandung auf der Ausgangsseite kennzeichnet die höhere Belastbarkeit (bei IC's spricht man von höheren "fan out").

Erweiterung der Eingangsschaltung durch einen sogenannten "Expander"-Eingang



NOR-Stufe mit vier Eingängen. Ein weiterer besonderer Eingang gestattet durch äußere Beschaltung die Erweiterung der Verknüpfung.

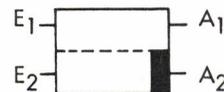
6.4.2.3. Kippschaltungen mit Speicherverhalten

Wir unterscheiden zwei Grundformen, das Flipflop (FF) und das Monoflop (MF).

Flipflops

Diese Kippschaltung hat zwei stabile Lagen. In Abhängigkeit von den Eingangssignalen nimmt das Flipflop eine der beiden Lagen ein.

Wird eine der beiden Lagen als Grundstellung festgelegt, so kennzeichnet man denjenigen Ausgang, der dann L-Zustand einnimmt, durch einen schwarzen Balken.



Statische Eingangssignale (Erklärung und Beispiele)

Wechselt am Eingang E₁, das Signal von H auf L, so kippt das FF unabhängig von der Steilheit des H-L-Übergangs in die Lage, die durch einen L-Zustand am Ausgang A₁ gekennzeichnet ist. Der Ausgang A₂ befindet sich dann zwangsläufig im H-Zustand.

Wechselt das Signal am Eingang E₁ von L nach H, so verharrt das FF in der vorher eingenommenen Lage. Erst wenn am Eingang E₂ das Signal sich von H auf L ändert, kippt das FF in die zweite stabile Lage, die durch einen L-Zustand am Ausgang A₂ gekennzeichnet ist. (Hier als Grundstellung angenommen).

Am Ausgang A₁ liegt dann zwangsläufig ein H-Zustand. Diese Lage behält das FF auch dann bei, wenn sich das Signal am Eingang E₂ von L nach H ändert.

Im allgemeinen ist es nicht zulässig, den Eingängen E₁ und E₂ gleichzeitig ein Signal mit H-L-Übergängen zuzuführen.

6. VORBEMERKUNGEN ZUR SERVICEANLEITUNG

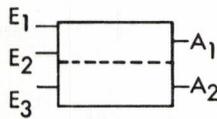
E ₁	E ₂	A ₁	A ₂
L	H	L	H
H	↓	L	H
H	L	H	L
H	↓	H	L
L	H	L	H
L	↓	L	H

Kein FF-Verhalten!

Hat ein Flipflopfeld mehrere Eingänge ohne besondere Kennzeichnung, so sind diese Eingänge disjunktiv verknüpft (ODER-Verknüpfung).

Das bedeutet:

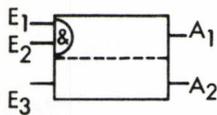
Das Flipflop kippt beim Übergang eines Signals von H nach L an Eingang E₁ oder E₂ oder an beiden in die Lage, die durch einen L-Zustand am Ausgang A₁ gekennzeichnet ist.



Hier sind die Eingänge E₁ und E₂ konjunktiv verknüpft (UND-Verknüpfung).

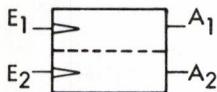
Das bedeutet:

Das Flipflop kippt erst dann, wenn beide Eingänge E₁ und E₂ gleichzeitig den L-Zustand einnehmen.

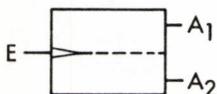


Beispiele mit dynamischen Eingangssignalen

Untenstehendes Flipflop hat 2 dynamische Eingänge E₁ und E₂. Eine H-L-Flanke an E₁ kippt das Flipflop in die Lage, die durch einen L-Zustand am Ausgang A₁ gekennzeichnet ist. In gleicher Weise kippt eine H-L-Flanke an E₂ das Flipflop in die Lage, die durch einen L-Zustand am Ausgang A₂ gekennzeichnet ist.

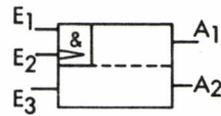


Befindet sich das Zeichen \triangleright (bzw. \square) an der Trennlinie beider Felder, so kippt das Flipflop bei jeder H-L- (bzw. L/H-)Flanke, wobei wechselweise A₁ und A₂ durch L (bzw. H) gekennzeichnet sind.

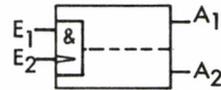


Flipflop mit Vorbereitung

Eine H/L-Flanke am dynamischen Eingang E₂ ist nur dann wirksam, wenn sich gleichzeitig der Vorbereitungseingang E₁ im L-Zustand befindet. In diesem Falle kippt das Flipflop in die Lage, die durch einen L-Zustand am Ausgang A₁ gekennzeichnet ist. E₃ ist ein statischer Eingang.



Im folgendem Schaltzeichen wirkt der dynamische Eingang mit Vorbereitung auf beide Felder, d.h. jede H/L-Flanke am Eingang E₂ kippt das Flipflop, wenn gleichzeitig am Eingang E₁ ein L-Zustand besteht.

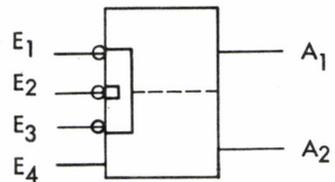


Flipflops aus integrierten Schaltungen

Die in den Beispielen angeführten integrierten Digital-schaltungen sind vom Hersteller für die Anwendung in positiver Logik vorgesehen, nachstehend jedoch in der im Hause üblichen negativen Logik dargestellt.

Eine UND-Verknüpfung (für "L") wird daher zu einer ODER-Schaltung für "L"-Signale, bzw. zu einer UND-Schaltung für "H"-Signale.

J-K-Master-Slave-Flipflop (z.B. SN 7473 v. Texas)



	t _n	t _{n+1}
E ₁	E ₃	A ₁ A ₂
L	L	A _{1n} A _{2n}
L	H	H L
H	L	L H
H	H	A _{1n} A _{2n}

t_n = kurz vor dem "clock-imp."

t_{n+1} = kurz nach dem "clock-imp."

A₁ = A_{1n} = der gleiche Zustand wie zur Zeit t_n

A_{1n} $\hat{=}$ $\overline{A_{2n}}$ A_{2n} $\hat{=}$ $\overline{A_{1n}}$

D-Type-Flipflop (edge-triggered) (auch als Beispiel für SN 7474 von Texas).



	t _n	t _{n+1}
E ₂	A ₁	A ₂
L	L	H
H	H	L

Monoflops

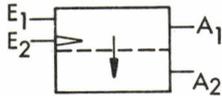
Diese Kippschaltungsart ist dadurch gekennzeichnet, daß es nur eine stabile Lage (Ruhelage) und eine quasistabile Lage (Arbeitslage) einnehmen kann, wobei der Pfeil in das Feld zeigt, dessen Ausgang in Ruhelage ist.

6. VORBEMERKUNGEN ZUR SERVICEANLEITUNG

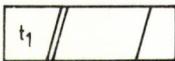
Beispiel:

Im folgendem Monoflop kippt ein L-Zustand am statischen Eingang E₁ oder eine H/L-Flanke am dynamischen Eingang E₂ die Schaltung aus der Ruhelage in die quasistabile Arbeitslage (L-Zustand am Ausgang A₁).

Nach der Rückkippszeit t_R, deren Dauer durch ein internes RC-Glied bestimmt ist, kippt das Monoflop in die Ruhelage zurück.



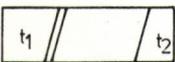
6.4.2.4. Verzögerungsglieder



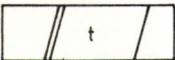
Verzögert den Übergang von H auf L



Verzögert den Übergang von L auf H.



Verzögert sowohl den Übergang von H auf L als auch den von L auf H, jedoch um ungleiche Zeiten.

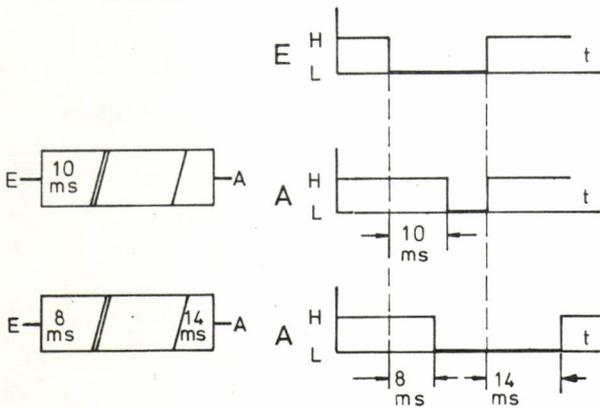


Verzögert die Übergänge von H auf L und von L auf H um gleiche Zeiten.

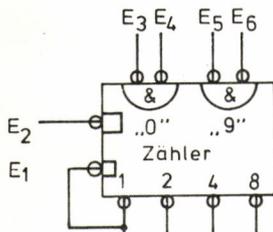
Der Doppelschrägstrich kennzeichnet die Eingangsseite

Die Verzögerungszeit kann in Zeiteinheiten, z. B. in ms oder µs eingetragen werden.

Anwendungsbeispiele:



6.4.2.5. BCD - Zähldekade als integrierte Schaltung



Bedingung zum Stellen auf Ziffer 0:

E₃ und E₄ auf H-Zustand, E₅ oder E₆ oder beide in L-Zustand.

Bedingung zum Stellen auf Ziffer 9:

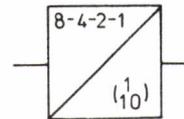
E₅ und E₆ auf H-Zustand, E₃ oder E₄ oder beide in L-Zustand

Ziffer	Ausgänge			
	1	2	4	8
0	L	L	L	L
1	H	L	L	L
2	L	H	L	L
3	H	H	L	L
4	L	L	H	L
5	H	L	H	L
6	L	H	H	L
7	H	H	H	L
8	L	L	L	H
9	H	L	L	H

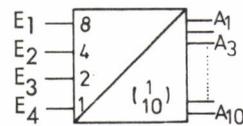
Während des Zählens (Impulseingang E₂) muß an jedem der beiden UND-Glieder mindestens ein Eingang im Low-Zustand sein.

6.4.2.6. Code - Umsetzer als integrierte Schaltung

Vereinfachte Darstellung (Beispiel)



Darstellung mit den einzelnen Ein- und Ausgängen



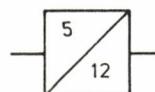
Umsetzung des BCD-Codes 8-4-2-1 in den 1-aus-10-Code

6.4.2.7. Schaltstufen

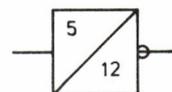
Darstellung von Schaltstufen jeglicher Art (Eingang, Ausgang, Transistorstufen, integrierte Schaltungen), die die Funktion eines Pegelumsetzers besitzen,

mit einem Eingang

a) nicht invertierend



b) invertierend



6. VORBEMERKUNGEN ZUR SERVICEANLEITUNG

6.5. Meßmittel

Als Meßmittel für die Fehlereingrenzung und zum Nachweis von Spannungen, Signalen, Impulsen usw. empfehlen wir folgende Geräte:

Pegelmeßplatz PSM-5	BN 444/0	W.u.G.
Pegelmeßplatz PSM-7	BN 456/57	W.u.G.
Eichpegelmesser EPM-1 mit Meßkopf TK-10	BN 564/0	W.u.G.
Dämpfungsglied 75 Ω	BN 572/0	W.u.G.
RF-Millivoltmeter 411 A	BN 594/1	W.u.G.
Reflexionsfaktormeßbrücke R 273		HP
		Siemens

6.6. Bestellung von Ersatzteilen

Die wichtigsten Angaben über benötigte Ersatzteile sind den Schaltteillisten zu entnehmen. Bauelemente mit Bv.- bzw. WN-Nummern sind im Werk anzufordern. Für konkrete Ersatzteile ist neben der Baunummer (BN) die Gerätenummer sowie die Positionsnummer des Bauelements anzugeben, z.B.
BN 590 Nr. 430 364 A/T 102

**7. HINWEISE ZUR FEHLERSUCHE
UND REPARATUR**

7. HINWEISE ZUR FEHLERSUCHE UND REPARATUR

Achtung: Vor Öffnen des Geräts ist der Netzstecker zu ziehen!

7.1. Demontage des Geräts

7.1.1. Lösen der Geräteabdeckung

Die Geräteabdeckungen sind mit 4 Spannblöcken auf der Geräterückseite befestigt. Jedes Abdeckblech kann nach Lösen der zwei zugehörigen Spannblöcke nach hinten vom Gerät abgezogen werden.

7.1.2. Entfernen eines Bedienungsknopfes

Nach dem Abziehen des Knopfdeckels ist die Schraube in der Knopfmitte zu lösen (ggf. mit Sonderwerkzeug W9, W20 oder W21!). Danach kann der Knopf von der Achse abgezogen werden. Sollte sich der Klemmkonus des Knopfes nicht von selbst lockern, ist leicht gegen die gelöste Schraube zu klopfen.

7.1.3. Ausbau der Frontplatte

Nach Entfernen der oberen und unteren Geräteabdeckung werden die Senkschrauben der oberen und unteren Zierleiste herausgedreht und diese abgenommen. Im dadurch freigelegten Gehäuserahmen sind jetzt die auf der Unterseite und Oberseite befindlichen Zylinderschrauben zugänglich und können herausgeschraubt werden. Die Frontplatteneinheit läßt sich nun nach vorn herausziehen, wobei die Kabelverbindungen vor Beschädigungen zu schützen sind.

7.1.4. Öffnen und Ausbau des Klappchassis

Um an die Baugruppen im Gehäusezentrum bequem heranzukommen, ist die mittlere obere Wanne als Klappchassis konstruiert.

Werden die beiden Befestigungsschrauben gelöst, sowie die Antriebskupplung des Bandbreitenschalters ausgehängt, läßt sich das Chassis nach oben klappen.

Zum Messen oder Auswechseln von Bauteilen kann das Klappchassis ganz herausgenommen werden. Dazu Chassis nach hinten klappen, die beiden "Subminax" Stecker an der Klappchassissrückseite lösen, die Stecker an der Chassissvorderseite herausziehen und die hinteren Scharnierschrauben lösen.

7.1.5. Ausbau gedruckter Schaltungen

Zuerst Deckel der entsprechenden Wanne entfernen, danach die Anschlußdrähte ablöten und die Befestigungsschrauben der Platine herausdrehen. Die gedruckte Schaltung läßt sich jetzt nach oben herausnehmen.

7.2. Pflege von Geräteteilen

Allgemeine Pflege- und Wartungsanweisungen, z. B. Austausch von Sicherungen usw. befinden sich in Kapitel 5 der Bedienungsanleitung.

7.2.1. Antrieb der Frequenzeinstellung

Bei Schwergängigkeit des Antriebs sollte dieser leicht geölt werden. Dazu das Precision-Oil Nr. 28/2,5°E (der Fa. Riedel, Freiburg) verwenden.

7.2.2. Reinigung des Empfindlichkeitsschalters

Zu diesem Zwecke ist von der ausgebauten Frontplatte nach Kennzeichnung und Lösen der Anschlußdrähte und nach Herausdrehen der Befestigungsschrauben der Schalter herauszuziehen. Der Schalter muß an den Anschlag gedreht werden; außerdem ist auf die Stellung der Kontaktstifte zu achten. Mit einem Innensechskantschlüssel lassen sich die Schrauben der Kontaktstiftplatte lösen. Diese kann danach leicht abgezogen werden. Zur Reinigung der Kontaktbahnen wird vorteilhaft ein sauberer, trockener Lappen oder ein weicher Radiergummi verwendet.

Schließlich wird die Halteplatte wieder aufgesetzt und so tief montiert, daß von den im unbelasteten Zustand herausragenden Kontaktstiften nur noch die Hälfte zu sehen ist. Die weitere Montage erfolgt entsprechend.

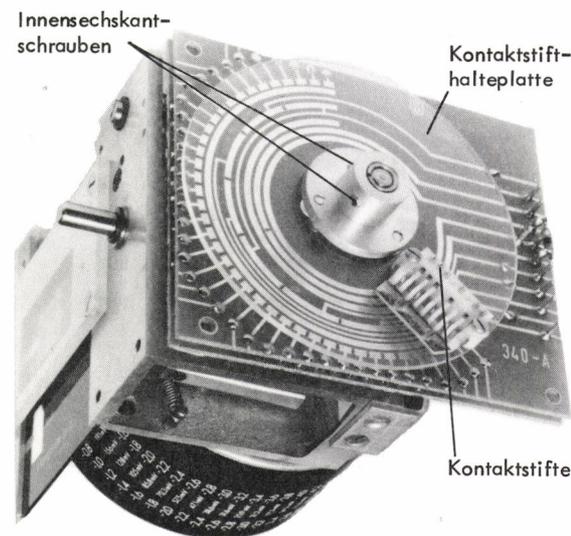


Bild 7-1

7.3. Sicherheitsmaßnahmen

7.3.1. Netzteil

Die Geräte fallen unter die Schutzklasse I (nach IEC Publ. 348), da sie einen Schutzleiter haben, der jedoch nicht mit dem Gehäuse und der Gerätemasse verbunden, sondern durch Schutzschirmung bzw. Schutzisolation vom Gehäuse getrennt ist. Dies hat den Vorteil, daß eine Meßerde an die Erdbuchse C angeschlossen werden kann, falls es die Meßaufgabe erfordert.

7.4. Lage der Baugruppen bzw. Testpunkte

siehe Bild 7-2 bis 7-5

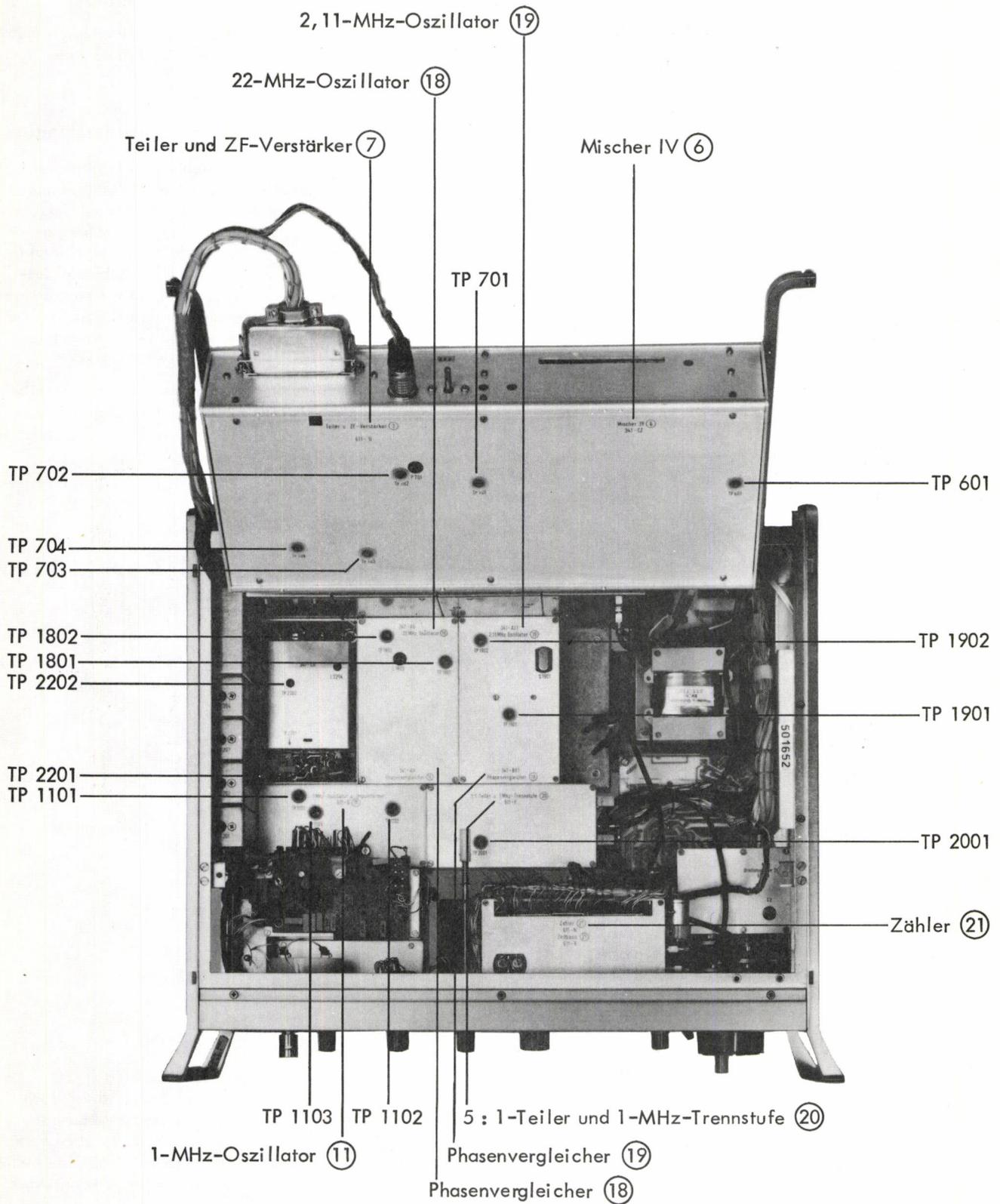


Bild 7-2 Gerät von oben mit Klappchassis (untere Wanne)

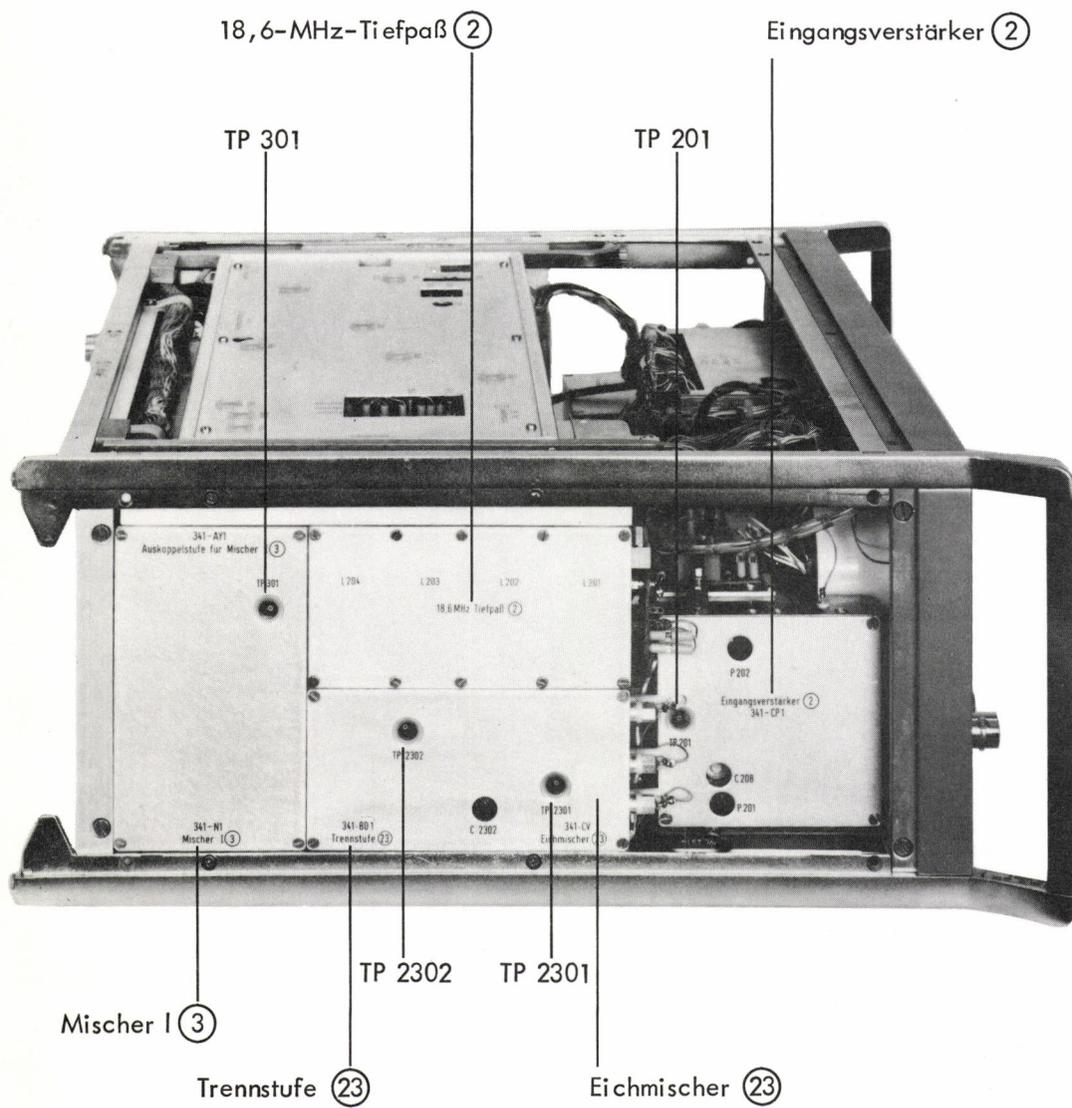


Bild 7-3 Gerät von links

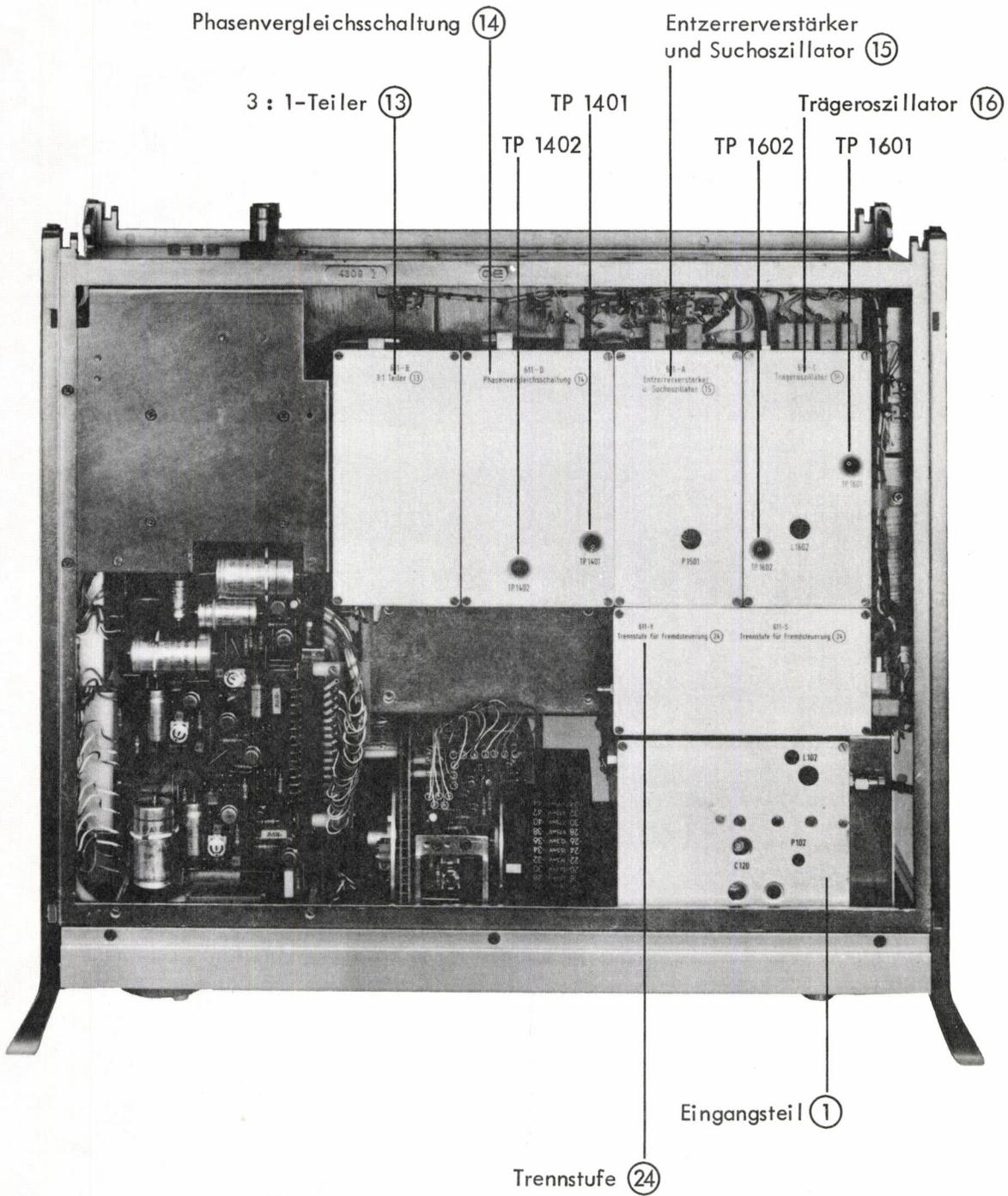


Bild 7-4 Gerät von unten

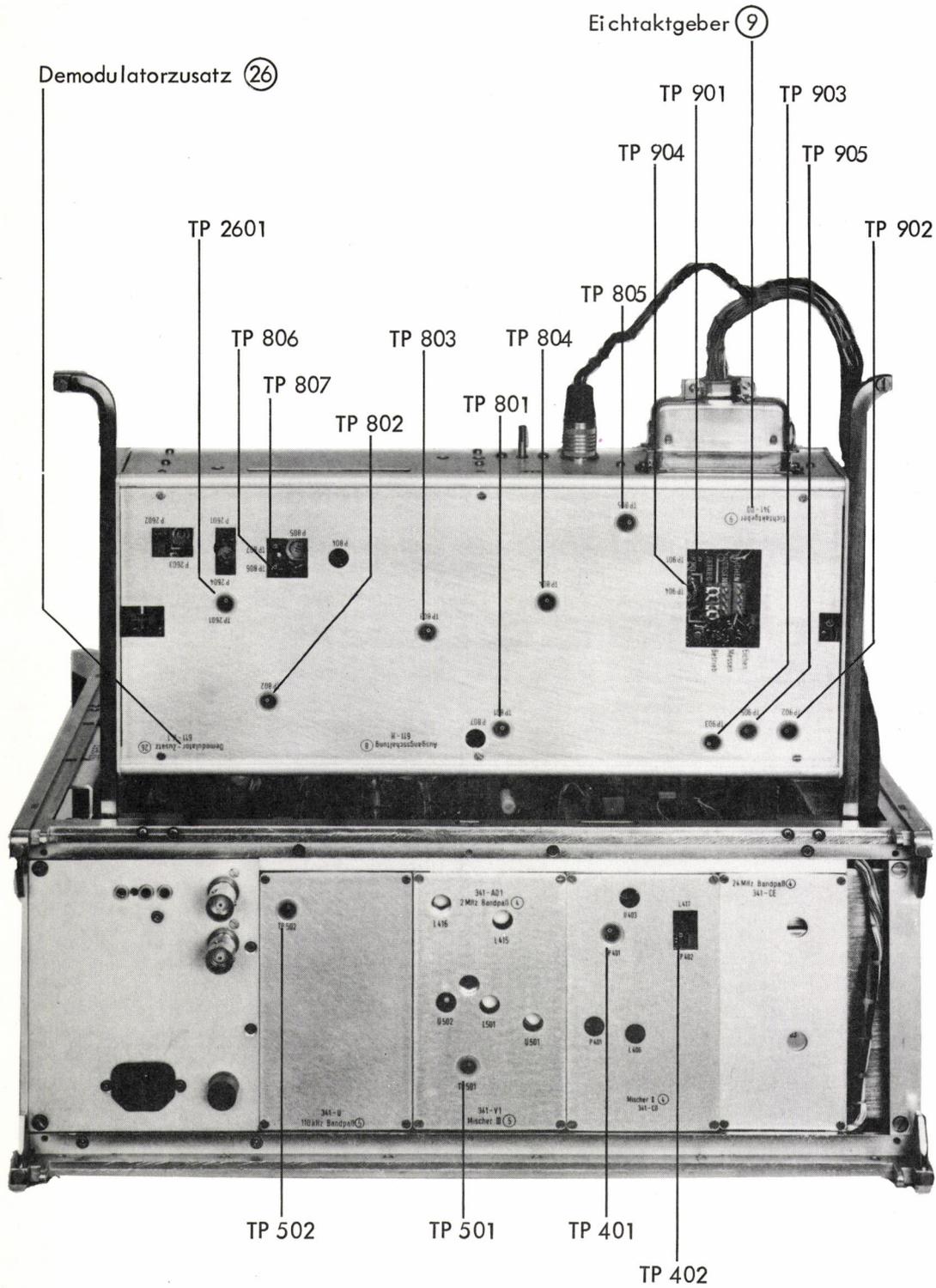


Bild 7-5 Gerät von hinten mit Klappchassis (obere Wanne)

7. HINWEISE ZUR FEHLERSUCHE UND REPARATUR

7.5. Pläne zur systematischen Fehlereingrenzung

Das nachstehende Kapitel enthält Hinweise, die eine systematische Fehlersuche sowie Fehlereingrenzung auf eine bestimmte Baugruppe ermöglichen.

Dabei wird vom Blockschaltplan ausgegangen und anhand eines Pegelplans der Sollwert des Signalpegels im Signalzweig an verschiedenen Testpunkten kontrolliert. Die geräteintern erzeugten Signale, die sich ebenfalls an Testpunkten messen lassen, sind in Form von Oszillogrammen* tabellarisch aufgeführt, so daß man Sollform und Größe der Signale relativ schnell von Baugruppe zu Baugruppe überprüfen kann.

Der zusätzliche Relaisplan* gibt schließlich Auskunft über den Schaltzustand der Relais bei den verschiedenen Betriebszuständen des Geräts.

Ist der Fehler auf eine bestimmte Baugruppe lokalisiert worden, muß er von da aus innerhalb des Bausteins unter Zuhilfenahme des jeweiligen Schaltbildes und der Baugruppenbeschreibung gesucht werden.

Es sei darauf hingewiesen, daß alle Angaben in den vorgenannten Plänen lediglich dem Auffinden von Funktionsnicht jedoch von Toleranzfehlern dienen.

(Unter Toleranzfehler wird eine Überschreitung der garantierten Fehlergrenzen verstanden, ohne daß dadurch die Funktion des Geräts nennenswert gestört wird).

* (Oszillogramme und Relaisplan siehe folgende Seiten)

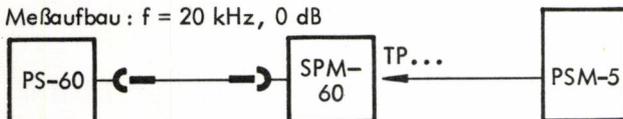
Hinweise zum nebenstehenden Pegelplan:

Beim Messen wird der Einfluß des autom. Eichvorganges durch eine periodische Schwankung der Anzeige am PSM-5 deutlich. Während des Eichtakts verschwindet der Meßpegel, deshalb muß der Meßwert am Ende des Meßtakts, also vor einem neuen Eichtakt, abgelesen werden. Dies ist bei den angegebenen Prüfgeräten ohne weiteres möglich.

Werden Prüfgeräte mit trägerer Anzeige benutzt, so muß Bu 901 auf "Messen" gesteckt werden. Es gelten dann alle Werte des Pegelplans mit Ausnahme von TP 803, 802, 807 und Bu 801, die um ca. $\pm 10\%$ abweichen können, sowie TP 804, an dem in diesem Falle $+2,2\text{ V}$ liegen.

Diese Betriebsart empfiehlt sich auch bei der Suche nach den Ursachen kurzzeitiger Störungen.

Meßaufbau: $f = 20\text{ kHz}$, 0 dB



Frequenzabstimmung: 20 kHz
 Meßbereich: 0 dB
 Anzeigebereichsumschalter: ungedehnt
 Bandbreite: $1,74\text{ kHz}$

Sollwerte (Pegelangaben in dB; $0\text{ dB} = 0,775\text{ V}$)			
Meßpunkt	Frequenz	dB-Eichung	gemessen mit
TP 201	20 kHz	- 36,7	PSM-5+TK-8
TP 301	24 kHz	- 50	PSM-5+TK-8 ¹⁾
TP 401	2 MHz	- 47,5	PSM-5+TK-8 ¹⁾
TP 502	10 kHz	- 37,1	PSM-5+TK-8
TP 701	10 kHz	- 32,6	2)
TP 702	10 kHz	- 23,9	2)
TP 703	10 kHz	- 44,0	2)
TP 704	10 kHz	- 24,0	2)
TP 802	10 kHz	+ 0,6 - 0,3	PSM-5+TK-8
TP 805	10 kHz	- 49,3	PSM-5+TK-8 ³⁾
TP 803	Gleichsp.	+ 6,9 V	100 k Ω /V
TP 804	Gleichsp.	+ 2 V	100 k Ω /V
TP 806	Gleichsp.	- 5,4 bis - 9,4 V	100 k Ω /V
TP 807	Gleichsp.	+ 6,23 V	100 k Ω /V
Bu 801	Gleichsp.	+ 4,3 V	100 k Ω /V
Bu 2601	1,35 kHz	- 3	PSM-5+TK-8 ⁴⁾

SPM-60/BN 611
 Pegelplan

Anmerkung:

Die Pegel an TP 201 bis TP 704 sowie TP 805 sind Mittelwerte. Abweichungen von $\pm 0,5\text{ dB}$ von Meßpunkt zu Meßpunkt werden von unvermeidbaren Bauelementetoleranzen verursacht. Der Pegel von TP 802 ist dagegen frei von Toleranzen, weil vorherige Pegelfehler vom Eichregler kompensiert werden.

- 1) Diese Spannung kann nur selektiv gemessen werden.
- 2) Diese Pegel dürfen absolut um $\pm 2\text{ dB}$ schwanken.
- 3) Durch die Wirkung der Regelschaltung ca. $1\text{ k}\Omega$ Innenwiderstand.
- 4) S 2601 in Stellung 1 und 2 bringen

Ab Serie E:

Schalter S 2603 in Stellung 1	} Frequenz 1 kHz
Schalter S 2601 in Stellung 1 und 2	
Schalter S 2603 in Stellung 2	} Pegel $+ 6\text{ dB}$
Schalter S 2601 in Stellung 1 und 2	
Schalter S 2603 in Stellung 1	} Frequenz 2 kHz
Schalter S 2601 in Stellung 1 und 2	
Schalter S 2603 in Stellung 2	} Pegel $+ 6\text{ dB}$
Schalter S 2601 in Stellung 1 und 2	

7. HINWEISE ZUR FEHLERSUCHE UND REPARATUR

		Stellung des Empfindlichkeitsschalters S 1101				
X = erregt bzw. angesteuert	Eichtakt	- 110 dB	-90 bis -72 dB	-70 bis -52 dB	-50 bis +8 dB	+10 bis +20 dB
Messen	Rel 101	X				
	Rel 102	X				
Eichen	Rel 103	X				
Teiler I	Rel 104		X			
	Rel 105			X		
	Rel 106				X	
	Rel 107					X
	Rel 202		X			
Messen Eichen	Rel 108	X				
	Rel 109	X				
	T 835	X				
	T 836	X				
	T 816	X				
	Übersteuerungstaste					
Rel 201	0,5-Hz Rhythmus					

Relaisplan SPM-60

**8. NACHPRÜFEN WICHTIGER
TECHNISCHER DATEN**

8. NACHPRÜFEN WICHTIGER TECHNISCHER DATEN

8.1. Einleitung

Im folgenden werden Verfahren beschrieben, die es erlauben, die wichtigsten Kennwerte des Geräts nachzuprüfen. Nach Möglichkeit sind handelsübliche Meßmittel vorgeschlagen.

Wo nicht besonders darauf hingewiesen wird, sollen die Prüfungen bei Raumtemperatur ($+ 23\text{ °C} \pm 3\text{ °C}$) durchgeführt werden.

Da die Kennwerte sofort nach dem Einschalten des Geräts gültig sind, ist auch für die hier vorgeschlagenen Messungen keine Einlaufzeit des Geräts erforderlich.

Das Nachprüfen der wichtigsten Daten soll feststellen, ob die Anzeige einer Meßgröße innerhalb der garantierten Fehlergrenzen liegt. Die Nachprüfung gelingt nur ohne Einschränkung, wenn die Eigenfehler der verwendeten Meßanordnung vernachlässigbar sind.

Sonst gilt folgende Regel:

Beträgt der Fehler der verwendeten Meßanordnung $\pm m$ und wird als garantierte Fehlergrenze für den Prüfling $\pm e$ genannt, so beweist

eine Überschreitung der Grenzen $\pm (e + m)$, daß die garantierten Fehlergrenzen mit Sicherheit überschritten werden,

eine Unterschreitung der Grenzen $\pm (e - m)$, daß die garantierten Fehlergrenzen mit Sicherheit eingehalten werden.

In jeder Meßvorschrift wird der Wert e genannt. Der Wert m richtet sich nach dem eingesetzten Meßgerät und muß deshalb im allgemeinen von Fall zu Fall bestimmt werden. Die Meßvorschrift geht nur dann auf den Wert von m ein, wenn die vorgeschriebenen Meßmittel keine Variation zulassen oder besondere Bedingungen zu beachten sind.

Bei einer systematischen Überprüfung der Daten sollte in der hier angegebenen Reihenfolge vorgegangen werden.

Ein Abgleich des Prüflings sollte erst durchgeführt werden, wenn eine Überschreitung der Grenze $\pm (e + m)$ festgestellt worden ist.

8.2. Frequenzanzeige

Erforderliche Meßgeräte:

1 Pegelsender z. B. PS-60 von W.u.G.
1 Frequenzzähler z. B. FZ-4 von W. u.G.

Meßaufbau:

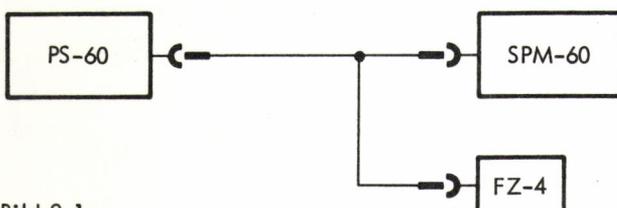


Bild 8-1

Einstellung der Geräte:

PS-60: $f = 10\text{ MHz}$, 0 dB , $R_i = 75\ \Omega$
SPM-60: $f = 10\text{ MHz}$, 0 dB , $R_e = 75\ \Omega$
Bandbreite $0,4\text{ kHz}$, Skalenbereich $\pm 0,5\text{ dB}$

SPM-60 auf Maximum der Anzeige abstimmen (dabei Abstimmknopf in Stellung "fein").

Anschließend zur exakten Abstimmung die Taste "Eichtakt aus" drücken und den Knopf "Frequenz fein" benützen.

Nach Abstimmung der Frequenzanzeige am FZ-4 und am SPM-60 (Taste S 2101 gedrückt) ablesen und Differenz bilden.

Fehlergrenze (e) der Frequenzanzeige bei 10 MHz :

$$10 \cdot 10^6 (\pm 4 \cdot 10^{-6} \pm 1 \text{ Einheit}) = \pm 50\text{ Hz}$$

8.3. Pegelanzeige 0 dB , 0 dBm , $f = 6\text{ kHz bis } 18,6\text{ MHz}$

Erforderliche Meßgeräte:

1 Pegelsender z. B. PS-60 von W.u.G.
1 Eichpegelmessgerät mit Zubehör z. B. EPM-1 von W.u.G.
Dämpfungsglied $9,03\text{ dB}$, $Z = 75\ \Omega$
Leistungsteiler $Z = 75\ \Omega$

1 T-Stück, koaxial

8.3.1. Pegelanzeige 0 dB , $f = 20\text{ kHz}$

Meßaufbau:

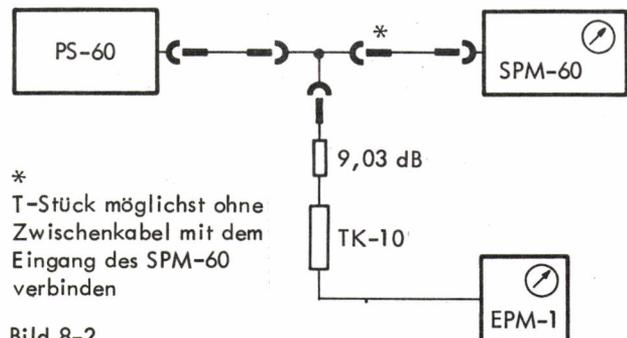


Bild 8-2

Einstellung der Geräte:

PS-60: $f = 20\text{ kHz}$, 0 dB , $R_i = 0$
SPM-60: $f = 20\text{ kHz}$, 0 dB , $R_e \approx 10\text{ k}\Omega$, Bandbreite $1,74\text{ kHz}$, Skalenbereich 2 dB
EPM-1: geeicht an 0 dBm , $R_i = 0$

SPM-60 auf Maximum der Anzeige abstimmen. Pegel am PS-60 verändern bis SPM-60 genau 0 dBm anzeigt.

Anzeigefehler (Abweichung von 0 dB) am EPM-1 ablesen und notieren.

8. NACHPRÜFEN WICHTIGER TECHNISCHER DATEN

8.3.2. Pegelanzeige 0 dBm, f = 20 KHz

Meßaufbau wie bei 8.2.1. jedoch ohne Dämpfungsglied 9,03 dB.

Einstellung der Geräte:

- PS-60: f = 20 kHz, -9 dB, $R_i = 0$
- SPM-60: f = 20 kHz, 0 dBm, $R_e \approx 10 \text{ k}\Omega$, Bandbreite 1,74 kHz, Skalenbereich 2 dB.
- EPM-1: geeicht an 0 dBm, $R_i = 0$

SPM-60 auf Maximum der Anzeige abstimmen. Pegel am PS-60 verändern, bis SPM-60 genau 0 dBm anzeigt.

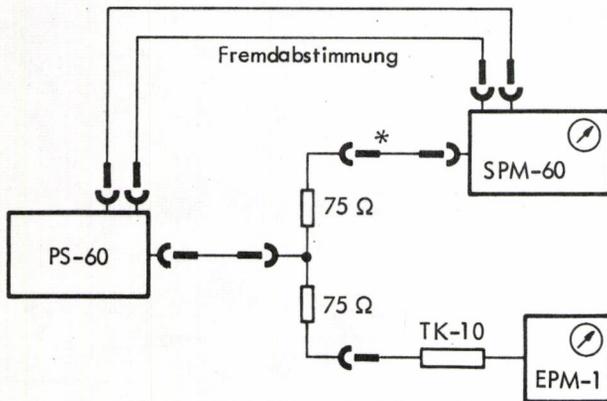
Anzeigefehler (Abweichung von 0 dBm) am EPM-1 ablesen und notieren.

Meßfrequenz	a Frequenzabhängiger Fehler	b Fehler bei 0 dB f=20 kHz	c Fehler bei 0 dBm f=20 kHz	Summe		Fehlergrenze (e) der Anzeige
				a + b	a + c	
6 kHz	---	---	---	---	---	0,15 dB
60 kHz	---	---	---	---	---	0,10 dB
600 kHz	---	---	---	---	---	0,10 dB
1 MHz	---	---	---	---	---	0,10 dB
6 MHz	---	---	---	---	---	0,10 dB
10 MHz	---	---	---	---	---	0,15 dB
14 MHz	---	---	---	---	---	0,15 dB
18,6 MHz	---	---	---	---	---	0,15 dB

Tabelle 8-1
b: der bei Pkt. 8.3.1. abgelesene Fehler
c: der bei Pkt. 8.3.2. abgelesene Fehler

8.3.3. Pegelanzeige 0 dB, f = 6 KHz bis 18,6 MHz

Meßaufbau:



* kurzes Kabel oder Zwischenstück, $Z = 75 \Omega$

Bild 8-3

Einstellung der Geräte:

- PS-60: Fremdsteuerung SPM-60, -3 dB, $R_i = 75 \Omega$
- SPM-60: f = 20 kHz, 0 dBm, $R_e = 75 \Omega$, Bandbreite 400 Hz, Skalenbereich $\pm 0,5 \text{ dB}$.

Bei der Bezugfrequenz f = 20 kHz Pegel am PS-60 so einstellen, daß EPM-1 genau 0 dBm anzeigt. Pegellupe am SPM-60 ebenfalls auf 0 dB einstellen.

Am SPM-60 verschiedene Frequenzen entsprechend der folgenden Tabelle wählen. Dabei ist jeweils die Anzeige an der Pegellupe durch Pegeländerung am PS-60 konstant zu halten.

Den frequenzabhängigen Fehler am EPM-1 ablesen und in die Tabelle eintragen. Die Auswertung der Tabelle führt zu der Fehlergrenze der Pegelanzeige bei 0 dB bzw. 0 dBm.

8.4. Fehler des Meßbereichs-schalters

Die garantierten Teilerfehlergrenzen werden im Werk mit dafür entwickelten Meßgeräten nachgemessen. Eine Überprüfung des Teilerfehlers mit handelsüblichen Meßmitteln ist, wegen der hohen Anforderungen an die eingesetzte Eichleitung, nur bedingt möglich.

Da im Hinblick auf das Gerätekonzept des SPM-60 im Fehlerfall nur merklich größere Abweichungen denkbar sind, reicht die Meßgenauigkeit aus, solche Fehler feststellen zu können.

8.4.1. Teilerfehler 0 bis 110 dB, f = 20 KHz

Erforderliche Meßgeräte:

- 1 Pegelsender 0 dB, $Z = 75 \Omega$ z.B. PS-60 von W.u.G.
- 1 Eichleitung 0 bis 110 dB, $Z = 75 \Omega$ z.B. Siemens Rel 3D120

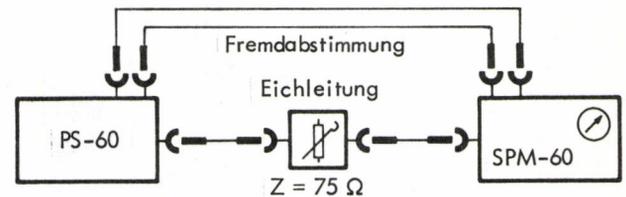


Bild 8-4

Einstellung der Geräte:

- PS-60: Fremdsteuerung SPM-60, 0 dB, $R_i = 75 \Omega$
- SPM-60: f = 20 kHz, 0 dB, $R_e = 75 \Omega$, Bandbreite 1,74 kHz, Skalenbereich $\pm 0,5 \text{ dB}$.

Eichleitung in Stellung 0 dB bringen und Pegellupe am SPM-60 ebenfalls auf 0 dB einstellen.

Stufenweise die Dämpfung der Eichleitung erhöhen, und entsprechend den SPM-6 empfindlicher schalten.

- Folgende Stufen werden überprüft:
- 0 bis -10 dB in Stufen zu je 2 dB
- 10 bis -110 dB in Stufen zu je 10 dB

- Fehlergrenze (e) 0 bis -90 dB: $\pm 0,05 \text{ dB}$
- Fehlergrenze (e) -100, -110 dB: $\pm 1 \text{ dB}$

8. NACHPRÜFEN WICHTIGER TECHNISCHER DATEN

8.4.2. Teilerfehler 0 bis 20 dB, $f = 20 \text{ KHz}$

Meßaufbau und Einstellung der Geräte wie bei 8.4.1.
Eichleitung in Stellung 0 dB, Skalenbereich am SPM-60: 20 dB.

Sendepegel so einstellen, daß SPM-60 genau 0 dB anzeigt.
Empfindlichkeit am SPM-60 im Bereich 0 bis +20 dB um jeweils 2 dB verändern und Anzeige kontrollieren.

Diese Prüfung kann nur als Funktionskontrolle des Teilerbereichs 0 bis +20 dB betrachtet werden. Die auftretenden Fehler der Anzeige beinhalten den Skalenteilungsfehler von $\pm 1 \% \text{ v.E.} = 0,9 \text{ mm}$.

Überschreiten die festgestellten Fehler diesen Wert, sollte die Prüfung wiederholt werden, wenn die tatsächlichen Fehler der Instrumentenskala 0 bis -20 dB (Pkt. 8.5.1.) bekannt sind.

8.4.3. Teilerfehler bei $f = 1 \text{ MHz}$, 10 MHz und 18,6 MHz

Meßaufbau und Einstellung der Geräte wie bei 8.4.1.
SPM-60: $f = 1 \text{ MHz}$.

Eichleitung in Stellung 0 dB bringen und Pegellupe am SPM-6 ebenfalls auf 0 dB einstellen.

Eichleitung und SPM-60 erst in Stellung 32 dann 72 dB bringen und jeweils an der Pegellupe die Abweichung von der 0-dB-Anzeige ablesen.

Dieselbe Prüfung bei den Frequenzen 10 MHz und 18,6 MHz durchführen.

8.5. Fehler der Instrumentenskalen

Erforderliche Meßgeräte:

1 Pegelsender 0 dB, $Z = 75 \Omega$ z.B. PS-60 von W.u.G.
1 Eichleitung 0 bis 20 dB, $Z = 75 \Omega$ z.B. Siemens Rel 3 D120

Meßaufbau:

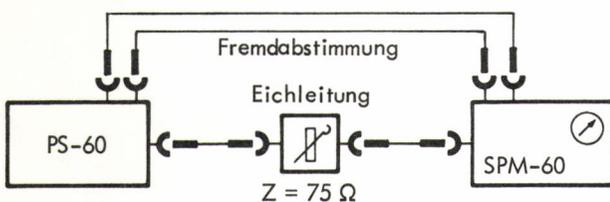


Bild 8-5

Einstellung der Geräte:

PS-60: Fremdsteuerung SPM-60, +1 dB, $R_i = 75 \Omega$
SPM-60: $f = 20 \text{ kHz}$, 0 dB, $R_e = 75 \Omega$, Bandbreite 1,74 kHz

8.5.1. Instrumentenskala +1 bis -22 dB

Eichleitung in Stellung 0 dB bringen und Sendepiegel so einstellen, daß SPM-60 im 20-dB-Skalenbereich genau +1 dB anzeigt.

Eichleitung bis zu einer Dämpfung von 22 dB in 1-dB-Stufen schalten und Anzeigefehler am SPM-60 kontrollieren.

Fehlergrenze (e): $\pm 1 \% \text{ v.E.} \hat{=} \pm 0,9 \text{ mm}$ vom Skalenbogen

8.5.2. Instrumentenskala +0,3 bis -2,2 dB

Eichleitung in Stellung 0 dB bringen und Sendepiegel so einstellen, daß SPM-60 im 2-dB-Skalenbereich genau +0,3 dB anzeigt.

Dämpfung der Eichleitung in 0,1-dB-Schritten erhöhen und Fehler der Skalenmarken kontrollieren.

Fehlergrenze (e): $\pm 0,03 \text{ dB}$.

8.5.3. Instrumentenskala $\pm 0,5 \text{ dB}$

Eichleitung in Stellung 0,5 dB bringen und Anzeige im Skalenbereich $\pm 0,5 \text{ dB}$ mit Hilfe der Feineinstellung (P 801) auf genau 0 dB einstellen.

Dämpfung der Eichleitung in 0,1-dB-Schritten vergrößern bzw. verkleinern und den Fehler der Skalenmarken kontrollieren.

Fehlergrenze (e): $\pm 0,015 \text{ dB}$

8.6. Selektion

Für das Nachprüfen der Selektion ist ein Sender mit hoher spektraler Reinheit erforderlich. Der Störabstand für nicht harmonische Störer muß $\geq 70 \text{ dB}$ betragen.

Steht ein derartiger Sender nicht zur Verfügung, kann die interne 1-MHz-Normalfrequenz des SPM-60 als Meßsignal benutzt werden.

Erforderliche Meßgeräte:

1 Netzgerät 12 V/10 mA z.B. GS-2 von W.u.G.

Meßaufbau:

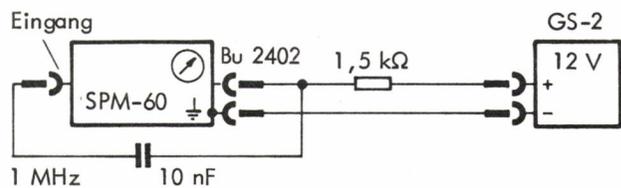


Bild 8-6

Einstellung der Geräte:

SPM-60: $f = 1 \text{ MHz}$, -10 dB, $R_e = 75 \Omega$
Skalenbereich 20 dB
GS-2: 12 V

SPM-60 bei 1 MHz auf maximale Anzeige abstimmen. Von diesem Bezugspunkt ausgehend Frequenzverstimmung entsprechend der Tabelle vornehmen und die eintretende Dämpfung bestimmen. Beim Messen der Dämpfung muß der SPM-60 bei den klirrarmen Stellungen -30 dB, -50 dB oder -70 dB betrieben werden.

8. NACHPRÜFEN WICHTIGER TECHNISCHER DATEN

Bandbreite	Verstimmung	Dämpfung
0,4 kHz	± 1 kHz ± 2 kHz	≧ 30 dB ≧ 60 dB
1,74 kHz	± 2 kHz ± 4 kHz	≧ 30 dB ≧ 60 dB

Tabelle 8-2

8.7. Eigenklirrdämpfung

Erforderliche Meßgeräte:

- 1 Pegelsender, Klirrdämpfung für K_2 und $K_3 \geq 50$ dB z.B. PS-60 von W.u.G.
- 1 Tiefpaß, Dämpfung $2f_g$ und $3f_g \geq 30$ dB z.B. UF-1 von W.u.G.

Meßaufbau:

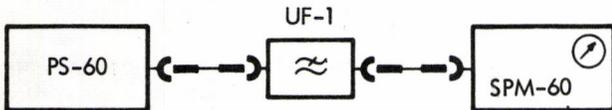


Bild 8-7

Einstellung der Geräte:

- PS-60: $f = 16$ kHz, -8 dB, $R_i = 0$
- UF-1: Tiefpaß $f_g = 16$ kHz, R_i der Spannungsquelle 6Ω , Ausgang 60 k Ω
- SPM-60: $f = 16$ kHz, -20 dB, $R_e = 10$ k Ω , Skalenbereich 20 dB, Bandbreite $0,4$ kHz.

SPM-60 zunächst auf Grundwelle $f = 16$ kHz abstimmen und Pegel am PS-60 so einstellen, daß der SPM-60 einen Grundwellenpegel von -20 dB anzeigt.

SPM-60 auf Oberwelle $f = 32$ kHz abstimmen, Empfindlichkeit um 50 dB erhöhen (Meßbereich -70 dB) und Anzeige ablesen.

Ebenso bei der Oberwelle $f = 48$ kHz Anzeige ablesen.

Pegelanzeige für beide Fälle: ≤ -85 dB

Dies entspricht einer Eigenklirrdämpfung (Fehlergrenze e) von: ≥ 65 dB.

Hinweis:

Zum Aufsuchen der Oberwellen kann der SPM-60 auf eine nicht klirrarne Stellung (z.B. -72 dB) geschaltet werden.

8.8. Reflexionsfaktor

Erforderliche Meßgeräte:

- 1 Pegelmeßplatz z.B. PSM-5 von W.u.G.
- 1 Reflexionsfaktormeßbrücke z.B. RFZ-5 von W.u.G.

Meßaufbau:

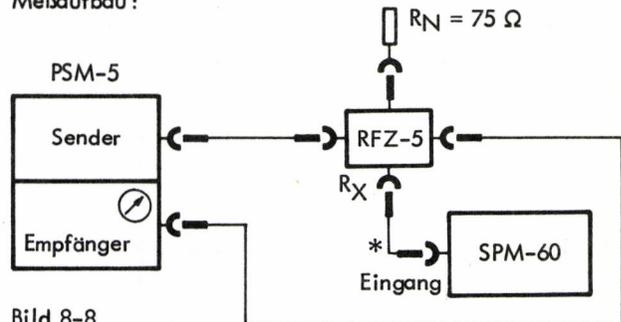


Bild 8-8

* R_X -Buchse des RFZ-5 möglichst ohne Zwischenkabel mit dem Eingang des SPM-60 verbinden.

Einstellung der Geräte:

- PS-5: $f = 18,6$ MHz, ca. 0 dB, $R_i = 75 \Omega$
- RFZ-5: Minimumabgleich durchgeführt und zusammen mit PSM-5 geeicht.
- PM-5: $f = 18,6$ MHz, $Z = 75 \Omega$, Bandbreite $3,5$ kHz, rauscharm
- SPM-60: $+20$ dB, $R_e = 75 \Omega$ (Gerät in Betrieb)

Reflexionsdämpfung bei $18,6$ MHz: ≥ 34 dB
diese entspricht einem Reflexionsfaktor

(Fehlergrenze e): $\leq 0,02$

9. ABGLEICHANWEISUNGEN

9. ABGLEICHANWEISUNGEN

Arbeitet das Gerät nicht einwandfrei oder weichen dessen Kennwerte von den garantierten Daten ab, so gibt dieses Kapitel Auskunft über alle in diesem Fall erforderlichen Abgleich- und Einstellmaßnahmen.

Weitere Hinweise befinden sich in Kapitel 8, "Nachprüfen wichtiger technischer Daten".

9.1. Frequenzabgleich des 1-MHz-Oszillators ⁽¹¹⁾

Benötigte Meßgeräte:

1 Frequenzzähler FZ-74		Grundig
1 Tastkopf TK-5		Grundig
1 Vielfachinstrument 100 k Ω /V	z. B.	AEG
1 Pegelmeßplatz	z. B.	PSM-5 von W.u.G.
1 Oszillograf mit Tastkopf	z. B.	Tektronix

Die Frequenzmessung erfolgt an TP 1102, der Frequenzabgleich mit Trimmer C 1102.

Sollwert: 1 MHz \pm 2 Hz

Da die Frequenz des 1-MHz-Oszillators im Werk auf ca. \pm 1 Hz genau eingestellt wird, ist eine derart exakte Messung mit dem angegebenen und auch anderen Zählern wegen des größeren Eigenfehlers meistens unrealistisch. Die garantierte Genauigkeit des SPM-60 ist aber gewährleistet, wenn die Unsicherheit der 1-MHz-Frequenz \pm 10 Hz nicht überschreitet.

Steht ein hinreichend genaues 1-MHz-Frequenznormal zur Verfügung, kann die Messung auch durch die Darstellung einer Lissajous-Figur auf dem Oszillografen durchgeführt werden.

Der Spannungsabgleich wird an Ü 1101 so vorgenommen, daß die maximale Spannung an TP 1102 steht.

Sollwert: \geq 1 V_{SS}

9.2. Einstellung von Frequenz- und Ziehbereich

2,11-MHz-Oszillator ⁽¹⁹⁾

22-MHz-Oszillator ⁽¹⁸⁾

24-MHz-Eichoszillator ⁽²²⁾

Benötigte Meßgeräte wie 9.1.

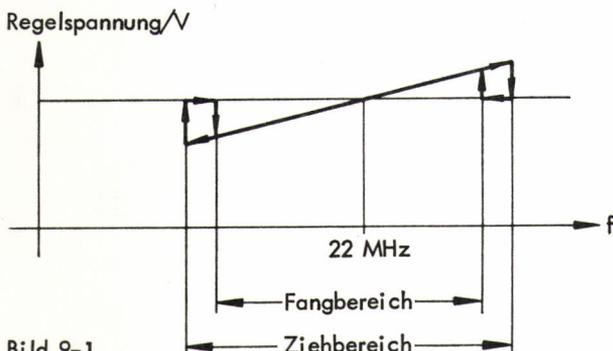


Bild 9-1

9.2.1. 2,11-MHz-Oszillator ⁽¹⁹⁾

Gleichspannung an TP 1901 messen.
Sollwert: - 10 V bis + 7 V.

Dann die Frequenz an TP 1902 mit Frequenzzähler und Tastkopf prüfen.
Sollwert: 2,110 MHz

Liegt die an TP 1901 gemessene Gleichspannung (Regelspannung) an den vorgenannten Grenzwerten oder ist überhaupt keine Rastung festzustellen (Wechselspannung an TP 1901), sollte der Ziehbereich der Regelschleife kontrolliert werden.

Dazu wird mit einem Pegelsender bei R_i = 0 die Frequenz f = 1 MHz an TP 1102 gelegt, entsprechend variiert und gleichzeitig die Spannung an TP 1901 beobachtet. Bei Gleichspannungsänderungen von + 7 V nach - 10 V fallen Zieh- und Fangbereich zusammen.

9.2.2. 22-MHz-Oszillator ⁽¹⁸⁾

Zunächst wird mit dem Frequenzzähler die Ausgangsfrequenz an TP 1802 gemessen. Die Regelspannung läßt sich an TP 1801 messen und sollte mit Kern von L 1803 auf 0,2 V unterhalb der mittleren Regelspannung, d.h. auf ca. 8,3 V eingestellt werden.

Sollwert der Regelspannung: + 6,5 V bis 10,5 V.

9.2.3. 24-MHz-Eichoszillator ⁽²²⁾

Die Brücke Bu 901 im Klappchassis auf "Eichen" stecken. Mit Vielfachinstrument 100 k Ω /V Spannung an TP 2201 gegen Masse messen.

L 2204 so einstellen, daß ca. + 7 V an TP 2201 stehen.
Sollwert der Regelspannung: + 3,5 V bis + 11 V.

Mit Frequenzmesser an TP 2202 f = 24 MHz kontrollieren.

9.2.4. Ausmessen des Ziehbereichs

Zuerst wird der 1-MHz-Oszillator ⁽¹¹⁾ außer Betrieb gesetzt, z. B. durch Herausziehen des Schwingquarzes, dann mit einem geeigneten Sender (z. B. PSM-5 von W.u.G.) ein Testsignal von 1 MHz mit 0 dB an TP 1102 eingespeist. Durch Variation der angelegten Synchronisierspannung läßt sich am Frequenzzähler beobachten in welchem Bereich der Synchronisierfrequenz der untersuchte Oszillator aus dem geregelten Zustand austrastet.

Bezogen auf die Synchronisierfrequenz von 1 MHz ergeben sich die folgenden Ziehbereiche:

2,11-MHz-Oszillator ⁽¹⁹⁾	f \geq \pm 100 Hz
22-MHz-Oszillator ⁽¹⁸⁾	f \geq \pm 7 kHz
24-MHz-Oszillator ⁽²²⁾	f \geq \pm 15 kHz

9.3. Frequenz des Steueroszillators ⁽¹²⁾

Bei dem Steueroszillator ⁽¹²⁾ handelt es sich um einen im Bereich 8 bis 14,2 MHz kontinuierlich durchstimmbaren LD-Oszillator, dessen Frequenzbereich sich mit einem Frequenzzähler an St 3 (Bu 1203 entfernen) überprüfen läßt. Der Abgleich kann mit C 2 durchgeführt werden.

9. ABGLEICHANWEISUNGEN

9.4. Oszillatorabgleich im Demodulatorzusatz ²⁶

Mit dem Frequenzzähler an TP 2601 die Frequenz messen. Schalter S 2601 dabei in Stellung 2 (unten) bringen und an P 2602 die Frequenz $f = 11,35 \text{ kHz} \pm 5 \text{ Hz}$ einstellen.

9.5. Abgleich des 10-kHz-Bandpasses ⁶

Erfahrungsgemäß ist die Konstanz abgeglicherer Filter so gut, daß hier lediglich für den 10-kHz-Bandpaß, d.h. dem Filter mit der kleinsten Bandbreite, eine Abgleichanweisung gegeben wird. Das wichtigste Kriterium ist dabei, daß das Dämpfungsminimum bei genau 10,0 kHz liegt bzw. daß die Dämpfung bei 10 kHz um nicht mehr als 1 mB gegenüber der minimalen Dämpfung ansteigt.

Der Abgleich wird folgendermaßen durchgeführt: Gerät ausschalten. Klappchassis im SPM-60 hochklappen und Bu 601 von der Rückwand abschrauben. Alle Lötbrücken von der gedruckten Schaltung 341-CZ (Mischer IV und 10-kHz-Bandpaß) entfernen sowie den Kontaktstift an Punkt ⁶5 ziehen.

Abgleich "breit", Parallelkreise:

Über einen Vorwiderstand von 3 k Ω ist am Meßpunkt ⁶g ein 9,900-kHz-Signal von -30 dB einzuspeisen und an derselben Stelle mit dem verwendeten Tastkopf zu messen. Übertrager Ü 601 so abgleichen, daß sich eine maximale Anzeige am Pegelmessgerät ergibt. Dabei möglichst einen Anzeigedehner zu Hilfe nehmen.

Weitere Meß- und Speisepunkte	Maximalabgleich
⁶ l	L 602
⁶ m	L 604
⁶ i	L 606

Abgleich "breit", Reihenkreise:

Dazu ist über einen Vorwiderstand von 20 Ω am Meßpunkt ⁶f ein 9,900-kHz-Signal von -30 dB einzuspeisen und an derselben Stelle mit dem verwendeten Tastkopf zu messen. Die Punkte ⁶l und ⁶c sind zu verbinden.

Mit Spule L 601 auf minimale Anzeige am Pegelmessgerät abgleichen. Die Meß- und Speisepunkte ⁶k, ⁶m mit ⁶c verbinden, nun mit L 603 auf minimale Anzeige abgleichen.

Meß- und Speisepunkte ⁶n, ⁶i mit ⁶c verbinden, Spule so abgleichen, daß ein Anzeigeminimum entsteht.

Lötbrücke wieder einsetzen, siehe Stromlaufplan ⁶, und den Stecker an ⁶5 wieder einstecken.

Abgleich "schmal"

Brücke ⁶a, ⁶b schließen und ein Signal von 10,050 kHz und -50 dB an Bu 601 einspeisen. Pegel mit Tastkopf an TP 702 messen. Dann Gerät wieder einschalten und Bandbreitenschalter S 601 in Stellung 0,4 kHz bringen. Anschließend die Spulen L 607, L 608 und L 609 auf maximale Anzeige abgleichen. Abgleich wiederholen.

Kontrolle:

Die Filterkurven "schmal" (0,4 kHz) und (1,74 kHz) ausmessen. Wenn Sichtgerät oder X-Y-Schreiber zur Verfügung steht, können die Kurven auch gewobbelt werden. Das Dämpfungsminimum soll bei 10,0 kHz liegen. Ist das nicht der Fall, darf der Dämpfungsanstieg dort nicht größer als 1 mB gegenüber dem Dämpfungsminimum sein, sonst muß der Abgleich wiederholt werden.

9.6. Arbeitspunkte des Regelverstärkers, Ausgangsschaltung ⁸

Da der Arbeitspunkt des Regelverstärkers von vielen Parametern abhängt, sollte er zu Beginn und am Ende jeder Reparatur kontrolliert werden. Arbeitet der Regelverstärker nämlich nicht in seinem vorgeschriebenen Bereich ist die einwandfreie Funktion des SPM-60 in Frage gestellt.

Zur Kontrolle wird eine Empfangsfrequenz unterhalb von 1 MHz eingeschaltet und die Buchse Bu 901 im Klappchassis in Stellung "Eichen" gesteckt. Sollwert für die Spannung an TP 801: $+2 \text{ V} \pm 0,2 \text{ V}$

Der Arbeitspunkt läßt sich mit Potentiometer P 701 auf den Sollwert einstellen. Danach ist Bu 901 wieder in die Stellung "Betrieb" zurückzustecken.

9.7. Abgleich der Referenzspannung und des Eichpegels

Zur Messung benötigt man einen Eingangspegel von genau 0 dB bei 20 kHz. Dazu wird die in Kapitel 8, Abschnitt 8.2.1. beschriebene Anordnung benutzt.

Mit einem Vielfachinstrument 100 k Ω /V zusätzlich die Gleichspannung an TP 804 messen. Die Buchse Bu 901 im Klappchassis muß in Stellung "Eichen" stecken.

Dann den Teilerschalter auf -90 dB (-80 dBm) und mit P 701 die Regelspannung auf 2,5 V einstellen.

Anschließend Teilerstellung des Empfindlichkeitsschalters auf -100 dB (-90 dBm) sowie mit P 401 die Regelspannung auf 2,5 V einstellen.

Teilerschalter durch alle Schritte drehen.

Anzeige am SPM-60: 0 dB

Anzeigeänderung am Spannungsregler 1,5 V.

9.8. Trägererzeugung ¹⁶

Benötigte Meßgeräte:

1 Oszillograf mit Tastkopf z.B. Tektronix Type 454

1 Digitalvoltmeter 3 1/2 stellig z.B. HB

Einstellung der Arbeitspunkte

Dazu wird der SPM-60 auf Empfangsfrequenz $f_e = 0 \text{ Hz}$ gestellt und die Zähleranzeige kontrolliert. Verbindung a-b im Entzerrer ¹⁵ stecken.

Punkt 1 ¹³ (Eingang des 3:1-Teilers) gegen Masse kurzschließen (kurze Masseverbindungen) und mit P 1501 an TP 1602

$U = +1 \text{ V}$ einstellen.

9. ABGLEICHANWEISUNGEN

Danach Verbindung a-b wieder entfernen. Mit Oszillograf an TP 1602 die Suchoszillatorfrequenz ansehen. (Bilder 9-2 und 9-3)(Regelkreis ⑬ ⑭ ⑮ ⑯ nicht gerastet.)

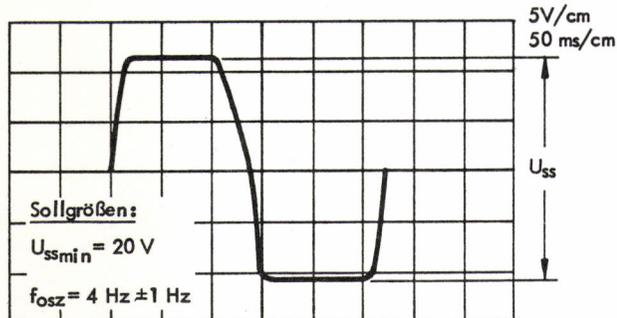


Bild 9-2 Oszillator 1: Suchoszillatorfrequenz (f_{osz} ca. 4 Hz)

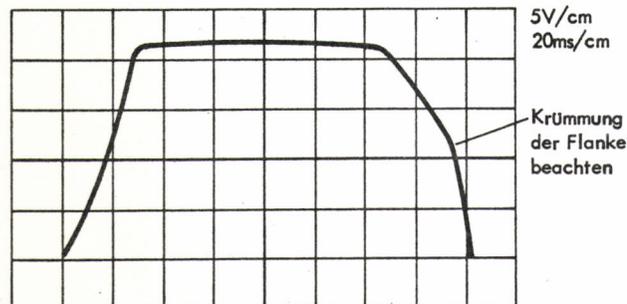


Bild 9-3 Ausschnitt vom Suchoszillatorsignal

Anschließend Kurzschluß an Pkt. 1 ⑬ wieder beseitigen und mit Kern der Spule L 1602 (Trägeroszillator) so abgleichen bis an TP 1602

$$U = + 10 \text{ V liegen.}$$

Dann SPM-60 auf Empfangsfrequenz $f_e = 18,6 \text{ MHz}$ einstellen (Zähleranzeige kontrollieren) und Spannung an TP 1602 ablesen

$$U_{soll} \leq - 10 \text{ V.}$$

Anschließend die sinusförmige Ausgangsspannung des Trägeroszillators an TP 1601 mit dem Oszillografen kontrollieren.

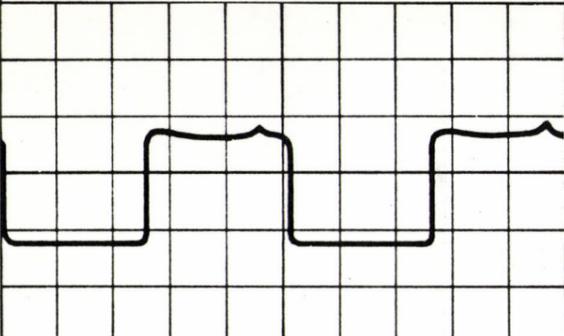
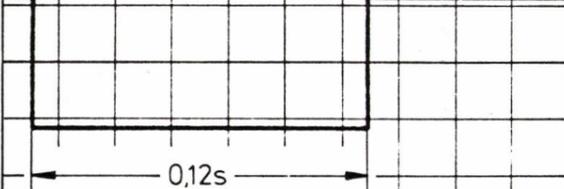
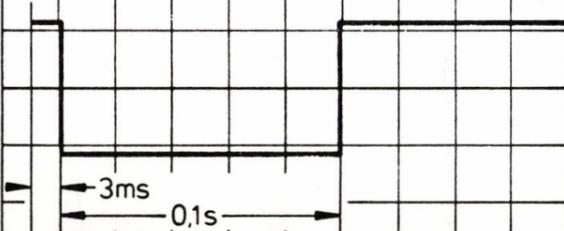
Sollgrößen: $U_a \geq 0,45 \text{ V}_s$ Typ $U_a = 0,6 \text{ V}_s$

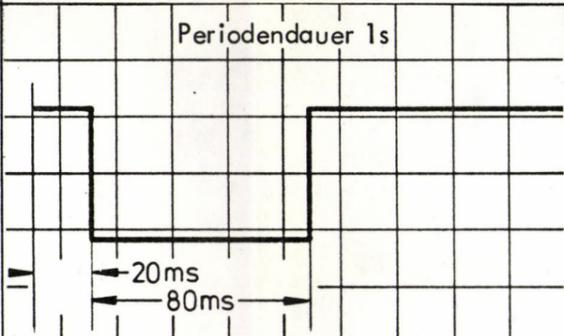
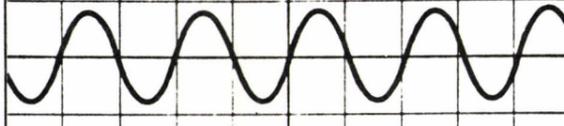
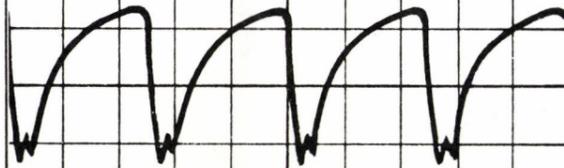
Es ist zweckmäßig gleichzeitig das 3 : 1 Signal an TP 1402 zu überprüfen. (Bei $f_e = 18,6 \text{ MHz}$).

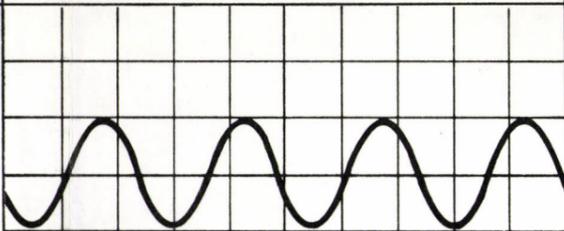
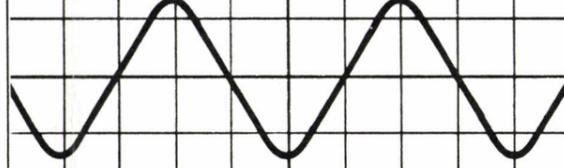
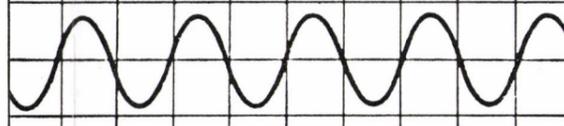
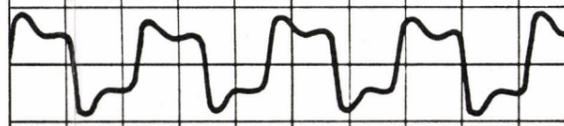
9.9. Einstellen der Versorgungsspannung ⑳

Zunächst U_b mit Digitalvoltmeter an C 1309 messen. Danach am Zähler C 2129 mit P 2503

$$U_b = + 4,8 \begin{matrix} + 0,05 \\ - 0 \end{matrix} \text{ V einstellen.}$$

Meßpunkt	Oszillogramm	Daten
TP 601		0,2 V/cm 0,2 μs/cm Null-Linie
TP 801 2-dB- Meßbereich		1 V/cm 20 μs/cm Null-Linie
TP 801 20-dB- Meßbereich		1 V/cm 20 μs/cm Null-Linie
TP 901		5 V/cm 20 ms/cm Null-Linie
TP 902		5 V/cm 20 ms/cm Null-Linie

Meßpunkt	Oszillogramm	Daten
TP 903		5 V/cm 20 ms/cm Null-Linie
TP 1101 f = 1,000 MHz		5 V/cm 0,2 μs/cm Null-Linie
TP 1102 f = 1,000 MHz		1 V/cm 0,5 μs/cm Null-Linie
TP 1103 f = 1,000 MHz		0,5 V/cm 0,2 μs/cm Null-Linie
Bu 1201 St 1 f = 8 MHz		2 V/cm 0,5 μs/cm Null-Linie

Meßpunkt	Oszillogramm	Daten
Bu 1203 St 3 f = 8 MHz		1 V/cm 0,5 μs/cm Null-Linie
TP 1402		2 V/cm 20 μs/cm Null-Linie
TP 1601 f = 24 MHz		0,5 V/cm 1 μs/cm Null-Linie
TP 1802		0,5 V/cm 0,1 μs/cm Null-Linie
TP 1902 f = 2,11 MHz		0,2 V/cm 0,2 μs/cm Null-Linie

Meßpunkt	Oszillogramm	Daten
Pkt.11 (20) Pulsfolge f = 10 kHz		5 V/cm 20 µs/cm Null-Linie
TP 2001		5 V/cm 1 µs/cm Null-Linie
Bu 2102 f = 10 kHz Ausgangs- signal		5 V/cm 20 µs/cm Null-Linie
TP 2202 f = 24 MHz		0,6 V/cm 0,04 µs/cm
TP 2301 f = 24 MHz		0,6 V/cm 0,04 µs/cm

Meßpunkt	Oszillogramm	Daten
TP 2302 f = 24 MHz		1 V/cm 0,04 µs/cm
Bu 2402 f = 1 MHz		1 V/cm 1 µs/cm
TP 2601 Serie A...D		0,5 V/cm 20 µs/cm

Meßpunkt	Oszillogramm	Daten

10. FUNKTIONSBESCHREIBUNG

10. FUNKTIONSBESCHREIBUNG

10.1 Gesamtgerät

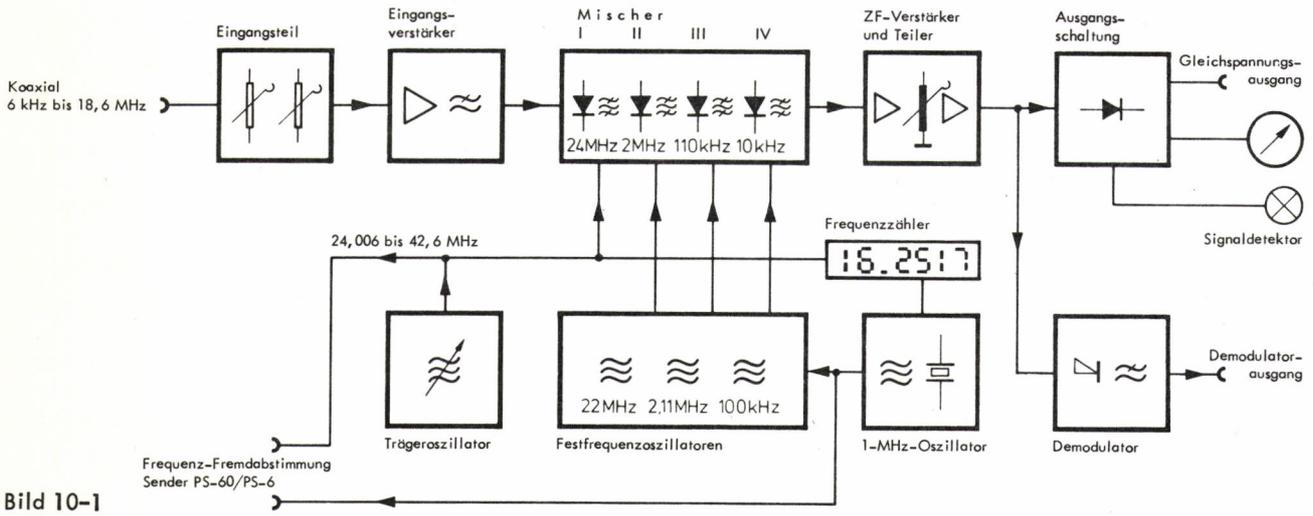


Bild 10-1

Der Pegelmessgerät SPM-60 ist eine Umentwicklung des SPM-6/BN 341. Er unterscheidet sich in den hauptsächlichen Kenndaten nicht oder nur unwesentlich vom SPM-6 und fällt lediglich durch sein geändertes Äußeres auf.

Eingangsspegebereich - 130 bis + 20 dB, Frequenzbereich 6 kHz bis 18,6 MHz, Bandbreite ± 250 Hz oder

$\pm 1,15$ kHz bei 3 dB, Selektion, Klirrdämpfung und Eingangswiderstände sind beim SPM-60 durchaus konventionell. Besondere Eigenschaften enthält das Gerät aber durch seine geringen Fehler bei der Pegelmessung und der Frequenzeinstellung. In zwei Abschnitten wird näher auf Frequenzerzeugung und die Pegelmessung eingegangen.

10.1.1. Frequenzerzeugung

Die Eingangsfrequenz von 6 kHz bis 18,6 MHz wird mit Hilfe der im Bereich 24,006 MHz bis 42,6 MHz durchstimmbaren Trägerfrequenz im Mischer 1 auf die 1. ZF von 24 MHz umgesetzt. Durch weitere Umsetzungen mit den Festfrequenzen 22 MHz, 2,11 MHz und 110 kHz entstehen nacheinander die Zwischenfrequenzen 2 MHz, 100 kHz und 10 kHz. Zum Betrieb des Eichmischers wird außerdem die Festfrequenz 24 MHz benötigt.

Alle Festfrequenzen werden von einem 1-MHz-Quarznormaal abgeleitet und haben damit die gleiche Genauigkeit wie der Oszillator. Das "Anbinden" der Oszillatoren an den Quarzoszillator geschieht bei allen Oszillatoren einheitlich. Die Ausgangsspannung eines LC-Oszillators, der auf der gewünschten Frequenz schwingt, wird in einem Abtastphasenmesser mit dem Signal des 1-MHz-Oszillators bzw. einem daraus abgeleiteten 10-kHz-Signal verglichen und die aus der Phasendifferenz der beiden Schwingungen gewonnene Gleichspannung dazu verwendet, den LC-Oszillator nachzuregeln. Eine Ausnahme macht lediglich das 100-kHz-Signal, das direkt durch Teilung aus der Quarzfrequenz gewonnen wird.

Die Trägerfrequenz für den Mischer 1 wird ebenfalls in einem Regelkreis erzeugt:

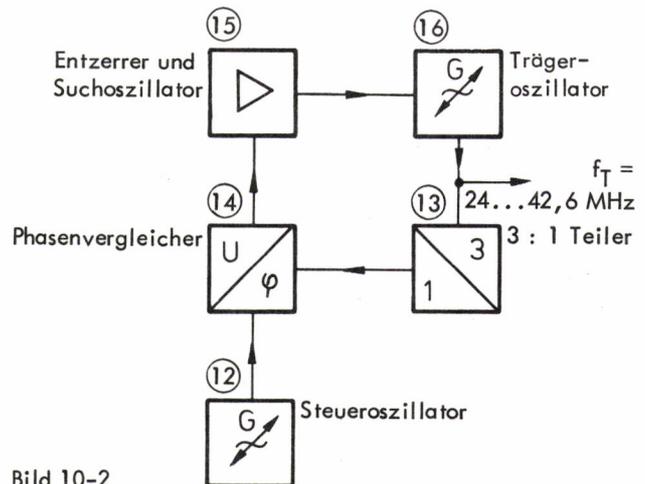


Bild 10-2

Die Trägerfrequenz 24 MHz bis 42,6 MHz entsteht durch Verdreifachung der Steuerfrequenz 8 MHz bis 14,2 MHz. Die Verdreifachung erfolgt mit einem Phasenregelkreis, dessen Führungsgröße der Steuerszillator bildet. Dazu wird die Trägerfrequenz im Verhältnis 3 : 1 geteilt und mit der Steuerfrequenz im Phasenvergleich verglichen.

10. FUNKTIONSBESCHREIBUNG

Die Ausgangsspannung des Phasenvergleichers ist proportional der Phasendifferenz der Eingangsfrequenzen. Im gerasteten (der Regelkreis ist funktionsfähig) Zustand ist die Ausgangsspannung eine Gleichspannung bestimmter Größe, im nichtgerasteten Zustand entsteht die Differenzfrequenz der Eingangsfrequenzen. Ein RC-Tiefpaß am Ausgang des Phasenvergleichers korrigiert den Frequenzgang der Regelschleife. Mit dieser Korrektur wird ein stabiles Arbeiten der Regelschleife sichergestellt.

Der Entzerrer hat zwei Aufgaben:

- Anpassung der Ausgangsspannung des Phasenvergleichers an die Kapazitätsdiodenkennlinie im Trägeroszillator (Knickkennlinienverstärker).
- In Oszillatorbeschaltung den Fangprozeß der Regelschleife unterstützen. (Suchoszillator als Starthilfe beim Einschalten des Geräts).

Zu a) Die Spannungs-Frequenzcharakteristik (Steilheit) des Trägeroszillators ist nicht linear.

Für Stabilitätsbetrachtungen wird aber ein lineares Übertragungsverhalten gefordert.

Durch eine spannungsabhängige Gegenkopplung des Verstärkers wird das statische Übertragungsverhalten des Regelkreises weitgehend linearisiert. Die Verstärkung ist so ausgelegt, daß der größtmögliche Spannungshub am Ausgang des Verstärkers zur Verfügung steht.

Zu b) Der RC-Tiefpaß engt den Fangbereich der Regelschaltung ein. Um immer ein sicheres Fangen zu ermöglichen, muß der Fangbereich erweitert werden. Ein Suchoszillator übernimmt diese Aufgabe und schwingt im nichtgerasteten Zustand der Regelschleife an. Nun wird mit einer Schwingfrequenz von 4 Hz die Trägeroszillatorkennlinie im Nutzbereich durchlaufen. Bei Erreichung der Steuerfrequenz rastet die Regelschleife und die Suchschwingung bricht ab.

Die zwei Frequenzen, also die 1-MHz-Quarzfrequenz und die durchstimmbare Trägerfrequenz, werden zusätzlich je einem Steuerausgang zur Fremdsteuerung des PS-60 zugeführt. Intern wird das Quarznormal auch als Zeitbasis für den Zähler verwendet. Da die Empfangsfrequenz des SPM-60 direkt von der Trägerfrequenz bestimmt wird und diese wiederum phasenstarr mit der Frequenz des Steueroszillators (12) verknüpft ist, wird zur Messung der Empfangsfrequenz die niedrigere Frequenz des Steueroszillators verwendet. Seine Frequenz kann noch durch einen zusätzlichen Einsteller an der Frontplatte elektronisch feinverstimmt werden.

10.1.2. Pegelmessung

Eine automatische Pegelgleichung bestimmt das Konzept des Empfängers. Ist es normalerweise üblich, zum Eichen eines Empfängers einen Eichpegel mit fester Frequenz von Hand an den Eingang zu schalten, den Empfänger darauf abzustimmen und seine Verstärkung so einzuschalten, daß

0-dB-Anzeige am Instrument entsteht, so übernimmt hier eine Automatik diese Aufgabe:

Im Takt einer Sekunde wird für ca. 0,1 s ein Eichpegel von -30 dB an den Eingang des Geräts gelegt und das zu messende Signal abgeschaltet. Das Eichsignal besitzt immer die gleiche Frequenz wie das zu messende Signal, auf das der Empfänger abgestimmt wurde, da zu seiner Erzeugung der Eichmischer die Differenzfrequenz aus der Frequenz des Trägeroszillators (16) und der des 24-MHz-Eichoszillators (22), die gleich der 1. ZF ist, bildet. Teiler I behält beim "Eichtakt" die gleiche Stellung, die zum Messen gewählt wurde.

Teiler II, in der 10-kHz-ZF-Ebene, wird beim Eichtakt so umgeschaltet, daß der Eichpegel unabhängig vom gewählten Meßbereich stets die Ausgangsspannung für 0 dB Anzeige erzeugt. Das heißt, daß für jede Stellung des Teilers I eine bestimmte Stellung des Teilers II beim Eichtakt notwendig ist.

Die Stellungen des Teilers II unterscheiden sich also beim Eichen und Messen. Ihr Fehler wird nicht eingeeicht. Deshalb besteht der Teiler II aus genauen transformatorischen Teilern mit einem Teilungsfehler = 0,01 dB.

Während des Eichtakts wird die Ausgangsspannung vom Anzeigeverstärker abgeschaltet und mit einer Referenzspannung verglichen, deren Größe 0-dB-Anzeige entspricht. Der dann geschlossene Regelkreis der Ausgangsschaltung stellt die Verstärkung der Ausgangsschaltung so lange nach, bis die Ausgangsspannung gleich der Referenzspannung (= 0 dB Anzeige) ist. Beim Umschalten auf "Messen", also während des Meßtakts, wird der Regelkreis wieder getrennt, die Einstellung der Verstärkung bleibt aber bis zum nächsten Eichtakt durch eine Speicherschaltung erhalten. Das heißt, die Anzeige während des Meßtakts wird durch die Verstärkung des Eichtakts bestimmt, die ja selbst mit Hilfe des Eichpegels auf den korrekten Wert eingestellt wurde.

Deshalb hängt der Meßfehler bei 0-dB-Anzeige nur noch vom Fehler des Eichpegels und vom Fehler des Teilers II ab. Damit die Unterbrechung der Instrumentenanzeige beim Eichtakt nicht bemerkt wird, speichert der Anzeigeverstärker seine Eingangsspannung nach dem Umschalten.

Die Anzeige erfolgt linear, also mit logarithmisch geteilten dB-Skalen. Diese haben einen Skalenumfang von 25 dB, 2,5 dB oder $\pm 0,5$ dB. Durch die starke Dehnung und Nullpunktunterdrückung erscheinen aber die 2,5 dB und die $\pm 0,5$ dB-Skala dennoch quasilinear mit der damit verbundenen gleich guten Ablesemöglichkeit am oberen und am unteren Skalenende. Da der Meßbereichschalter 2-dB-Stufen besitzt, kann der gedehnte 2,5-dB-Bereich für jeden Eingangspegel ≥ -90 dB benützt werden. Für jede beliebige Instrumentenanzeige im 2,5-dB-Bereich, kann, nach Umschalten auf den $\pm 0,5$ -dB-Bereich, die Anzeige auf Skalenmitte, also auf 0-dB-Anzeige für Relativmessungen, mit einem zusätzlichen Einsteller gebracht werden. Außerdem läßt sich die Anzeige in allen 3 Bereichen wahlweise zwischen flink und träge umschalten.

10. FUNKTIONSBESCHREIBUNG

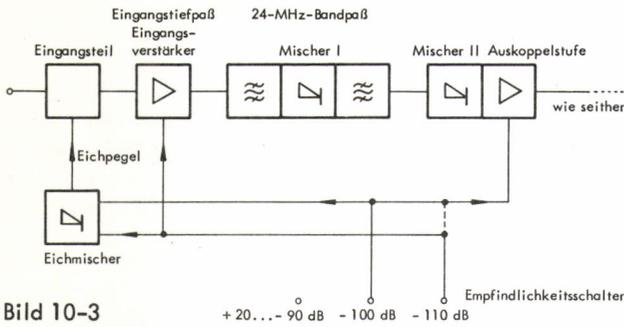


Bild 10-3

Empfindlichkeits-schalter in Stellung	Verstärkung d. Eingangsverst.	Verstärkung d. Aus-koppelstufe Mi II	Eich-pegel
+ 20 ... - 90 dB	V_1	V_2	- 30 dB
- 100 dB	V_1	$V_2 + 10$ dB	- 40 dB
- 110 dB	$V_1 + 10$ dB	$V_2 + 10$ dB	- 50 dB

Tabelle 10-1

Für die Klirrdämpfungsmessungen soll die Eigenklirrdämpfung des Geräts groß sein, was eine möglichst geringe Aussteuerung der Mischer durch das Eingangssignal voraussetzt. Die Dämpfungsverteilung zwischen Teiler I und Teiler II, die die Aussteuerung der Mischer verschiebt, schwankt bei den einzelnen Bereichen des Meßbereichschalters. Es wurden deshalb diejenigen Meßbereiche durch den Vermerk klirrfarm markiert, bei denen unser Garantiewert für die Eigenklirrdämpfung gilt. Damit aber der Benutzer jederzeit kontrollieren kann, ob sein angezeigter Meßwert durch Übersteuerung der Mischer verfälscht wird, wurde eine Übersteuerungskontrolle eingeführt.

Beim Betätigen der Übersteuerungskontrolle wird das Eingangssignal für den 1. Umsetzer im 2-Sekundentakt um ca. 1 dB erhöht und um den gleichen Betrag in der 10-kHz-ZF-Ebene abgesenkt. Während des Eichtakts tritt durch diese Verstärkungsverschiebung keine Übersteuerung auf. Bewirkt jedoch die Verschiebung beim Meßtakt eine Übersteuerung, die zur Verfälschung der Anzeige führt, so wird die Verstärkung bei jedem zweiten Meßtakt sichtbar absinken und deshalb ein Schwanken der Anzeige hervorgerufen, solange die Kontrolle betätigt wird.

Der Anwender des Geräts kann sich für Spannungspegel- oder Leistungspegelgleichung entscheiden. Der gewählte Betrieb wird deutlich durch die Beschriftung des Meßbereichschalters angezeigt.

10.1.3. Phasenregler

Da solche Phasenregler im Gerät mehrmals vorkommen, wird hier - unabhängig von einer bestimmten Schaltung, das Grundprinzip dargestellt.

Die Schaltung besteht aus einem Regelkreis, der die Aufgabe hat, die Frequenz eines Oszillators phasenstarr mit einer Vergleichsfrequenz oder deren Harmonischen zu synchronisieren.

Der wichtigste Schaltungsteil ist der Abtaster, dessen Wirkungsweise an Hand eines vereinfachten Ersatzschaltbilds, Bild 10-4, erläutert werden soll.

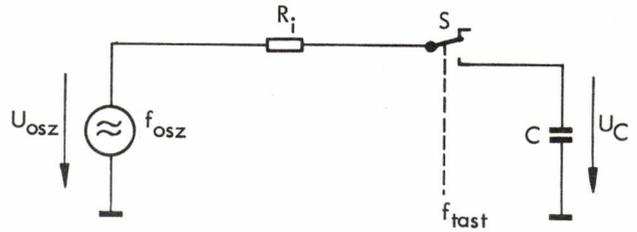


Bild 10-4

Die Vergleichs- oder Tastfrequenz f_{tast} steuert den Schalter S. Seine Schließzeit ist klein gegen eine halbe Periodendauer der Oszillatorfrequenz f_{osz} . Während S geschlossen ist, lädt sich der Kondensator C mit der Zeitkonstanten $= R_i \cdot C$ auf den Momentanwert der Oszillatorfrequenz gleich der Tastfrequenz, oder gleich einer ihrer Harmonischen, $f_{osz} = n \cdot f_{tast}$, so entsteht an C eine Gleichspannung U_C .

Bild 10-5 zeigt ein Beispiel für $f_{osz} = f_{tast}$, d.h. $n = 1$. Ist $\neq 1$, z.B. $n = 22$, so wird nur jede 22. Periode der Oszillatorfrequenz abgetastet. Es entsteht jedoch dieselbe Spannung U_C .



Bild 10-5

Bild 10-6 zeigt ein Beispiel für $f_{osz} \neq n \cdot f_{tast}$. Dabei entsteht an C eine Wechselspg. mit $|f_{osz} = n \cdot f_{tast}|$.

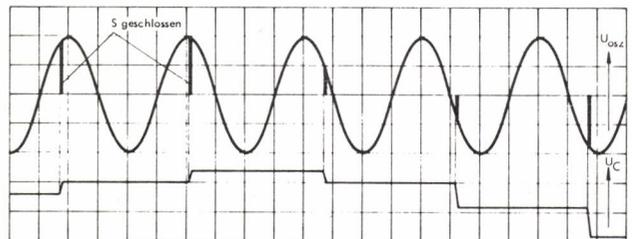


Bild 10-6

10.1.4. Suchoszillator

Bild 10-7 zeigt den Suchvorgang.

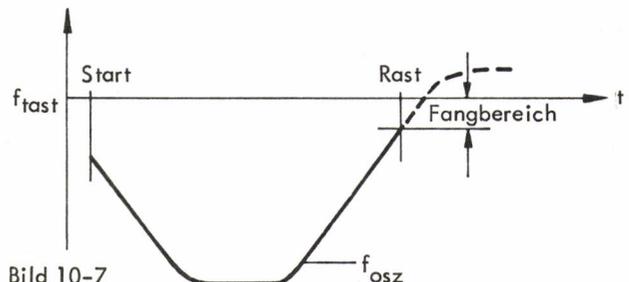


Bild 10-7

10. FUNKTIONSBESCHREIBUNG

Der Suchoszillator ist ein rückgekoppelter Differenzverstärker.

Bild 10-8 zeigt das Prinzipschaltbild

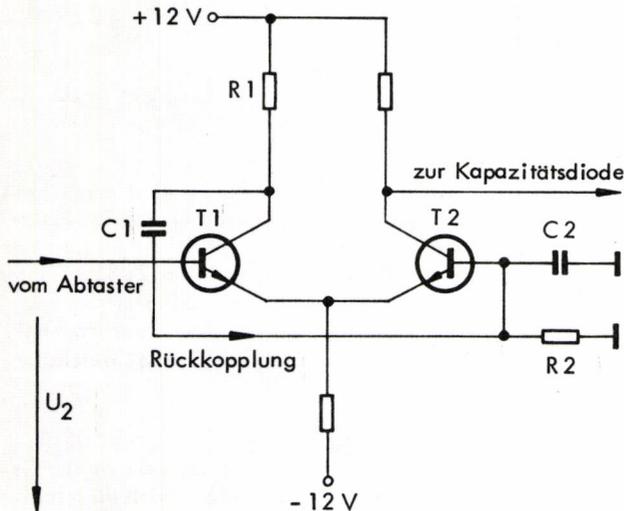


Bild 10-8 Suchoszillator

R_1, C_1, R_2, C_2 sind die frequenzbestimmenden Glieder.

Die Ausgangsspannung ist etwa trapezförmig.

Beim Betrieb als Verstärker sind die Spannungen an Basis T_1 , Emitter T_1, T_2 und Kollektor T_2 phasengleich.

Während des Suchlaufs ist U_C eine Wechsellspannung mit der Frequenz $f_{osz} = f_{tast}$ und sehr kleiner Amplitude. Die Basis T_1 ist für die Suchoszillatorfrequenz "kalt".

T_1 arbeitet als Basisstufe, T_2 als Kollektorstufe, der Suchoszillator schwingt.

Innerhalb des Fangbereichs wird die Ringverstärkung des Regelkreises größer als 1. Dadurch entsteht eine gegenkoppelnd wirkende Suchoszillatorspannung an der Basis T_1 , welche die Rückkopplung überwiegt und ein Schwingen des Suchoszillators verhindert. T_1 und T_2 bilden jetzt nur noch einen Differenzverstärker für U_C .

Durch die Wirkung des Suchoszillators vergrößert sich der Fangbereich der Schaltung. Die Summe aus diesem Fangbereich und dem Ziehbereich muß jedoch stets kleiner als die Festfrequenz sein, da sonst der Oszillator auf eine falsche Harmonische oder Festfrequenz rasten könnte.

10.2. Eingangsteil ①, ②

Das Eingangsteil enthält in einem einteiligen Gußgehäuse mit eigener Frontplatte alle Teile der Schaltung ① (Eingangsteil) und Schaltung ② (Eingangsverstärker). Die Schaltung ① umfaßt folgende Funktionsgruppen:

- Eingangsbuchse mit umschaltbarem Eingangswiderstand
- Eichumschalter
- Grobteiler (Teiler I)

10.2.1. Eingangswiderstand

Der Eingangswiderstand wird mit dem Schalter S 101 geschaltet und beträgt entweder 75Ω oder $10 \text{ k}\Omega$. Um bei der möglichen maximalen Signaleingangsspannung die Eingangsleistung aufnehmen zu können, ist der 75Ω Widerstand aus einer Parallelschaltung aufgebaut, der in dieser Dimensionierung zulässige Gesamteffektivwert der Eingangsspannung darf 11 V nicht überschreiten (das entspricht einem Spannungspegel von $+23 \text{ dB}$). Der zulässige Maximalwert der Eingangsspannung in der hochohmigen Stellung von S 101 ist frequenzabhängig, maßgebend ist hier der Kondensator C 151.

Maximalwerte:

Gleichspannung (einschl. Scheitelwert überlagerter Wechsellspannung)	$\leq 250 \text{ V}$
Effektivwert einer 50-Hz-Wechsellspannung	$\leq 100 \text{ V}$

Bei höheren Frequenzen begrenzen die Belastbarkeit unter anderem die Längswiderstände R 142 und P 202 sowie die Schutzdioden GI 201 und GI 202 die Eingangsspannung auf niedrigere Werte. Zerstörungen werden sicher vermieden, wenn die für $Z = 75 \Omega$ geltenden Grenzen eingehalten werden.

10.2.2. Eichumschalter

Die Relais 101 bis 103 werden vom Eichtaktgeber (Schaltung ⑨) her erregt. Rel. 101 legt während der Eichzeit eine Nachbildung des Verstärker-Eingangswiderstandes an den Geräteeingang. Rel. 102 schließt einen Teil der Leitung kurz, um die Übersprechdämpfung zwischen Meß- und Eichsignal zu steigern, und Rel. 103 schaltet (ggf. über den Teiler I) die Eichspannung an den Verstärkereingang. Für das Eichsignal bildet R 138 in Verbindung mit L 102 den Abschluß. R 142 soll Leitungsresonanzen dämpfen.

10.2.3. Teiler I

Der Teiler I hat 4 einstellbare Dämpfungen: 0 dB , 20 dB , 40 dB und 50 dB , die über die Relais 104 bis 107 geschaltet werden. Die kapazitive Kompensation der 3 Widerstandsteiler kann mit den Trimmern C 126 bis C 128 abgeglichen werden. Die Eingangswiderstände dieser Teilergruppe und des Eingangsverstärkers sind gleichgemacht, die Kapazitäten können mit C 124 einander angeglichen werden.

10.2.4. Eingangsverstärker

Der Eingangsverstärker nach Stromlaufplan ② besteht aus einer Kollektorstufe und einer stark seriengegekoppelten Emitterstufe. Beide sind als komplementäre Gegentakt-A-Stufen ausgebildet. Der Eingangswiderstand wird von R 201, R 203 und R 206 bestimmt (Sollwert $10 \text{ k}\Omega$), der Innenwiderstand beträgt 150Ω .

Die Verstärkung kann über Rel. 201 und Rel. 202 geändert werden. Im Normalbetrieb sind beide Relais nicht erregt, die Verstärkung beträgt ca. $1,5$ (bei Abschluß mit 150Ω).

10. FUNKTIONSBESCHREIBUNG

Wird im Gerät die Taste S 901 (Übersteuerungskontrolle) gedrückt, wird Rel. 201 über Schaltung (9), Eichtaktgeber, erregt und damit die Verstärkung der Schaltung um ca. 0,8 dB erhöht (s.a. Beschreibung zu Schaltung (7)). Rel. 202 wird über den Empfindlichkeitsschalter (10) geschaltet und erhöht in dessen Stellung - 110 dB (-100 dBm) die Verstärkung des Verstärkers um 10 dB.

Gleichzeitig mit Rel. 202 wird der Transistor T 205 eingeschaltet, der den Widerstand R 225 überbrückt. Damit wird erreicht, daß auch im Falle der um 10 dB erhöhten Verstärkung der 0,8-dB-Sprung (Schalter von Rel. 201) erhalten bleibt.

Da die Emitterstufe kräftig gegengekoppelt ist und nur schwach angesteuert wird (max. - 20 dB), klirrt schon jede Halbstufe für sich nur wenig. Die 2. Harmonischen sind im wesentlichen gleich groß und gegenphasig, heben sich also weitgehend auf. Mit P 201 und C 208 kann die Kompensation verbessert und damit die Klirrdämpfung α_{K2} erhöht werden.

Die Dioden GI 201 und GI 202 schützen den Eingang vor Übersteuerung. Sie werden leitend, sobald die Amplitude der Eingangsspannung 12 V übersteigt. R 207 und R 208 sowie P 202 kompensieren den bei hohen Frequenzen auftretenden negativen Realteil des Eingangsscheinwiderstands der Kollektorstufen. R 142 und P 202 begrenzen außerdem den Strom durch GI 201 und GI 202.

10.3. 18,6-MHz-Tiefpaß (2)

Sämtliche Eingangsfrequenzen sollen von $0 = f \leq 18,6$ MHz (Durchlaßbereich) um weniger als 1 dB gedämpft werden.

Alle Frequenzen darüber müssen eine hohe Sperrdämpfung erfahren, da in den nachfolgenden Bausteinen (Mischer) sonst die Frequenzen

$$f_e = n \cdot f_{\text{Träger}} \pm f_{\text{Zeichen}} \text{ verarbeitet werden,}$$

wobei $n = 1, 3, 5, 7, \dots$ ist.

Die Polfrequenzen (Stellen höchster Dämpfung) wurden auf 24,0 MHz, 25,77 MHz und 60 MHz festgelegt. Damit ist gewährleistet, daß bis ca. 200 MHz die Dämpfung ≥ 80 dB beträgt.

Der TP besteht aus 4 verstellten Gliedern. Der Verzicht auf ein unverstelltes Glied führt dazu, daß bei hohen Frequenzen die Dämpfung nur noch von der Teilung durch Längs- und Querkapazitäten herrührt und damit wegen der Reiheninduktivität der Filterkapazitäten bei $f = 80$ MHz undefinierbare Pole und Einbrüche aufweist.

10.4. Mischer I (3)

Der Mischer I erhält an Punkt 5 24,006 bis 42,6 MHz als Trägersignal angeboten. Der Pegel an diesem Punkt beträgt - 6,8 dB. Das Signal durchläuft einen Tiefpaß, der ab 45 MHz wirkt, um die Eingangsspannung sinusförmig zu machen. Darauf folgt eine Trennstufe (Basisstufe T 302), welche als Rückwärtsentkoppler wirkt. Um den Gesamtstrom

des Mixers nicht zu vergrößern, werden die für diese Schaltung benötigten 2,7 mA dem Vorbegrenzer abgezogen. Der Vorbegrenzer wirkt wegen des geteilten Emitterwiderstands (T 303, T 303') gleichzeitig als Tastverhältnisregler. Von dort gelangt das Signal auf die Begrenzerstufe T 304, T 305. Da die Kollektoren von T 304 und T 305 an Masse liegen (über die Mittelanzapfung von Ü 302), gelangt ein reines Wechselspannungssignal auf die Mischerdioden GI 303 bis 306 und schaltet diese im Takt des Trägersignals auf und zu. Über R 332 (Pkt. 12) kommt das Zeichen (zu messende Spannung) auf den Mischer. Das Zeichen kann mit Frequenzen zwischen 6 kHz und 18,6 MHz und Pegeln von - 27 dB bis - 109 dB an den Mischer gelangen. Der Mischer selbst arbeitet als Ringmischer.

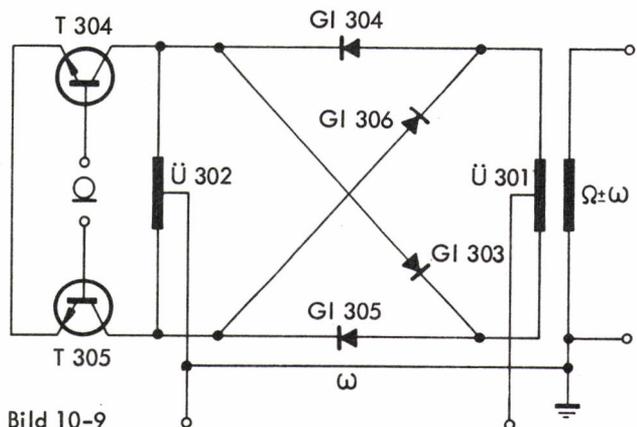


Bild 10-9

Die Dioden sind auf kleine Durchlaßspannungs- und Kapazitätsdifferenz ausgesucht. Der Abgleich des Trägerrestes erfolgt mit einem im Stromlaufplan nicht dargestellten Masseblech. Vom Mischer Ausgang (an TP 301 zugänglich) gelangt das umgedrehte Signal auf die Auskoppelstufe T 308. Von dessen Kollektor wird es durch den Trennübertrager Ü 303 an den 24-MHz-Bandpaß abgegeben. Um die Eigenschaften des Mixers stabil zu halten, werden die hierfür wichtigen Gleichspannungen stabilisiert. R 321, R 326 und R 328 bilden einen Spannungsteiler und liefern die Basisspannungen für T 306 und T 307, welche die Betriebsspannungen der Trägerbegrenzerstufen konstant zu halten haben.

An den Trägereingang ist über C 304 die Kollektorstufe T 301 angeschlossen. Sie erhält während des Eichtakts an Pkt. 6 Massepotential und schaltet während dieser Zeit ein und versorgt den Eichmischer über Pkt. 1 mit Trägersignal.

10.5. 24-MHz-Bandpaß, Mischer II, 2-MHz-Bandpaß (4)

Über den 24-MHz-Bandpaß gelangt die 1. ZF zum Mischer II. Der Bandpaß, der eine 3-dB-Bandbreite von ca. ± 350 kHz besitzt, soll hauptsächlich den Trägerrest der 1. Umsetzung, die Spiegelfrequenz der 2. Umsetzung und höhere Mischprodukte unterdrücken. Er hat deshalb einen Dämpfungspol bei der Spiegelfrequenz 20 MHz, welcher durch den Sperrkreis L 402/C 402 erreicht wird.

10. FUNKTIONSBESCHREIBUNG

Das zur Umsetzung der 1. ZF auf 2 MHz benötigte 22-MHz-Trägersignal, durchläuft den 22-MHz-Bandpaß und wird in den beiden Differenzverstärkern T 402/T 404 und T 401/T 403 verstärkt und begrenzt. Um Strom zu sparen sind diese beiden Differenzverstärker gleichstrommäßig in Reihe geschaltet. Ihre Basisspannungen werden zur Stromersparnis über T 405, T 406 erzeugt, welche mit kleinem Emitterstrom und hochohmigen Basisspannungsteilern auskommen.

Das Mischerausgangssignal gelangt über die Verstärkerstufe T 407 auf den 2-MHz-Bandpaß, welcher hauptsächlich den 22-MHz-Trägerrest, die Spiegelfrequenz der 3. Umsetzung und höhere Mischprodukte dämpfen soll. Der Bandpaß, dessen 3-dB-Bandbreite ca. ± 40 kHz beträgt, besitzt deshalb einen Dämpfungspol bei der Spiegelfrequenz 2,22 MHz, welcher durch die beiden Sperrkreise L 415, C 424, C 425 und L 501, C 501, C 502 erreicht wird.

Die Verstärkerstufe T 407 ist in ihrer Verstärkung umschaltbar, und zwar wird in Stellung -100 dB (-90 dBm) des Empfindlichkeitsschalters ⑩ über die Transistoren T 409 und T 410 der Transistor T 408 aktiv, der zum vorhandenen Emitterwiderstand von T 407 wechselstrommäßig einen Parallelwiderstand zuschaltet und damit die Verstärkung um 10 dB erhöht. Dieser Zusatzwiderstand kann mit P 401 abgeglichen werden.

10.6. Mischer III ⑤

Der Mischer III ist wie der Mischer IV ein Transistormischer, bei dem die Mischerdämpfung durch die Verstärkung der Transistoren aufgehoben wird.

Das Trägersignal erhält der Mischer aus dem 2,11-MHz-Oszillator. Zusammen mit dem 2-MHz-Zeichen der 2. ZF wird die 3. ZF von 110 kHz erzeugt.

In der emittergekoppelten Begrenzerstufe T 503 und T 504 wird das Trägersignal in ein Rechteck umgeformt. Mit dem Rechteck werden die Mischertansistoren T 501 und T 502 durchgesteuert. Für den Abgleich des nachfolgenden 110-kHz-Bandpasses kann man T 502 als Verstärker schalten. Dazu wird die Verbindung h-i geöffnet und i-k geschlossen. Die Einspeisung erfolgt auf TP 501.

10.7. 110-KHz-Bandpaß ⑤

Der 110-kHz-Bandpaß hat die Aufgabe, die vom Mischer III kommende ZF passieren zu lassen und sämtliche anderen Frequenzen stark zu dämpfen. Frequenzen ± 110 kHz können von höheren Mischprodukten oder von Störfrequenzen herrühren.

Besonders große Dämpfungsforderungen müssen bei (90 \pm 1,5) kHz, der Spiegelfrequenz, und bei 2,11 MHz, der Trägerfrequenz des Mischers III, eingeschaltet werden. Die Bandbreite 1,5 kHz ergibt sich aus der Durchlaßbreite des nachfolgenden 10-kHz-Bandpasses.

Der Gesamt-BP gliedert sich in einen BP für 110 kHz, d.h. einem Parallelschwingkreis auf der Platine des Mischer III, einem Hochpaß mit einem Pol bei 91,5 kHz, einer Trennstufe, sowie einem Bandpaß für 110 kHz mit Polstellen bei 89 kHz und 2,11 MHz.

Die Trennstufe verhindert ein gegenseitiges Beeinflussen der beiden Kreise, deren Resonanzfrequenzen dicht nebeneinander liegen, nämlich bei 89 und 91,5 kHz.

Sie ist als Gegentaktstufe mit Komplementärtransistoren aufgebaut, wodurch bei etwaigen Verklirrungen die gradzahligen Oberschwingungen weitgehend unterdrückt werden.

10.8. Mischer IV ⑥

Der Baustein Mischer IV hat die Aufgabe, die 3. ZF (110 kHz) umzusetzen und die 4. ZF (10 kHz) zu erzeugen. Diese gelangt dann über den Teiler und ZF-Verstärker ⑦ zur Ausgangsschaltung ⑧ und wird dort gleichgerichtet.

Vom Frequenzteiler ⑩ erhält die Schaltung ein 200-kHz-Signal. In einem Flipflop wird diese Frequenz im Verhältnis 2 : 1 geteilt und steht dem Mischer als Träger zur Verfügung.

Das gewünschte Seitenband wird am Mischer durch einen 10-kHz-Bandpaß ausgesiebt - Stellung "breit". In Stellung "schmal" gelangen die 10 kHz noch einmal über einen Bandpaß. Dabei wird die Bandbreite kleiner.

3-dB-Bandbreite in Stellung "breit" : 2,3 kHz
3-dB-Bandbreite in Stellung "schmal" : 0,5 kHz

Damit die Stromaufnahme des Bausteins klein bleibt, sind das Teiler-Flipflop und der nachfolgende Differenzverstärker gleichspannungsmäßig in Reihe geschaltet. Die Emitterspannung der Transistoren T 601, T 602 wird über C 603 gesiebt und konstant gehalten. Das Flipflop T 601, T 602 ist symmetrisch aufgebaut, so daß, außer im Moment des Umschaltens, immer der gleiche Strom fließt.

Die beiden Transistoren T 605, T 606 hängen an einem Basisteiler, so daß beide Transistoren des Differenzverstärkers ohne Ansteuerung Strom führen. Bei Ansteuerung des Differenzverstärkers über C 607 führt durch den gemeinsamen Emitterwiderstand, nur einer der beiden Transistoren Strom.

Bei jeder 2. negativen Flanke des 200-kHz-Signals an ⑥ wird T 601 aus- und T 602 eingeschaltet. Über C 607 gelangt ein negativer Impuls auf die Basis von T 605 und sperrt diesen Transistor. Dann wird T 606 leitend und liefert Strom für die Mischertansistoren T 603, T 604. Es erfolgt somit eine Tastung mit der Frequenz 100 kHz.

10.9. Ausgangsschaltung ⑧

Das vom letzten Bandpaß über die ZF-Verstärker und Teiler kommende Signal gelangt zuerst auf einen in seiner Verstärkung regelbaren Verstärker. Mit diesem Verstärker wird während des Eichtakts die Verstärkung des gesamten Empfängers auf den Sollwert eingestellt. Der Bandpaß (Rauschbegrenzungsfiler), der nach diesem Verstärker folgt, unterdrückt das breitbandige Rauschen, welches von den ZF-Verstärkern herrührt. Das gleichgerichtete Signal gelangt über die Bewertungsschaltung, die "Sample and Hold"-Schaltung sowie im $\pm 0,5$ -dB-Bereich (Pegellupe) noch über eine zusätzliche Schaltung auf das Anzei-

10. FUNKTIONSBESCHREIBUNG

geinstrument. Für die Dauer des Eichtakts hält die Speicherschaltung das Meßergebnis fest und der als Schalter arbeitende FET T 835 wird angesteuert, d.h. schaltet durch. Das Eichsignal wird in einem Differenzverstärker mit einem Referenzwert verglichen und ergibt so die Stellgröße für den regelbaren Verstärker. Bei gesperrtem T 835, also während des Meßtakts, speichert der Differenzverstärker die zuvor erhaltene Stellgröße. Am Ausgang des JC 802 befindet sich ein Komparator, der bei einer be-

stimmten Spannung den Eichtakt abschaltet. Die Eichtakt Ein- und Abschaltung wird verzögert vorgenommen.

Um einen Meßpegel besser, d.h. schneller finden und abstimmen zu können, wird eine Signalindikatorschaltung eingesetzt. Dabei wird der ZF-Pegel am TP 802 überwacht. Übersteigt er eine vorgegebene Schwelle, auch nur kurzfristig, wird über ein Monoflop eine Ga As-Diode für eine bestimmte Zeit angesteuert und leuchtet, solange ein meßbares Signal anliegt.

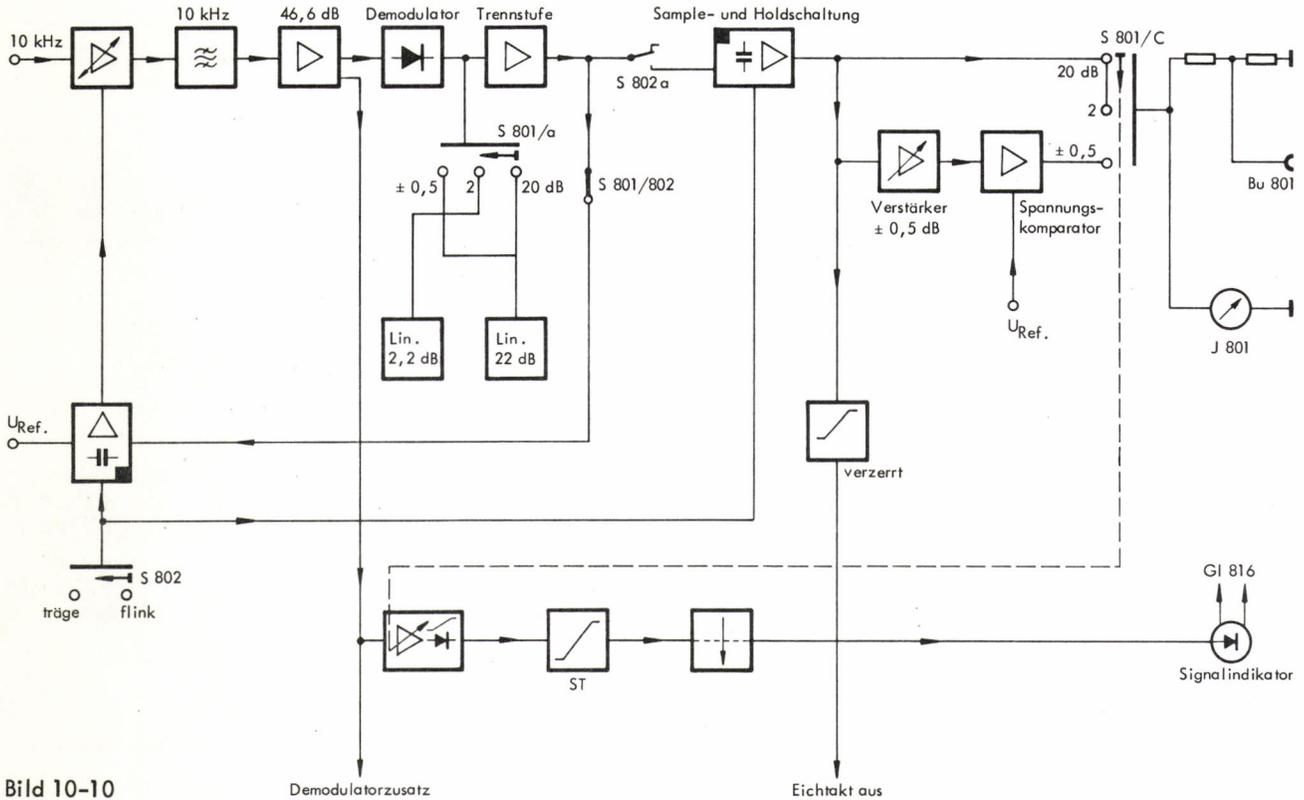


Bild 10-10

Das Signal für die Ausgangsschaltung wird über die Trennstufe T 801, die den Eingangswiderstand auf $>100 \text{ k}\Omega$ vergrößert, dem Differenzverstärker T 802 und T 803 zugeführt. Seine Verstärkung läßt sich durch die Emitterströme um 8 dB ändern. Die getrennten Emitterwiderstände R 809/ R 811 verursachen gleiche Emitterströme, deren Summe aus einem konstanten (über T 804) und einem veränderlichen Teil (über T 805) besteht.

Der Differenzverstärker arbeitet auf einen 10-kHz-Bandpaß mit einer Bandbreite von 6 kHz. Das Signal hinter dem Bandpaß wird vom Verstärker T 809 bis T 812 übernommen, dessen Ausgangstrom den Mittelgleichrichter T 813/T 814 speist. Durch die Basisschaltung der als Gleichrichter betriebenen Transistoren steht hinter dem Tiefpaß C 817/L 802/C 818 eine hochohmige Gleichstromquelle zur Verfügung. Der Verstärker T 809 bis T 811 ist stark gegengekoppelt. Die Verstärkung beträgt ohne Gegenkopplung $\approx 80 \text{ dB}$, mit Gegenkopplung 46,6 dB.

Der Gleichstrom für die Bewertungswiderstände (R 851, R 852) wird mit C 819 während des Meßtakts geglättet. Beim Eichtakt ist C 819 durch T 816 von Masse getrennt, da sonst die Zeitkonstante zu groß würde.

Der Meßstrom gelangt vom Gleichrichter (GI 803) auf die Bewertungswiderstände, wobei mit S 801 der gewünschte Meßbereich geschaltet wird. (Meßstrom für 0-dB-Pegel = $693 \mu\text{A}$).

Alle drei Meßbereiche (20 dB, 2 dB und $\pm 0,5 \text{ dB}$) sind gedehnt und haben einen "unterdrückten" Nullpunkt. Im 20-dB-Bereich fließt der größte Teil des Meßstroms über R 851 und ein bestimmter Teil, der Kompensationsstrom, über T 831.

Im 2-dB-Bereich bestimmen in gleicher Weise, wie im 20-dB-Bereich, R 852 und T 832 den Verlauf der Anzeigespannung. Da hier aber der größte Teil des Meßstroms kompensiert wird ($538 \mu\text{A}$), ist ein Abgleich des Kompensationsstroms mit P 802 notwendig.

Die Bewertungsstufe für den $\pm 0,5 \text{ dB}$ -Bereich ist die des 20-dB-Bereichs. Dies hat den Vorteil, daß auch hier die Eichtaktabschaltung funktioniert.

Zwischen Bewertungsstufe und Speicherschaltung befindet sich die Trennstufe IC 801. Der Speicherkondensator C 834 wird im Meßtakt über R 865 oder der Parallelschaltung von R 865 und R 866 "träge" oder "flink" aufgelad-

10. FUNKTIONSBESCHREIBUNG

den. S 802 ist der Integrationsschalter.

Die 3 Feldeffekttransistoren T 834 bis T 836 werden über Ansteuerschaltungen vom Eichtaktgeber gesteuert. T 836 wird während des Eichtakts für ca. 0,1 s gesperrt. Die Speicherschaltung muß mit einer hochohmigen Trennstufe abgeschlossen werden, damit sich C 834 (Speicher Kondensator) während der Eichzeit nicht wesentlich entladen kann. IC 802 ist ein sehr hochohmiger OP und wird hier mit der Verstärkung "eins" als Trennstufe eingesetzt. In den Bereichen 20 dB und 2 dB steht nun am Ausgang des IC 802 die Anzeigespannung zur Verfügung, während bei der Pegellupe noch eine weitere Aufbereitung der Meßspannung erfolgt.

Mit der Pegellupe werden nur relative Messungen vorgenommen. Mit P 801 ist der Zeigerausschlag in einem bestimmten Bereich verstellbar. Der Einstellbereich der Verstärkung ist so bemessen, daß alle Pegel, welche im 2-dB-Bereich abgebildet werden, in Stellung Pegellupe auf "0" eingestellt werden können.

Die erste Verstärkerstufe (IC 803) verstärkt je nach der Stellung von P 801:

$$(V_1 \approx 1,05 \text{ bis } 1,44).$$

In der zweiten Verstärkerstufe (IC 804) wird 8,5fach verstärkt und eine Spannung kompensiert, die der Spannung "1 dB unter Vollausschlag" entspricht (6,36 V). Die Kompensationsspannung wird von der Referenzdiode G1 805 abgeleitet. Der Vorstrom muß mit P 804, die Verstärkung (1-dB-Sprung) mit P 805 eingestellt werden.

Die Diode G1 817 verhindert eine Überlastung des Anzeigeinstruments. Die negative Ausgangsspannung des IC 804 kann maximal eine Diodenschwelle betragen.

Das Anzeigesignal gelangt über S 801 und einen veränderbaren Widerstand R 896, P 806 zum Instrument. Bei Vollausschlag am Instrument stehen am Gleichspannungsausgang 5 V aus einem Innenwiderstand mit 5 K zur Verfügung. Während des Eichtakts wird T 835 angesteuert und schließt den Eichregelkreis.

Dabei wird das am Ausgang des IC 801 auftretende Eichsignal im Differenzverstärker T 808 mit einem Referenzsignal (Abgriff P 803) verglichen und eine Stellgröße abgeleitet. Diese wird mit T 807 verstärkt und über die Trennstufe T 806 dem Regelverstärker T 802/T 803 über T 805 zugeführt. Für schnelle Umladevorgänge wird T 815 leitend. Während des Meßtakts (ca. 0,9 s) soll die eingestellte Verstärkung erhalten bleiben. Bei dieser Schaltung wird der Vorteil ausgenutzt, daß die Speicherkapazität (C 811, C 812) um die Verstärkung der Stufe (T 808, T 807) vergrößert wird ($v \approx 46$ dB).

Die Zeitkonstante wird mittels S 801, S 802 sowie im Eichtakt (nur bei Übersteuerungskontrolle) mit T 834 festgelegt. (Umschaltung des Vorwiderstandes R 862, R 864). Die Verstärkung des Regelverstärkers beträgt etwa 60 dB.

Die Eichtakt Ein- und Abschaltung erfolgt mit dem Komparator (IC 805). Dessen Schaltschwelle liegt bei etwa -28 dB (im 20-dB-Bereich). Die RC-Schaltungen am Ausgang des IC 805 verzögern die Ein- und Abschaltung des Eichtakts um 1,5 s.

Damit wird sichergestellt, daß ein Meßsignal nicht vom Eichtakt ausgeblendet wird, bevor eine Anzeige erfolgt.

10.9.1. Signalindikatorschaltung

Die Signalindikatorschaltung bezieht ihr Signal vom letzten 10-kHz-ZF-Verstärker. Dieses wird verstärkt und gleichgerichtet. Die Verstärkung des IC 806 ist mit S 801 umschaltbar. Damit wird den jeweiligen Meßbereichen (20 dB, 2 dB und $\pm 0,5$ dB) die Schwellenspannung für den Schmitt-Trigger angepaßt.

Die Schaltschwellen und damit die Verstärkung sind so bemessen, daß bei einer Instrumentenanzeige von ca. -20 dB bzw. -2,1 dB eine Anzeige erfolgt. Die Feineinstellung der Schwellenspannung wird mit P 807 vorgenommen.

Für die negativen Halbwellen wird IC 806 durch die Diode G1 811 auf "1" gegengekoppelt, während die positiven mittels T 844 gleichgerichtet und entsprechend der Verstärkung gegengekoppelt werden. Der Schmitt-Trigger wird von den positiven 10-kHz-Halbwellen angesteuert. Die Triggerschwelle liegt bei $U_s \approx 1,7 \text{ V} \pm 20\%$. Das Schmitt-Triggersignal gelangt anschließend über eine Logikschaltung zum Monoflop. (Logik + MF sind im IC 808 integriert.)

Diese Logikschaltung bewirkt ein eindeutiges Arbeiten des Indikators, d.h. sie muß sicherstellen, daß die Anzeige nicht leuchtet, wenn kein Meßsignal, sondern nur das Eichsignal anliegt. Andererseits darf die Anzeige aber auch nicht im Eichtakt erlöschen, solange ein ZF-Signal anliegt. Das Eichtaktsignal gelangt über die Inverterschaltung (T 842) zum IC 808.

Das Monoflop mit den äußeren Zeitgliedern R 8112, G1 815 und C 852 hat eine Standzeit von 100 ms. Die Ga As-Leuchtdiode G1 816 wird über T 843 vom Monoflop angesteuert.

10.10. Eichtaktgeber ^⑨

Die Schaltung gibt im Takt von 1 Hz Gleichspannungssignale ab, die im Gerät verwendet werden, um die Messung zu unterbrechen, die gleichzeitig ein Nachstellen der Verstärkung bewirkt. Mit den abgegebenen Signalen werden vorzugsweise Relais geschaltet. Um Strom zu sparen (Batteriebetrieb!), sind die Relais so geschaltet, daß sie während des langen Meßtakts (ca. 1 s) in Ruhelage und während des kurzen Eichtakts (ca. 140 ms) in Arbeitslage sind.

Außerdem wird ein Rechtecksignal mit der Frequenz 0,5 Hz abgegeben, wenn S 901 geschlossen ist. Damit können Fehler erkannt werden, die durch Übersteuerung verursacht sind.

Als Taktgeber arbeitet der astabile Multivibrator T 906, T 907, T 908. T 908 ist wechselweise ca. 1 s gesperrt (Messen) und 140 ms leitend (Eichen).

Die Standzeiten werden durch RC-Glieder bestimmt:

$$1) \text{ C } 909\text{-R } 912\text{-R } 910: t = 0,7 \cdot 0,22 \mu\text{F} (820 \text{ k} + 100 \text{ k}) \approx 140 \text{ ms}$$

10. FUNKTIONSBESCHREIBUNG

2) C 907-R 911-R 913: $t = 0,7 \cdot 4,7 \mu\text{F} (290 \text{ k} + 10 \text{ k}) \approx 1 \text{ s}$

Die Rückladung von C 909 erfolgt bei leitendem T 907 über R 913 ($= 0,22 \mu\text{F} \cdot 10 \text{ k} = 2,2 \text{ ms}$). Die Rückladezeit von C 907 über R 910 bei leitendem T 908 (90 ms) wäre zu lang ($= 4,7 \mu\text{F} \cdot 100 \text{ k} = 470 \text{ ms}$). Durch Einführen des Transistors T 906 wird sie um den Betrag der Stromverstärkung (100) kleiner, da nur noch der Basisstrom über R 910 fließt.

Die Dioden GI 904 und GI 908 sind eine Anlaufhilfe für den Multivibrator. Sie sorgen dafür, daß nur einer der beiden Transistoren T 907, T 908 leitend werden kann. Da die Schaltung dann jedoch keine stabile Lage kennt, ist sichergestellt, daß der Multivibrator immer kippt.

Die Dioden GI 905, GI 906, GI 907 schützen die Basis-Emitterstrecken der zugehörigen Transistoren im Fall der Sperrung. GI 906 und GI 907 sind sehr hochohmig (Sperrwiderstand), wenn T 907 bzw. T 908 durchbrechen. GI 905 begrenzt mit ihrer Durchlaßspannung.

Im Eichtakt wird T 908 leitend und schaltet T 909 ein. Über R 917 wird C 910 von ca. 0 V auf ca. +11 V geladen ($T = 47 \text{ nF} \cdot 82 \text{ k}\Omega \approx 3,8 \text{ ms}$). Der Emitter von T 910 folgt der Spannung an C 910 und schaltet über den Teiler R 924, R 935, R 938 nacheinander die Transistoren T 912 und T 913 ein. Diese bewirken, daß T 919 und T 915 nach +12 V durchschalten und T 916 und T 917 sperren. Gleichzeitig wird C 911 über R 918 und R 919 von ca. 0 V auf ca. +11 V geladen ($T = 0,22 \mu\text{F} \cdot 138 \text{ k}\Omega \approx 30 \text{ ms}$). Der Emitter von T 911 folgt der Spannung an Punkt R 918/R 919 und schaltet über den Teiler R 920, R 922, R 923 nacheinander die Transistoren T 914 und T 918 ein.

Zu Beginn des Meßtakts wird T 908 gesperrt. T 909 erhält keinen Basisstrom mehr und sperrt ebenfalls. C 910 wird über R 916, R 917 entladen. ($T = 47 \text{ nF} \cdot 90,2 \text{ k}\Omega \approx 4,2 \text{ ms}$). Seine Spannung sinkt auf ca. 0 V. T 910 sperrt die nachfolgenden Transistoren in der Reihenfolge T 913, T 912, also in umgekehrter Reihenfolge wie sie eingeschaltet wurden. T 919 und T 915 werden gesperrt. T 916 schaltet ein und bewirkt, daß T 917 nach +12 V durchschaltet.

Gleichzeitig wird C 911 über R 919, R 918, R 916 entladen ($T = 0,22 \mu\text{F} \cdot 146,2 \text{ k}\Omega \approx 32 \text{ ms}$). Seine Spannung sinkt ebenfalls auf ca. 0 V. T 911 sperrt die nachfolgenden Transistoren in der Reihenfolge T 918, T 914, also in umgekehrter Reihenfolge wie sie eingeschaltet wurden.

10.10.1. BU 901 (341-L)

1. auf St 903:

Das ist der normale Betrieb. Im Eichtakt werden der als Schalter wirkende FET T 836 über T 840 und T 841 gesperrt und FET T 835 über T 837 bis T 839 leitend. Beim Betätigen von S 903, "Eichtakt Aus", wird der Eichtakt unterbrochen. Ebenso, wenn kein Eingangspegel am SPM-60 liegt oder wenn der Eingangspegel unterhalb des Instrumentenumfangs ist. Hierbei wird T 908 über T 920 ausgeschaltet. Der Eichtaktgeber liegt dann in Stellung "Meßtakt".

2. auf St 902:

Die Verbindung zu (8) 29 ist unterbrochen, T 836 ist durchgeschaltet, der Anzeigeverstärker erhält den Meßwert. Die Basen von T 910 und T 911 werden auf ca. 0 V gehalten, die Transistoren T 912, T 913, T 914, T 918 sind

angesteuerte Baugruppe	Anschlußpunkt 9	Spannung an
Steuer-multivibrator	5	TP 905
Ausgangs-verstärker		TP 901
ZF-Teiler und Eingangsteil	15, 13, 11, 8, 12, 7	TP 902
Eichoszillator und Eichmischer	10	TP 903
Eich-Regelkreis	1	TP 904

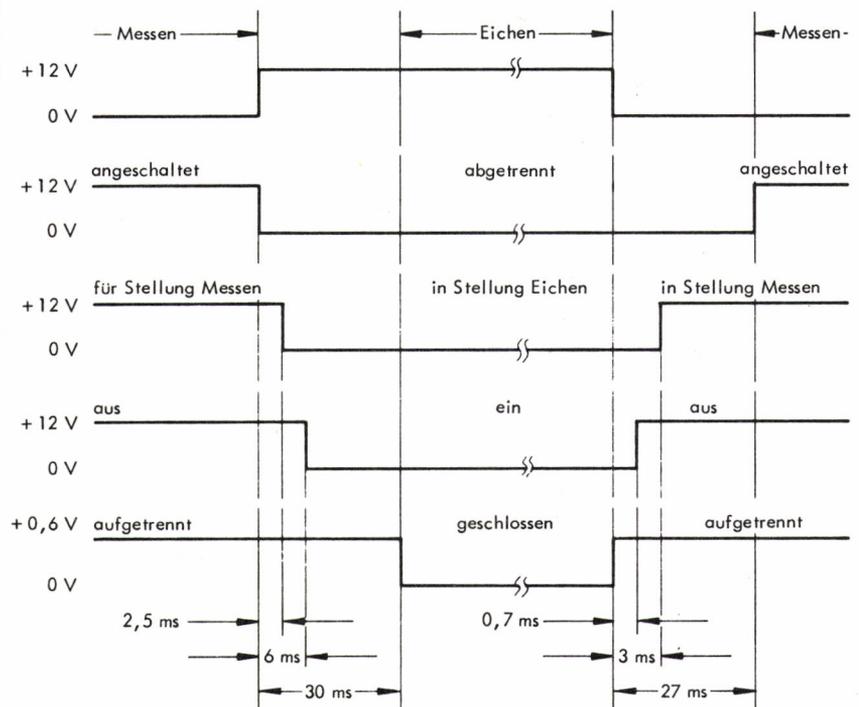


Bild 10-11

10. FUNKTIONSBESCHREIBUNG

gesperrt. Der Verstärker T 806...T 808 erhält eine feste Eingangsspannung, um die Verstärkung von T 802/T 803 konstant zu halten. Der Empfänger befindet sich in der Betriebsart "Messen". Es wird nicht geeicht.

3. auf St 901 :

Die Verbindung zu ⑧ 29 ist unterbrochen, T 836 ist durchgeschaltet, der Anzeigeverstärker erhält den Meßwert, in diesem Falle den Eichwert.

Die Basen von T 910 und T 911 liegen auf ca. +11 V, die Transistoren T 912, T 913, T 914, T 918 sind eingeschaltet. Der Empfänger befindet sich in der Betriebsart "Eichen" (siehe Bild 10-11)

10.11. Empfindlichkeitsschalter ⑩

Mit dem Empfindlichkeitsschalter S 1001 wird die Empfindlichkeit des SPM-60 durch Einschalten der Teiler I und II eingestellt (Teiler II mit getrennten Schalterebenen für Messen und Eichen).

Mit den Widerständen R 1001 und R 1002 wird in den entsprechenden Stellungen des Empfindlichkeitsschalters der Eichpegel geringfügig verändert, um vorhandene Teilerfehler auszugleichen.

Zusätzlich werden die Aussteuersignale für den Eingangsverstärker und den Mischer II gewonnen. Ferner wird hier die Umschaltung des Eichpegels in den beiden empfindlichsten Stellungen von S 1001 sowie die Einstellung des Eichpegels (P 1001 und P 1002) vorgenommen. (Siehe auch Beschreibung Eichoszillator ⑫).

10.12. 1-MHz-Oszillator und Impulsformer ⑪

Der 1-MHz-Oszillator liefert die interne Normalfrequenz des SPM-60. Diese wird über die Trennstufe für die Fremdsteuerung an Bu 2402 zur Verfügung gestellt. Ebenfalls über eine Trennstufe geleitet, dient sie nach entsprechender Teilung in einem 100 : 1 - IC-Teiler (in Baugruppe ⑳) als 10-kHz-Frequenz zur Rastung des 2,11-MHz-Oszillators ⑲ und als Zeitbasis für den Zähler ㉑. Die im Impulsformer in 1-MHz-Impulse umgewandelte Wechselspannung synchronisiert die anderen Festfrequenzoszillatoren des SPM-60.

Der 1-MHz-Oszillator arbeitet in kapazitiver Dreipunktschaltung. Seine frequenzbestimmenden Glieder sind C 1102, C 1103, C 1105, C 1106 und Q 1101. Der Quarz arbeitet im induktiven Bereich seiner Widerstandskennlinie.

Der T 1101 des Oszillators gibt die Oszillatorwechselspannung über C 1107 an den Emitter von T 1102.

Am Kollektor von T 1102 wird die 1-MHz-Wechselspannung über Ü 1101 entnommen.

Ü 1101, C 1109, C 1110, C 1108 und 2,2 nF die außerhalb der Platte 341-P an Punkt 4 liegen, bilden einen Schwingkreis, welcher auf 1 MHz abgeglichen wird.

Über C 1111 gelangen positive Impulse auf T 1103, die diesen Transistor periodisch einschalten. Nach dem Ab-

klingen des positiven Spannungsstoßes wird T 1103 über R 1111 gesperrt. Führt T 1103 Strom, dann wird das Monoflop T 1105/T 1104 gekippt und versteilt den Impuls. Über die Gegentakstufe T 1106/T 1107 wird das Signal am Ausgang 1 und 3 niederohmig zur Verfügung gestellt. Die Auskopplung für den Frequenzteiler erfolgt über die Basisstufe T 1108, die dafür sorgt, daß die Rückspeisung der geteilten Frequenz (200 kHz) auf das 1-MHz-Signal für die anderen Schaltungen nicht möglich ist.

10.13. Phasenvergleichler ⑭

Die vom 3 : 1 Teiler ⑬ gelieferte 8 bis 14,2 MHz-Rechteckschwingung mit dem Tastverhältnis 1 : 2 wird in einem Ringmodulator mit der Referenzfrequenz des Steueroszillators ⑫ verglichen.

Die Dioden G1 1401, G1 1403 und G1 1402, G1 1404 werden abwechselnd im Takte des Steueroszillators ⑫ von der Begrenzerstufe T 1401, T 1402 geschaltet. Das Tastverhältnis dieser Schwingung wird durch die galvanische Trennung der beiden Emitter und HF-Kopplung mit C 1404 automatisch auf 1 : 1 gehalten (Tastverhältnisregelung).

Über die Brücke der jeweilig geschalteten Diodenpaare und des Übertragers Ü 1401 werden die Punkte ① oder ④ des Übertragers Ü 1402 abwechselnd auf Masse geschaltet. Das kommt einem Umpolen der Spannung (3 : 1 Teilerfrequenz) an den Punkten ②③ des Übertragers Ü 1402 gleich (siehe Bild). Über R 1410 erfolgt die Auskopplung der dabei entstehenden Mischprodukte (also Summen- und Differenzfrequenz). Die Summenfrequenz ist (bei gerastetem Regelkreis) gleich der doppelten Referenzfrequenz, die Differenzfrequenz hat die Frequenz Null, ist also eine Gleichspannung U_2 . Ihre Größe und Polarität hängt von der Phasendifferenz der beiden Frequenzen ab.

Darstellung von Phasenverschiebungen ($f_{ref} - f_{Teiler}$) bei gerasteter Schleife

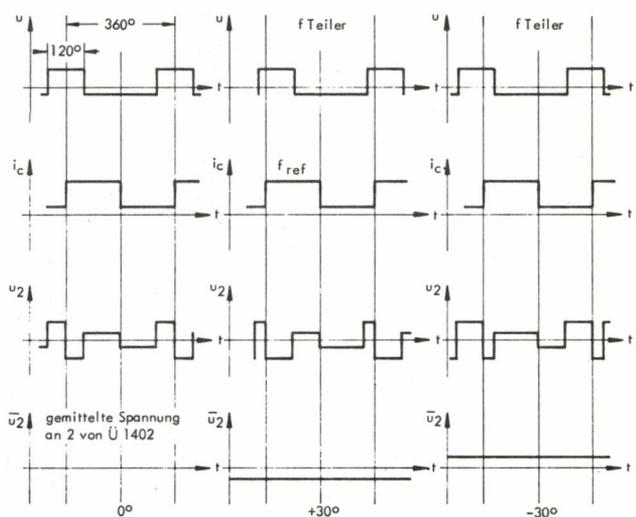


Bild 10-12

10. FUNKTIONSBESCHREIBUNG

Die Spannung u_2 steuert über den Entzerrer (15) den Trägeroszillator (16) nach.

Ein Tiefpaß (C 1407, L 1401, C 1406 und C 1408) mit der Grenzfrequenz 3 MHz. beschneidet die bei der Mischung entstandenen Wechselspannungsanteile. Mit dem weiteren Tiefpaß C 1409, R 1412 und C 1410 wird die Schleifenverstärkung ab 200 kHz auf 0 dB gesenkt, womit die Stabilität des Regelkreises gewahrt ist.

$x_u \hat{=}$ Sprung vom Trägeroszillator ($\frac{f}{3}$)

$i_c \hat{=}$ Dioden-Schaltstrom des Steueroszillators

10.14. Entzerrer und Suchoszillator (15)

Der Phasenvergleichler (14) liefert eine Spannung von ca. $\pm 0,2$ V, die sich linear aus der Phasenverschiebung $\pm 60^\circ$ ergibt. Linear mit dieser Phasenverschiebung soll der Trägeroszillator (16) in seiner Frequenz von 42,6 bis 24 MHz durchgesteuert werden. Der dazu benötigte nicht-lineare Spannungshub beträgt ca. ± 11 V.

Die Baugruppe (15) besteht im wesentlichen aus einem gegengekoppelten Differenzverstärker. Die Entzerrung der Oszillator Kennlinie erfolgt in dem Gegenkopplungs-zweig mit den Bauteilen R 1514, R 1515 und Gl 1503 auf den invertierenden Eingang an T 1501.

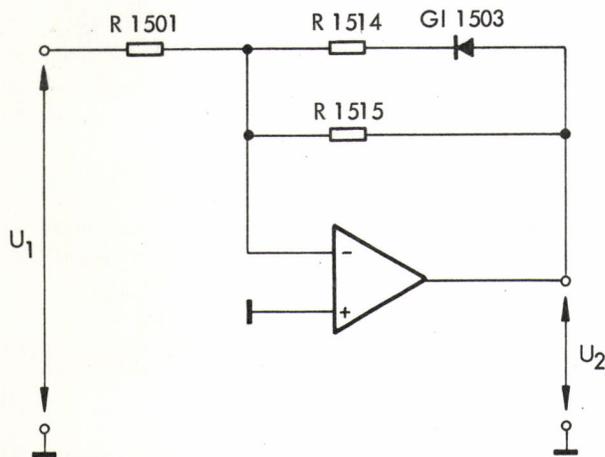


Bild 10-13

Bei positiver Steuerspannung u_1 , d.h. negativer Spannung U_2 am Verstärkerausgang, ist die Diode Gl 1503 gesperrt. In die Verstärkung geht dann nur R 1515 ein. Wird u_2 auf positive Werte gesteuert und ist die Schwellenspannung von Gl 1503 von ca. 0,5 V überschritten, so wird die Verstärkung von der Parallelschaltung R 1515 mit R 1514 bestimmt.

Gleichzeitig ist der Differenzverstärker als Oszillator beschaltet. Dieser Oszillator kann nur schwingen, wenn die Regelschleife nicht gerastet hat. Vom Ausgang u_2 besteht für den nicht gerasteten Zustand keine Rückkopplung über die Baugruppen der Regelschleife (16) (13) (14) auf den Eingang der Schaltung. Es wirken nur noch die Gegenkopplungen innerhalb der Baugruppe (15). Hat die Regelschleife dann gerastet, ist die der Suchschwingung entgegenwirkende Ringverstärkung der Regelschleife

größer als die Ringverstärkung des Suchoszillators. Die Suchschwingung reißt bei Erreichen des Rastzustands augenblicklich ab.

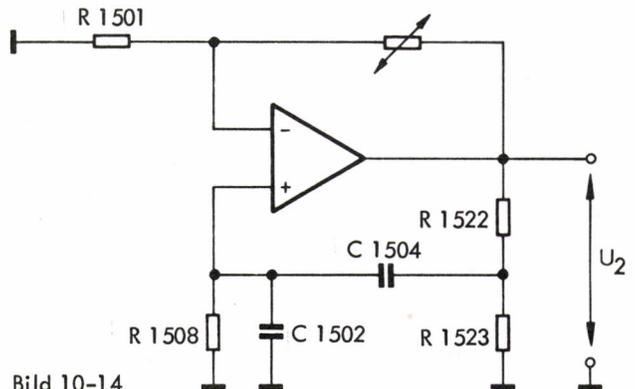


Bild 10-14

Die Bauteile R 1508, C 1502, R 1522, R 1523 und C 1504 stellen eine Wienbrücke dar, über die eine Mitkopplung zum nicht invertierenden Eingang T 1502 entsteht. Die Mitkopplung wird durch den Spannungsteiler R 1522 und R 1523 so in Grenzen gehalten, daß eine Schwingung entsteht ($f \approx 4$ Hz), die annähernd trapezförmig ist.

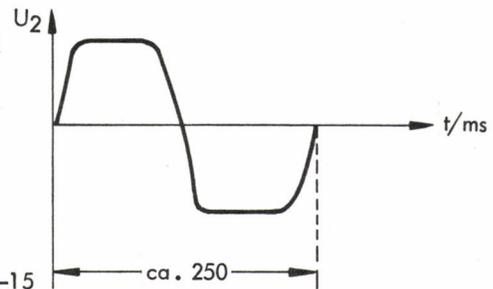


Bild 10-15

Der Verstärker selbst besteht aus einer Differenzeingangsstufe (T 1501 und T 1502), der Verstärkerstufe mit T 1503 und Ausgangsteil, bestehend aus T 1505 in Verbindung mit T 1504 und der Konstantstromquelle T 1506. Die genaue Lage des Arbeitspunkts (Offset) von T 1501 und T 1502 wird mit dem Spannungsteiler R 1506, R 1512, R 1510, R 1509 sowie P 1501 eingestellt. Die Dioden Gl 1501, Gl 1502 ersetzen den Emitterwiderstand für die Arbeitspunkteinstellung. Der Spannungsabfall daran ist weitgehend unabhängig vom fließenden Emitterstrom bei gleichzeitig kleinem differentiellen Widerstand. Somit ist die Gegenkopplung auch für Gleichströme klein. C 1503 übernimmt diese Aufgabe für höhere Frequenzen.

Die Glieder R 1507 sowie C 1501 gewährleisten die Eigenstabilität der Stufe.

Der Ausgangswiderstand des Entzerrerverstärkers soll möglichst niederohmig gehalten werden. Der Emitterfolger T 1505 ermöglicht dies im Zusammenspiel mit der Konstantstromquelle T 1506. Eine Erweiterung bringt T 1504, womit sich auch die schnelle Umladung einer kapazitiven Last auf negatives Potential verwirklichen läßt. (Der nachfolgende Trägeroszillator bildet eine kapazitive Last.) R 1525 verhindert eine mögliche Schwingneigung, die durch diese Last hervorgerufen werden könnte.

10. FUNKTIONSBESCHREIBUNG

10.15. Trägeroszillator ⁽¹⁶⁾

Der Trägeroszillator liefert den Träger 24 bis 42,6 MHz für den Mischer I und für den Eichmischer.

Der Oszillator besteht aus einem stark rückgekoppelten Differenzverstärker (T 1601, T 1602).

Ein mit Kapazitätsdioden abstimmbarer Schwingkreis ist dessen Außenwiderstand.

Ein Teil der Schwingkreisamplitude wird an der Spule L 1602 abgegriffen und an die Basis von T 1602 gelegt. (Induktiver Dreipunktoszillator).

Diese hochohmige Rückkopplung ist so dimensioniert, daß der Differenzverstärker stark übersteuert wird. (Dies wirkt sich günstig auf das Rauschverhalten des Oszillators aus.) Die Diode Gl 1604 begrenzt die Amplitude des Oszillators auf $U_{OSZ} \approx 0,6 V_s$.

Die Kathoden der Kapazitätsdioden liegen am +12-V-Potential. Somit wird ein maximaler Steuerhub von etwa 23 V erreicht, da die Ansteuerspannung $U_{st,max} \approx -11 V$ betragen kann.

Der Schwingkreis ist so bemessen, daß bei einem großen Abstimmbereich eine hohe Betriebsgüte erreicht wird. Da zu sind 3 Kapazitätsdioden erforderlich. Die Ausgänge sind durch eine Darlingtonschaltung zur Entkopplung vom eigentlichen Oszillator getrennt. Der Eingangswiderstand der Trennstufe wird durch eine Bootstrap-Schaltung sehr hochohmig (C 1609, R 1611). Dadurch wird der Schwingkreis nur wenig belastet.

Die Versorgungsspannung der Trennstufe wird extra gesiebt, um Rückwirkungen der 3 : 1 -Teilerstufe auf die Kapazitätsdioden zu vermeiden.

Die Signal- und Gleichströme dieser Trennstufe passieren noch eine weitere Trennstufe (für Fremdsteuerung ⁽²⁴⁾).

10.16. 22-MHz-Oszillator ⁽¹⁸⁾

Der 22-MHz-Oszillator liefert das Trägersignal für den Mischer II.

Der Oszillator T 1807 ist ein LC-Oszillator in kapazitiver Dreipunktschaltung, dessen Frequenz über die Kapazitätsdiode Gl 1805 durch einen Abtastphasenregler in der unter 10.1.3. beschriebenen Weise auf die interne 1-MHz-Normalfrequenz gerastet wird. Fang- und Ziehbereich $\geq \pm 150 kHz$.

Die Diode Gl 1806 begrenzt die Oszillatorspannung U_{SS} auf ca. 1,2 V. Um an Pkt. a Gleichspannungspotential Null zu erhalten, wird der Arbeitswiderstand des T 1801 durch die Spulen L 1801, L 1802 gebildet.

Der Impulsformer T 1802 arbeitet als Sperrschwinger. Die Suchoszillatorfrequenz beträgt ca. 20 Hz.

Da die 2. ZF = 2 MHz ist, muß zur Vermeidung von ZF-Störungen eine Frequenzmodulation des Oszillators durch die 2. Harmonische der 1-MHz-Tastfrequenz unbedingt vermieden werden. Der auf 2 MHz abgestimmte Serienresonanzkreis L 1804, C 1807 soll deshalb 2-MHz-Störspannungen auf der Regelspannung kurzschließen.

Der Tiefpaß C 1822, L 1805 soll Oberwellen der 1-MHz-Tastfrequenz mit $f = 22 MHz$, welche über die Trennstufen T 1801, T 1804 rückwärts in den Mischer II gelangen könnten, unterdrücken.

10.17. 2,11-MHz-Oszillator ⁽¹⁹⁾

Der 2,11-MHz-Oszillator liefert das Trägersignal für den Mischer III.

Die Transistoren T 1901, T 1902 und T 1903 bilden mit Q 1901 einen Quarzoszillator, dessen Frequenz über die Kapazitätsdiode Gl 1901 durch einen Abtastphasenregler in der unter 10.1.3. beschriebenen Weise auf die interne 10-kHz-Normalfrequenz gerastet wird.

Die Oszillatorspannung wird am Kollektor von T 1903 abgenommen und gelangt über T 1904 an den Mischer III und über die Trennstufe T 1905, T 1907 an den Phasenvergleich. Die 10-kHz-Tastspannung aus dem Frequenzteiler ⁽²⁰⁾ wird über die Trennstufe T 1909 und Ü 1901 auf den Phasenvergleich gegeben. R 1933, R 1934 und Gl 1906 bilden den Basisspannungsteiler für den Regelspannungsverstärker T 1906 und T 1908.

Da die Frequenz des Quarzoszillators sehr wenig streut, benötigt die Schaltung keinen Suchoszillator. Der Fangbereich ist $\pm 100 Hz$.

Zur Vermeidung von Störungen und den 110 kHz der 3. ZF sind die Siebkondensatoren C 1906 und C 1922 vorhanden.

10.18. Frequenzteiler und Trennstufen ⁽²⁰⁾

Der Frequenzteiler mit den entsprechenden Trennstufen erzeugt durch Teilung der Frequenz des 1-MHz-Oszillators ⁽¹¹⁾ zwei verschiedene Frequenzen:

- 1) 200 kHz für den Träger des Mixers IV ⁽⁶⁾
- 2) 10 kHz für die Zeitbasis des Zählers ⁽²¹⁾ und zur Rastung des 2,11-MHz-Oszillators ⁽¹⁹⁾.

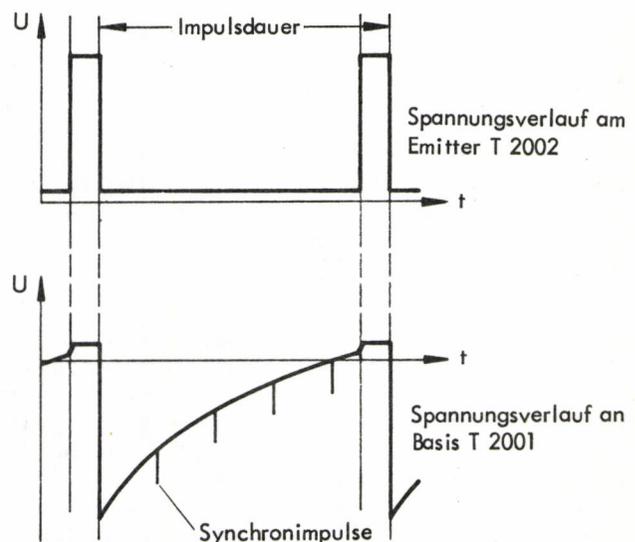


Bild 10-16

10. FUNKTIONSBESCHREIBUNG

Die Schaltung zur Erzeugung der 200 kHz besteht aus einem Monoflop mit 3 Transistoren T 2001 bis T 2003, welche von den 1-MHz-Impulsen synchronisiert wird und ein Teilverhältnis von 5 : 1 hat. Um das Monoflop synchronisieren zu können, muß seine Impulsdauer

$$t_i > (n - 1) \frac{1}{f_e} \quad \text{aber} \quad t_i < n \cdot \frac{1}{f_e}$$

sein (mit f_e = Eingangsfrequenz, n = Teilungsfaktor).

Der 100 : 1-IC-Teiler (IC 2001) wird über eine getrennte Trenn- und Impulsformerstufe (T 2005 bis T 2007) angesteuert. Die Trennstufe, die mit einem sinusförmigen 1-MHz-Signal angesteuert wird, ist als selektiver Differenzverstärker aufgebaut. Der Eingang dieser Stufe ist als Bootstrap-Schaltung ausgelegt (R 2030 und C 2031), um die notwendige Hochohmigkeit zu sichern. Die anschließende Impulsformerstufe (T 2007) setzt das verstärkte Signal auf MOS-Pegel um. Vom Ausgang des IC-Teilers gelangt das 10-kHz-Signal über R 2049 als Zeitbasis zum Zähler (21) und über R 2042 an eine weitere Trennstufe (T 2008 und T 2009), von wo aus es zum 2,11-MHz-Oszillator (19) geht. Der Ausgang Pkt. 1, über R 2048, ist ein Reserveausgang, vorbereitet für eine spätere Sonderausführung des SPM-60.

10.19. 24-MHz-Eichoszillator und Eichbegrenzer (22)

Der 24-MHz-Eichoszillator liefert das "Zeichensignal" für den Eichmischer (23). Seine Amplitudenkonstanz bestimmt die Konstanz der Pegeleichung des SPM-60. Dazu ist der große Schaltungsaufwand im Eichbegrenzer und dessen Stromregler nötig und gerechtfertigt.

Der Oszillator mit T 2206 ist ein LC-Oszillator in kapazitiver Dreipunktschaltung, dessen Frequenz über die Kapazitätsdiode GI 2207 durch einen Abtastphasenregler in der unter 10.1.3. beschriebenen Weise auf die interne 1-MHz-Normalfrequenz gerastet wird. Der Fangbereich der Schaltung ist ± 360 kHz.

Die durch GI 2208 auf ca. $1,2 V_{SS}$ begrenzte Oszillatorspannung wird durch den Differenzverstärker T 2204, T 2205 verstärkt und wieder begrenzt. Vom Kollektor T 2204 gelangt das Signal an den Abtaster. Der Kollektorzustand wird durch die Spule L 2201 gebildet, um an Pkt. f Gleichspannungspotential Null zu erhalten.

Der Impulsformer T 2201 arbeitet als Sperrschwinger. Die Suchoszillatorfrequenz beträgt ca. 40 Hz. R 2210, R 2211 und GI 2205 dienen zur Kompensation der Nichtlinearität der Kennlinie von GI 2207.

Vom Kollektor T 2205 gelangt die Oszillatorspannung auf den Eichbegrenzer T 2207, T 2208, der als Differenzverstärker geschaltet ist. Die Spannung am Verbindungspunkt R 2232, R 2233 ist ein Maß für seinen Summen-Emitterstrom. Durch Vergleich dieser Spannung mit der an P 2504 (diese Schaltungsteile befinden sich im Netzteil (25)) eingestellten Referenzspannung im Differenzverstärker T 2509, T 2509' werden die Basisspannungen des Eichbegrenzers über den Regelverstärker T 2511 so nachgeregelt, daß der Summen-Emitterstrom konstant bleibt. Dadurch wird der

konstante Strom des 24-MHz-Signals von Kollektor T 2208 in den Eichmischer erreicht (23). In den Stellungen - 100 dB und - 110 dB des Empfindlichkeitsschalters S 1001 wird der Eichpegel jeweils um 10 dB erniedrigt.

Dies erfolgt durch die Zuschaltung von zusätzlichen Widerständen in die gemeinsame Emitterzuleitung zum Eichbegrenzer in Serie zu den bereits vorhandenen Emitterwiderständen. Dadurch wird nicht nur der Emitterstrom sondern auch der Eichpegel reduziert. Die Funktion des Eichpegelregelkreises ist aus dem nachstehenden Prinzipschaltbild zu ersehen

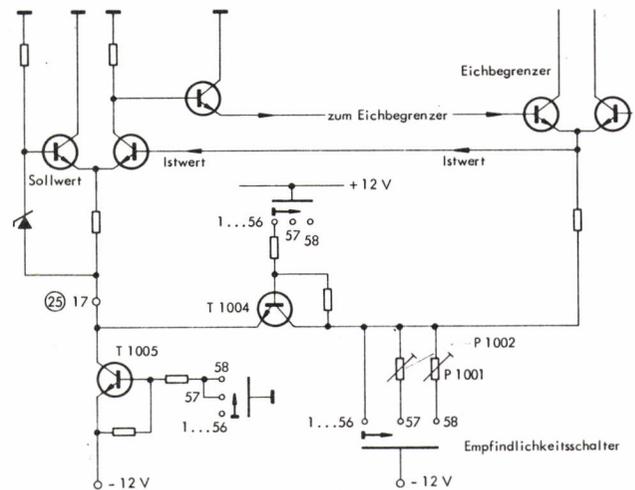


Bild 10-17

Um Störungen zu vermeiden, werden Oszillator, Vorbegrenzer, Eichbegrenzer und Regelverstärker durch Abschalten der Basisspannung von T 2510 während des Meßtaktes außer Betrieb genommen. (Diese Schaltungsteile befinden sich im Netzteil (25)).

Damit die tatsächliche Eichzeit nicht unnötig verkleinert wird, soll die Zeit vom Beginn des Eichtaktes bis zum Rasten der Oszillatorfrequenz auf genau 24 MHz kleiner als 15 ms sein.

10.20. Eichmischer und Trennstufe (23)

Der Eichmischer erzeugt durch Mischung des Trägersignals von (16) mit dem 24-MHz-Signal (22) die Eichspannung mit einem Pegel von - 30 dB, deren Frequenz immer gleich der Empfangsfrequenz ist.

Die Trägertrennstufen T 2307, T 2306 mit dem dazwischengeschalteten 50-MHz-Tiefpaß sollen vor allem verhindern, daß solche Spannungen aus dem Eichmischer rückwärts in den Mischer 1 (3) gelangen, und dort die 1. ZF ergeben könnten. Der anschließende Trägerbegrenzer, bestehend aus den hintereinandergeschalteten Differenzverstärkern T 2303, T 2305 und T 2302, T 2304 speist den Mischerübertrager Ü 2301 im Gegentakt.

Bei einer Empfangs- bzw. Eichfrequenz von 12 MHz kann die zugehörige Trägerfrequenz von 36 MHz mit der 1. Oberwelle des 24-MHz-Zeichens ebenfalls die 12-MHz-Ei ch-

10. FUNKTIONSBESCHREIBUNG

frequenz ergeben. Dies würde zu Eichfehlern bei dieser Frequenz führen. Die 48-MHz-Sperre L 2301, C 2302 unterdrückt deshalb die 1. Oberwelle. Dem Mischer ist ein 3-dB-Dämpfungsglied nachgeschaltet. Dadurch wird gewährleistet, daß der Eichmischer von Frequenzanteilen, die im Eingangsteil reflektiert werden, entkoppelt ist. Den eigentlichen Abschluß des Eichmischers bilden R 138 und L 102 im Eingangsteil.

10.21. Trennstufen für Fremdsteuerung ⁽²⁴⁾

Über diese Trennstufen werden die Steuersignale für den Synchronbetrieb des PS-60 an den Buchsen Bu 2401 und Bu 2402 zur Verfügung gestellt.

Das Trägerfrequenzsignal 24 bis 43 MHz gelangt über die Basisstufe T 2402 und den Anpassungsübertrager Ü 2401 an Bu 2401.

Die interne 1-MHz-Normalfrequenz gelangt über die Kollektorstufe T 2401 an Bu 2402. Aus Stromersparnisgründen bezieht diese Stufe ihren Emitterstrom aus dem PS-60. Um auch ohne PS-60 der Bu 2402 die Normalfrequenzspannung 1-MHz-entnehmen zu können, sind deshalb besondere Maßnahmen erforderlich.

10.22. Netzteil ⁽²⁵⁾

Das Netzteil stellt die für den Betrieb benötigten Spannungen zur Verfügung. Die 50-Hz-Netzspannung gelangt über Sicherung, Netzfilter, Spannungswähler zum Netztrafo Ü 2501, und nach der Umspannung und Gleichrichtung stehen 4 Gleichspannungen zur Verfügung. Diese werden dann, entsprechend den Anforderungen, in nachfolgenden IC-Normreglern geregelt, bzw. stabilisiert.

Über Normalregler werden die Spannungen +12 V, -12 V und +5 V in den IC's 1501, 2502 und 2503 mit den entsprechenden Leistungstransistoren T 2503, T 2505 und der Darlingtongstufe T 2508, T 2507 erzeugt.

Die zum Betrieb der Anzeigen des Zählers ⁽²¹⁾ benötigte Spannung von +200 V wird nur stabilisiert. Dazu dient die Z-Diode G1 2502 in Verbindung mit dem als Emitterfolger geschalteten Transistor T 2501.

Auf der Netzteilplatine ist weiterhin ein Teil des Eichpegelregelkreises untergebracht, bestehend aus den Transistoren T 2509, T 2509, T 2510 und T 2511 mit den zugehörigen Schaltelementen. Dieser Schaltungsteil ist ein Differenzverstärker (T 2509 und T 2509), der eine an Pkt. P anliegende Spannung mit einer Referenzspannung (gewonnen aus dem Referenzelement G1 2509, einstellbar mit P 2504) vergleicht und nach entsprechender Verstär-

kung ein Stellsignal über den Emitterfolger T 2511 an Pkt. N abgibt. Transistor T 2510 dient als Schalter, der nur im Eichtakt eingeschaltet wird. Die Funktion dieses Schaltungsteils im Zusammenspiel mit dem gesamten Eichregelkreis ist unter 10.19., Baugruppe ⁽²²⁾, ausführlich beschrieben.

10.23. Demodulatorzusatz ⁽²⁶⁾

Der Demodulatorzusatz dient dazu 10-kHz-Signale in die Originallage umzusetzen und damit wieder lesbar zu machen. Dazu wird in einem Mischer (IC 2602) die ZF mit einem Träger gemischt, der um einen bestimmten Betrag von der ZF abweicht. Die Größe der Frequenzablage ergibt sich aus der Form der Selektionskurve des Filters. Beim SPM-60 beträgt sie 1,35 kHz. Da die ZF-Signale im allgemeinen Einseitenbandsignale (SSB) sind, die in der Kehr- oder Regellage vorliegen, muß die Möglichkeit gegeben sein, sowohl Kehr- als auch Regellage demodulieren zu können. Aus diesem Grunde ist der Oszillator in seiner Frequenz umschaltbar.

Der Oszillator, der aus IC 2601, den Widerständen R 2601 bis R 2604, den Potentiometern P 2601 und P 2602 sowie dem Kondensator C 2601 besteht, arbeitet als astabiler Multivibrator sehr hoher Frequenzkonstanz. Seine Schwingfrequenz ist $ZF \pm 1,35 \text{ kHz} = 8,65 \text{ kHz}$ bzw. $11,35 \text{ kHz}$. Die rechteckförmige Ausgangsspannung von ca. $20 V_{SS}$ wird über R 2607 und G1 2601, G1 2602 auf ca. $1,2 V_{SS}$ begrenzt und auf den Trägereingang des IC-Mischers gegeben. Das ZF-Signal gelangt über die Trennstufe T 2601 an den Zeicheneingang. Die IC-Punkte 5, 10, 4 und 8 dienen nur der Arbeitspunkteinstellung des Mischers. An den Punkten 6 und 9 stehen die Mischprodukte zur Verfügung. Die beiden Außenwiderstände R 2618 und R 2620 bilden in Verbindung mit C 2608 einen Tiefpaß für das Nutzseitenband, Grenzfrequenz ca. 2 kHz. Über die beiden IC-Punkte 2 und 3 hat man Zugang zur Trägerkompensation und zur Einstellung der Mischverstärkung. Mit P 2603 wird der Träger symmetriert, R 2622 galvanisch getrennt über C 2611, legt bei durchgeschaltetem T 2602 die Verstärkung fest. Bei normalem Betrieb des SPM-60 wird jede Sekunde der Empfangszweig für 100 ms aufgetrennt und das Eichsignal eingespeist.

Das würde sich am Hörausgang als ein Ton von 1,35 kHz sehr störend bemerkbar machen. Während der Eichzeit wird deswegen die Mischverstärkung auf nahezu "Null" mit T 2602 abgesenkt, der Pfeifton also ausgeblendet. Das dazu verwendete Eichtaktsignal wird über T 2605, T 2604 und T 2603 an T 2602 angepaßt. Der Kondensator C 2612 ist für die langsame Auftastung vom T 2602 maßgebend, man erhält somit eine "Weichtastung" der Ausblendung.



Wandel u. Goltermann

7410 Reutlingen, Postfach 259, Telefon 07121/8441, Telex 0729-833 wug d