

Serviceanleitung



Pegelsender

PS-12

Frequenzbereich: symmetrisch und koaxial 200 Hz bis 6 MHz

Anschriften

Stammhaus

Mühleweg 5
D-7412 Eningen u. A. bei Reutlingen

Tel. (0 71 21) 8 91-1
Telex 07 29 833
C: Frequenz Reutlingen

Postanschrift:
Wandel & Goltermann
Postfach 45
D-7412 Eningen u. A.

Technische Büros

Düsseldorf

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

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

Hamburg

Wandel & Goltermann
Technisches Büro Hamburg
Brunsborg 21
D-2000 Hamburg 54

Tel. (0 40) 5 60 30 17
Telex 02 14 442

München

Wandel & Goltermann
Technisches Büro München
Valpichlerstraße 31
D-8000 München 21

Tel. (0 89) 58 13 43
Telex 05 212 916

Süd

Wandel & Goltermann
Technisches Büro Süd
Mühleweg 5
D-7412 Eningen u. A.

Tel. (0 71 21) 8 91-5 10
Telex 07 29 833

West-Berlin

Wandel & Goltermann
Technisches Büro Berlin
Leberstraße 63
D-1000 Berlin 62

Tel. (0 30) 7 81 20 21
Telex 01 85 544



PEGELSENDER PS-12
Frequenzbereich 200 Hz bis 6 MHz
Serviceanleitung 607 M...

1.9.78 Lu
0.25.7.79 2604 GN v. 2523

Änderungen vorbehalten
Printed in the Federal Republic of Germany

Wandel & Goltermann

**ELEKTRONISCHE
PRÄZISIONSMESSGERÄTE**

6.	VORBEMERKUNGEN ZUR SERVICEANLEITUNG	6-1
6.1.	Wichtige sicherheitstechnische Hinweise	6-1
6.1.1.	Öffnen des Geräts	6-1
6.1.2.	Sicherungen	6-1
6.1.3.	Reparatur, Ersatz von Teilen	6-1
6.1.4.	Prüfungen nach Reparatur und Wartung	6-1
6.2.	Abkürzungen, Symbole und Sonstiges	6-1
6.2.1.	Bauelemente-Schlüssel	6-1
6.2.2.	Bauelemente als Bedienungsorgane an Gerätefrontplatte und -rückwand	6-1
6.2.3.	Abkürzungen und Symbole	6-2
6.2.4.	Weitere wichtige Abkürzungen	6-6
6.2.5.	Baugruppenverbindungen	6-6
6.3.	Bestellung von Ersatzteilen	6-7
7.	HINWEISE ZUR FEHLERSUCHE UND REPARATUR	7-1
7.1.	Demontage des Geräts	7-1
7.1.1.	Ausbau des Geräts	7-1
7.1.2.	Klappchassis	7-1
7.1.3.	Entfernen der Wannendeckel.	7-1
7.1.4.	Ausbau gedruckter Schaltungen	7-1
7.1.5.	Entfernen eines Bedienungsknopfes	7-1
7.2.	Lage der Baugruppen und Testpunkte	7-1
7.3.	Fehlersuche	7-1
7.3.1.	Fehlermeldung durch die Frequenzanzeige	7-2
7.3.2.	Pegelpläne.	7-2
7.3.3.	Auftrennen des Pegelregelkreises	7-2
8.	NACHPRÜFEN WICHTIGER TECHNISCHER DATEN	8-1
8.1.	Frequenzanzeige	8-1
8.2.	Sendepiegel 0 dB/dBm, f = 10 kHz	8-1
8.2.1.	Sendepiegel 0 dB, f = 10 kHz	8-1
8.2.2.	Sendepiegel 0 dBm, f = 10 kHz	8-1
8.3.	Fehler der Sendepegelschalter	8-2
8.3.1.	Fehler der 10-dB-Dekade.	8-2
8.3.2.	Fehler der 1-dB-Dekade	8-2
8.3.3.	Fehler der 0,1-dB-Dekade	8-2

8.4.	Frequenzfehler 200 Hz bis 6 MHz	8-3
8.4.1.	Sendepiegel 0 dB, f = 200 Hz bis 6 MHz	8-3
8.4.2.	Sendepiegel - 10 dB, f = 200 Hz bis 6 MHz	8-3
8.4.3.	Frequenzgangfehler der symmetrischen Ausgänge	8-3
8.5.	Klirrdämpfung a_{k2}, a_{k3}	8-3
8.5.1.	Klirrdämpfung bei f = 200 Hz	8-3
8.5.2.	Klirrdämpfung bei f = 5 MHz	8-4
9.	ABGLEICHANWEISUNGEN	9-1
9.1.	Reflexionsfaktor	9-1
9.2.	Frequenzgang	9-1
9.3.	Verstärkung für $R_i = 0$	9-1
9.4.	Wandler-Netzteil	9-2
9.4.1.	Abgleich der Reglerausgangsspannung	9-2
9.4.2.	Abgleich der Netz-Anlaufschaltung	9-2
9.5.	Steueroszillator	9-3
9.6.	8-MHz-Quarzoszillator	9-3
9.7.	Sendepiegel	9-3
9.8.	Arbeitspunkt des Vorverstärkers	9-3
9.9.	Offsetspannungsabgleich des Differenzverstärkers IC 503	9-4
10.	FUNKTIONSBESCHREIBUNG	10-1
10.1.	Funktionsbeschreibung des Gesamtgerätes	10-1
10.1.1.	Allgemeine Beschreibung	10-1
10.1.2.	Arbeitsweise (siehe Blockschaltplan)	10-1
10.2.	Wandler-Netzteil ①	10-2
10.2.1.	Schaltungsprinzip	10-2
10.2.2.	Regler	10-2
10.2.3.	Wandler-Anlaufschaltung	10-3
10.2.4.	Batterie Anschluß	10-3
10.3.	Referenzoszillator ②	10-3
10.4.	6-MHz-Tiefpaß ③	10-4
10.5.	Vorverstärker ③	10-4
10.6.	Endverstärker ③	10-4
10.7.	Ausgangsschaltung ④	10-5
10.7.1.	10-dB-Teiler	10-5
10.8.	Gleichrichter, Differenzverstärker und Hilfsschaltungen ⑤	10-6
10.8.1.	Trennstufen vor den Gleichrichtern	10-6

10.8.2.	Gleichrichter	10-6
10.8.3.	Differenzverstärker IC 503	10-7
10.8.4.	Hilfsschaltungen	10-7
10.8.5.	Pegelaustastung	10-7
10.9.	8-MHZ-Oszillator, Teiler, Regelverstärker, 8-MHz-Tiefpaß (6)	10-8
10.9.1.	Quarzoszillator 8 MHz	10-8
10.9.2.	Teiler 2 : 1 und 400 : 1	10-8
10.9.3.	Regelverstärker	10-8
10.9.4.	Tiefpaß 8 MHz	10-9
10.10.	Mischer, Trägerbegrenzer, Trägerumschalter und Hilfsschaltungen (7)	10-9
10.10.1.	Mischer	10-9
10.10.2.	Trägerbegrenzer	10-10
10.10.3.	Trägerumschalter	10-10
10.11.	Steueroszillator (8)	10-10
10.12.	Anzeigeschaltung (17)	10-10
10.12.1.	Torschaltung und 4 : 1-Teiler	10-10
10.12.2.	Steuerteil und Zählerkette	10-11
10.13.	Batteriezusatz BAZ-2, BN 836	10-11
10.13.1.	Ladekontrolle	10-11
10.13.2.	Tiefentladeschutz	10-11
10.13.3.	Ladeschaltung	10-12

**6. VORBEMERKUNGEN ZUR
SERVICEANLEITUNG**

6. VORBEMERKUNGEN ZUR SERVICEANLEITUNG

6.1. Wichtige sicherheitstechnische Hinweise

Dieses Meßgerät hat das Werk in sicherheitstechnisch einwandfreiem Zustand verlassen. Zur Erhaltung dieses Zustandes und seines gefahrlosen Betriebs empfehlen wir, die nachfolgenden Hinweise sorgfältig zu beachten.

6.1.1. Öffnen des Gerätes

Beim Öffnen von Abdeckungen oder Entfernen von Teilen mit Werkzeug können spannungsführende Teile freigelegt werden; auch können Anschlußstellen spannungsführend sein.

Vor dem Öffnen muß das Gerät von allen Spannungsquellen getrennt sein.

Wenn danach eine Kalibrierung, Wartung oder Reparatur am geöffneten Gerät unter Spannung unvermeidlich ist, so darf das nur durch eine Fachkraft geschehen, welche die damit verbundenen Gefahren kennt.

Kondensatoren im Gerät können noch geladen sein, selbst wenn das Gerät von allen Spannungsquellen getrennt wurde; die Schaltbilder sind zu beachten.

6.1.2. Sicherungen

Es dürfen nur die vorgeschriebenen Sicherungen verwendet werden.

6.1.3. Reparatur, Ersatz von Teilen

Reparaturen sind fachgerecht durchzuführen. Dabei ist besonders darauf zu achten, daß die konstruktiven Merkmale des Geräts nicht sicherheitsmindernd verändert werden. Insbesondere dürfen die Kriech- und Luftstrecken und die Abstände durch die Isolierung nicht verkleinert werden.

Zum Ersatz nur Original-Teile verwenden. Andere Ersatzteile sind nur zulässig, wenn dadurch die sicherheitstechnischen Eigenschaften des Geräts nicht verschlechtert werden.

6.1.4. Prüfungen nach Reparatur und Wartung

Prüfung der Schutzleiterverbindung

Die ordnungsgemäße Verbindung und Beschaffenheit wird durch Besichtigen und durch Messen des Widerstandes zwischen dem Schutzleiteranschluß am Stecker und dem Gehäuse geprüft. Der Widerstand soll $< 0,5 \Omega$ sein. Während der Messung soll das Anschlußkabel bewegt werden. Widerstandsänderungen geben einen Hinweis auf Beschädigungen.

Prüfen des Isolationswiderstandes

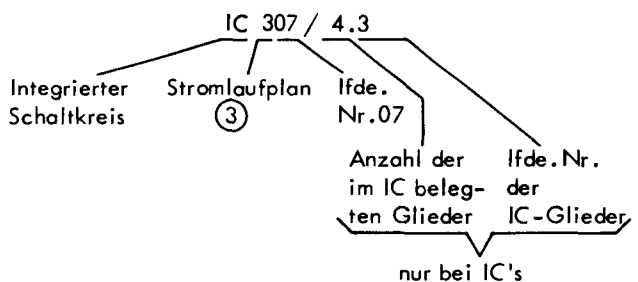
Den Isolationswiderstand bei 500 V - zwischen den Netzanschlüssen und dem Schutzleiteranschluß messen. Den Netzschalter des Geräts hierzu in Stellung "Ein" bringen. Der Isolationswiderstand soll $> 2 M\Omega$ sein.

6.2. Abkürzungen, Symbole und sonstiges

6.2.1. Bauelemente-Schlüssel

Die einzelnen Baugruppen bzw. Schaltbilder sind durch eine individuelle Nummer gekennzeichnet, z. B. ⑦. Deshalb beginnen die Positionsnummern aller in dieser Baugruppe vorkommenden Bauelemente mit der Ziffer 7.

Die beiden folgenden Ziffern numerieren die Bauelemente fortlaufend, z. B. 06 für Kondensator C 706 oder 11 für Widerstand R 711. Der vorgesetzte Buchstabe bezeichnet die Art des Bauelements (siehe Abschnitt 6.2.3.1.).



Der einzelne Anschluß (Pin) eines IC-Bausteins wird bezeichnet durch die Pin-Nr. hinter der IC-Positionsnummer, z.B. IC 307-6.

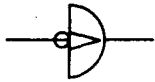
Digitale Schaltsymbole, z. B. Verzögerungsglieder mit der Bezeichnung DG (Digitale Grundsaltung) führen, wenn sie mehrfach innerhalb einer Schaltung vorkommen, einen weiteren Kleinbuchstaben - z. B. a - im Symbol des Stromlaufplans. Allen konkreten Bauelementen dieser digitalen Schaltung ist in der Bestückungszeichnung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

6.2.2. Bauelemente als Bedienungsorgane an Gerätefrontplatte und -rückwand

Abweichend von Abschnitt 6.2.1. werden in der Serviceanleitung Bauelemente, die gleichzeitig als Bedienungsorgan des Geräts dienen - Schalter, Potentiometer, Drucktasten, Buchsen - zusammen mit ihrem auf Frontplatte und Rückwand aufgedruckten Kurzzeichen angegeben, z. B. [37] S 1402: Schalter für die ZF-Umschaltung.

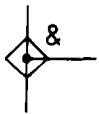
Das ermöglicht zum einen das schnelle Auffinden des

6. VORBEMERKUNGEN ZUR SERVICEANLEITUNG



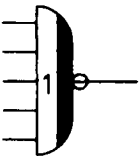
Schaltung, die eine H/L-Flanke in einen H-L-H-Nadelimpuls verwandelt.

UND-Verknüpfungen durch Verdrahtung ("wired-AND")



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

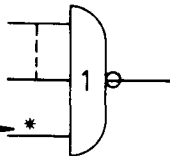
NOR-Gatter mit sogenanntem "Power"-Ausgang



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

Erweiterung der Eingangsschaltung durch einen sogenannten "Expander"-Eingang

Beispiel :



Expander-Eingang → *

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

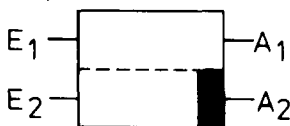
6.2.3.2.3. Kippschaltungen mit Speicherverhalten

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 H-Zustand einnimmt, durch einen schwarzen Balken.



Statische Eingangssignale (Erklärung und Beispiele)

Wechselt am Eingang E_1 das Signal von L auf H, so kippt das FF unabhängig von der Steilheit des L-H-Übergangs in die Lage, die durch einen H-Zustand am Ausgang A_1 gekennzeichnet ist. Der Ausgang A_2 befindet sich dann zwangsläufig im L-Zustand.

Wechselt das Signal am Eingang E_1 von H nach L, so verharret das FF in der vorher eingenommenen Lage. Erst wenn am Eingang E_2 das Signal sich von L auf H ändert, kippt das FF in die zweite stabile Lage, die durch einen H-Zustand am Ausgang A_2 gekennzeichnet ist. (Hier als Grundstellung angenommen).

Am Ausgang A_1 liegt dann zwangsläufig ein L-Zustand. Diese Lage behält das FF auch dann bei, wenn sich das Signal am Eingang E_2 von H nach L ändert.

Im allgemeinen ist es nicht zulässig, den Eingängen E_1 und E_2 gleichzeitig ein Signal mit L-H-Übergängen zuzuführen.

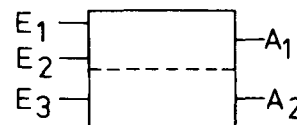
E_1	E_2	A_1	A_2
H	L	H	L
L	L	H	L
L	H	L	H
L	L	L	H
H	L	H	L
H	H		

Kein FF-Verhalten

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

Das bedeutet:

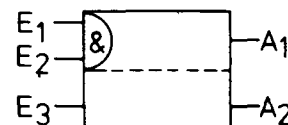
Das Flipflop kippt beim Übergang eines Signals von L nach H am Eingang E_1 oder E_2 oder an beiden in die Lage, die durch einen H-Zustand am Ausgang A_1 gekennzeichnet ist.



Im folgenden Beispiel sind die Eingänge E_1 und E_2 konjunktiv verknüpft (UND-Verknüpfung).

Das bedeutet :

Das Flipflop kippt erst dann, wenn beide Eingänge E_1 und E_2 gleichzeitig den H-Zustand einnehmen.

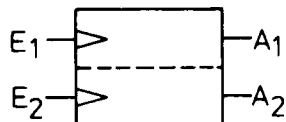


Beispiele mit dynamischen Eingangssignalen

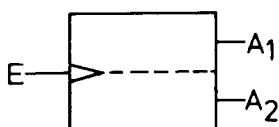
Untenstehendes Flipflop hat 2 dynamische Eingänge E_1 und E_2 . Eine L/H-Flanke an E_1 kippt das Flipflop in die

6. VORBEMERKUNGEN ZUR SERVICEANLEITUNG

Lage, die durch einen H-Zustand am Ausgang A_1 gekennzeichnet ist. In gleicher Weise kippt eine L/H-Flanke an E_2 das Flipflop in die Lage, die durch einen H-Zustand am Ausgang A_2 gekennzeichnet ist.

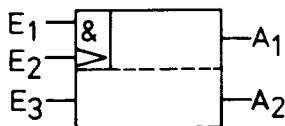


Befindet sich das Zeichen \triangleright (bzw. \triangleleft) an der Trennlinie beider Felder, so kippt das Flipflop bei jeder L/H- (bzw. H/L-) Flanke, wobei wechselweise A_1 und A_2 durch H (bzw. L) gekennzeichnet sind.

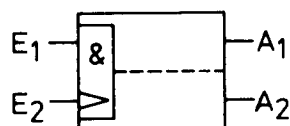


Flipflop mit Vorbereitung

Eine L/H-Flanke am dynamischen Eingang E_2 ist nur dann wirksam, wenn sich gleichzeitig der Vorbereitungseingang E_1 im H-Zustand befindet. In diesem Falle kippt das Flipflop in die Lage, die durch einen H-Zustand am Ausgang A_1 gekennzeichnet ist. E_3 ist ein statischer Eingang.

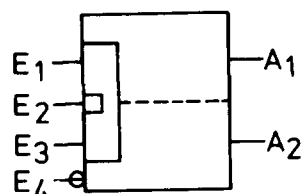


Im folgenden Schaltzeichen wirkt der dynamische Eingang mit Vorbereitung auf beide Felder, d.h. jede L/H-Flanke am Eingang E_2 kippt das Flipflop, wenn gleichzeitig am Eingang E_1 ein H-Zustand besteht.



Flipflops aus integrierten Schaltungen

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



t_n		t_{n+1}
J	K	Q
L	L	Q_n
L	H	L
H	L	H
H	H	\bar{Q}_n

t_n = Zeitpunkt vor dem Taktimpuls

$J = E_1$

t_{n+1} = Zeitpunkt nach dem Taktimpuls

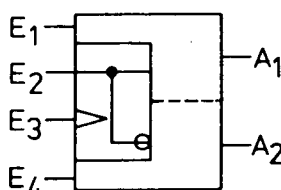
$K = E_3$

$Q = A_1 = \bar{A}_2$

E_2 = Takteingang

E_4 = asynchroner Reset-Eingang (unabhängig von E_2)
L-Potential an E_4 bringt Q auf L-Signal

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



t_n		t_{n+1}
E_2	A_1	A_2
L	L	H
H	H	L

FF mit vorbereitendem Eingang E_2 und einem übergeordneten auslösenden Eingang E_3

E_1 und E_4 sind direkt auf die Ausgänge wirksam.

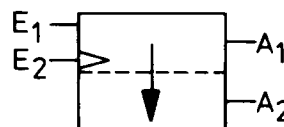
Monoflops

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.

Beispiel :

Im folgenden Monoflop kippt ein H-Zustand am statischen Eingang E_1 oder eine L/H-Flanke am dynamischen Eingang E_2 die Schaltung aus der Ruhelage in die quasistabile Arbeitslage (H-Zustand am Ausgang A_1).

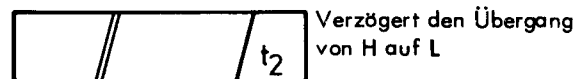
Nach der Rückkippzeit t_R , deren Dauer durch ein internes RC-Glied bestimmt ist, kippt das Monoflop in die Ruhelage zurück.



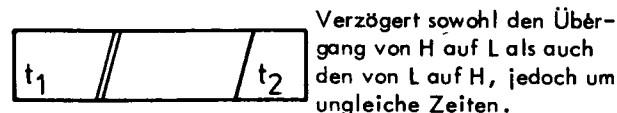
6.2.3.2.4. Verzögerungsglieder



Verzögert den Übergang von L auf H



Verzögert den Übergang von H auf L



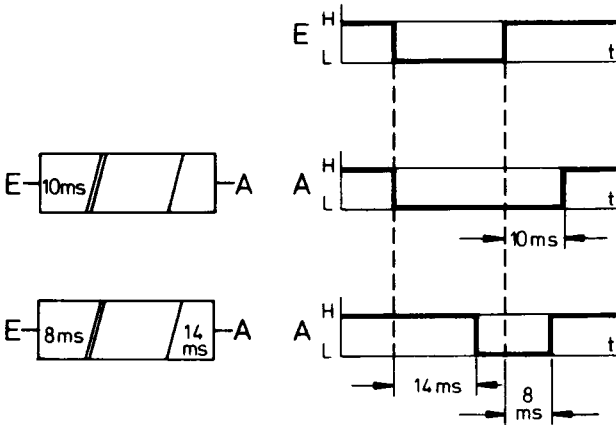
Verzögert sowohl den Übergang von H auf L als auch den von L auf H, jedoch um ungleiche Zeiten.

6. VORBEMERKUNGEN ZUR SERVICEANLEITUNG

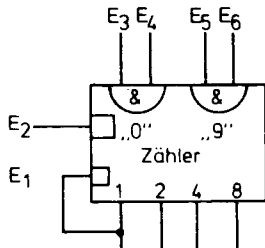


Der Doppelschrägstrich kennzeichnet die Eingangsseite.
Die Verzögerungszeit kann in Zeiteinheiten, z.B. in ms oder μ s eingetragen werden.

Anwendungsbeispiele :



6.2.3.2.5. 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.

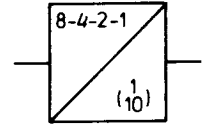
Bedingung zum Stellen auf Ziffer 9 :
E₅ und E₆ auf H-Zustand, E₃ oder E₄ oder beide in L-Zustand

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

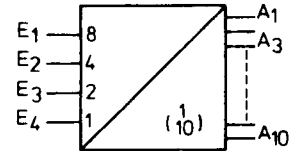
Ziffer	Ausgänge			
	1	2	4	8
0	L	L	L	L
1	H	L	L	L
2	L	H	L	L
3	H	H	L	L
4	L	L	H	L
5	H	L	H	L
6	L	H	H	L
7	H	H	H	L
8	L	L	L	H
9	H	L	L	H

6.2.3.2.6. Code-Umsetzer als integrierte Schaltung

Vereinfachte Darstellung (Beispiel)



Darstellung mit den einzelnen Ein- und Ausgängen

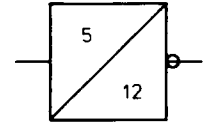
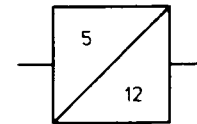


Umsetzung des BCD-Codes 8-4-2-1 in den 1-aus-10-Code

6.2.3.2.7. 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

6.2.4. Weitere wichtige Abkürzungen

⊙ = Baugruppe ⊙ = Schaltbild ⊙

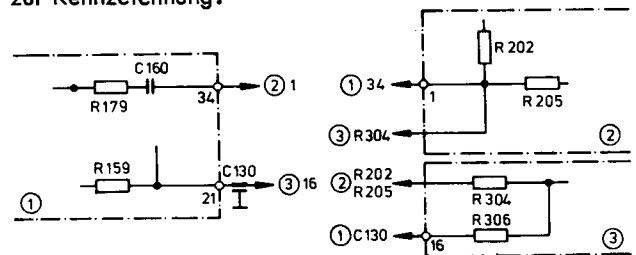
697-L = Leiterplatte L

Pkt. 6 = Anschlußpunkt 6

TP 303 = Testpunkt 303 (in Baugruppe ⊙)

6.2.5. Baugruppenverbindungen

Da die Schaltbilder im Anhang für jede Baugruppe getrennt gezeichnet sind, müssen alle Zuleitungen zu anderen Baugruppen deutlich erkennbar sein. Die nachstehende Skizze erläutert das hier angewandte Verfahren zur Kennzeichnung.



6. VORBEMERKUNGEN ZUR SERVICEANLEITUNG

Meßgerät	Empf. Typ	Hersteller	in Abschnitt
Pegelmeßplatz	PSM-5	W&G	7.3., 8.5., 8.6.
Anzeigedehner für PM-5	AZD-1	W&G	9.3.
Tastkopf	TK-8	W&G	7.3., 8.5., 8.6.
Frequenzzähler	FZ-4	W&G	8.1., 9.5., 9.6.
Eichpegelmesser mit Zubehör	EPM-1	W&G	8.2., 9.2.
Tastkopf	TK-10	W&G	
Dämpfungsglied	DG 9, 03 dB	W&G	8.2., 9.2.
Symm. Tastkopf	TKS-10	W&G	8.2.
Meßkopfadapter	TKSA-150	W&G	8.2.
Meßkopfadapter	TKSA-600	W&G	8.2.
Eichadapter	TKSE-150	W&G	8.2.
Eichadapter	TKSE-600	W&G	8.2.
Eichleitung 75 Ω 0 bis 80 dB	3 D 120	Siemens	8.3.
Sel. Pegelmesser	SPM-12	W&G	8.4.
Sel. Pegelmesser	SPM-11	W&G	8.5.
Reflexionsmeßzu- satz	RFZ-5	W&G	8.6.
Oszilloskop	475	Tektronix	9.4.
Vielfachmeß- instrument	UM	AEG	9.4.
Digitalvoltmeter	8000 A	Fluke	9.3., 9.8., 9.9.

Tabelle 6-1 Meßmittel

6.3. 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 Positonsnummer des Bauelements anzugeben, z.B.

BN 607 Nr. 524 098 G/T 711

Die Bestell- und Gerätenummer ist dem weißen Typenschild an der Geräterückseite zu entnehmen.

Die Bezeichnung von Ersatz-Leiterplatten läßt sich den Stromlaufplänen im Anhang entnehmen. Sie besteht aus einer umrahmten Ziffern-Buchstaben-Kombination, z.B. 607 - A3. Für eine Bestellung lautet die vollständige Bezeichnung z.B.

BN 607 Nr. 524 098 G/ 607-A3

**7. HINWEISE ZUR FEHLERSUCHE
UND REPARATUR**

7. HINWEISE ZUR FEHLERSUCHE UND REPARATUR

Vorsicht:

- Das Wandler-Netzteil des PS-12 ist nicht kurzschlußfest und darf nicht ohne Last arbeiten. Deshalb ist bei getrennter Prüfung des Wandlers eine Ersatzlast nach Bild 7-1 anzuschließen.

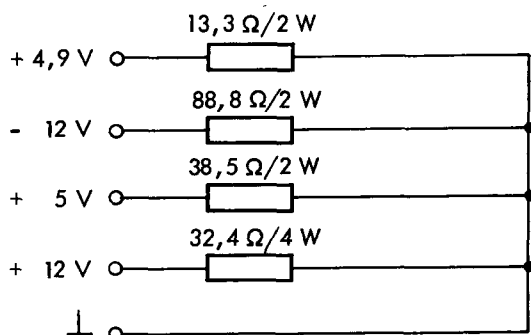


Bild 7-1 Ersatzlast für Wandlernetzteil

- Das geöffnete Gerät sollte nur mit einer Gleichspannung von maximal 15 V mit Strombegrenzung (5 A) betrieben werden.

7.1. Demontage des Geräts

Achtung: Vor dem Öffnen des Gerätes ist der Netzstecker zu ziehen.

7.1.1. Ausbau des Gerätes aus dem Gehäuse

Der Deckel des Aluminium-Druckgußgehäuses kann nach Entfernen der 6 Innensechskantschrauben (Schlüssel an der Geräterückseite) abgenommen werden. Danach läßt sich das komplette Chassis samt Frontplatte und Rückwand nach oben herausheben.

7.1.2. Klappchassis

Auf dem Klappchassis ist die Baugruppe ① (Wandler-Netzteil ohne Netztrafo und Netzsieb) montiert. Nach Lösen von 2 Kreuzschlitzschrauben (siehe Bild 7-3) läßt sich das Chassis nach hinten umklappen; die Baugruppen ③, ⑤ und ⑰ sind jetzt zugänglich.

7.1.3. Entfernen der Wannendeckel

Die Blechdeckel lassen sich nach Lösen der Schrauben abnehmen. Die Deckel der Kunststoffwannen können mit einem Haken, der im vorgesehenen Schlitz einzusetzen ist, bzw. mit der dafür angebrachten Schleife abgezogen werden.

7.1.4. Ausbau gedruckter Schaltungen

Nach Ablöten der Anschlußdrähte und Herausdrehen der Befestigungsschrauben kann die Platine nach oben herausgenommen werden. Übereinanderliegende Platinen sind mit "Subminax"-Verbindungen gesteckt. Beim Abziehen und Wiederaufsetzen der oberen Platine ist darauf zu achten, daß die Verbindungsstifte nicht verbogen werden.

Die meisten Platinen haben Masseverbindung über Kontaktstreifen. Beim Wiedereinbau solcher Platinen ist ein einwandfreier Kontakt zum Chassisblech herzustellen.

7.1.5. Entfernen eines Bedienungsknopfes

Der Knopfdeckel ist abzuziehen (z.B. mit einem Messer); danach kann die Mutter bzw. Schraube in der Knopfmittle gelöst werden (mit 6kant-Steckschlüssel 10 und 12 mm bzw. Schraubenzieher) und der Knopf läßt sich von der Achse abziehen. Sollte sich der Klemmkonus des Knopfes nicht von selbst lockern, ist leicht gegen die gelöste Mutter bzw. Schraube zu klopfen.

Achtung: Bei der Montage des Bedienungsknopfes für P 202 (Pegelfeineinstellung) muß bei Rechtsanschlag des Potentiometers die Anschlagmarkierung der Skalenscheibe mit der Markierung auf der Frontplatte übereinstimmen!

7.2. Lage der Baugruppen und Testpunkte

Die Bilder 7-2 bis 7-4 zeigen Geräteober- und Unterseite ohne Wannendeckel.

Bezeichnet sind die Baugruppen sowie alle Testpunkte und Abgleichelemente, die im Rahmen von Servicearbeiten benötigt werden.

In den Bildern 7-2 bis 7-4 ist ein Gerät der Serie G dargestellt, deshalb sind alle von Serie G abweichenden Testpunkte bzw. Abgleichelemente gestrichelt eingezeichnet.

7.3. Fehlersuche

Die folgenden Angaben erleichtern das Auffinden von Funktionsfehlern, nicht von Toleranzfehlern. Unter Toleranzfehler wird eine Überschreitung der garantierten Fehlergrenzen verstanden, ohne daß eine Gerätefunktion nennenswert gestört wird.

7. HINWEISE ZUR FEHLERSUCHE UND REPARATUR

7.3.1. Fehlermeldung durch die Frequenzanzeige

Wenn der Trägerumschalter (7) auf Fremdsteuerung umschaltet, erlischt die Frequenzanzeige. Nur der Dezimalpunkt der niederwertigen Stelle (ganz rechts) leuchtet auf und signalisiert, daß der PS-12 eingeschaltet ist.

Die Frequenzanzeige blinkt,

- wenn die Regelspannung des internen Pegelregelkreises eine obere Grenze überschreitet.
- wenn der Sollwert (Referenzoszillatorsignal) eine untere Grenze unterschreitet (d.h. kein Sollwertsignal, z.B. kein Bezugswiderstand bei Leistungspegel gewählt).

Die Frequenzanzeige kann auch dann blinken, wenn der Trägerumschalter auf Fremdsteuerung umgeschaltet hat, s. oben.

Die Frequenzanzeige zeigt unabhängig von der Ausgangsfrequenz 2000,0 oder 2000,1 kHz an, wenn der Zähler (17) kein Trägersignal (8 bis 12,5 MHz) erhält.

Die Frequenzanzeige kann nicht auf Trägerfrequenzänderungen reagieren, wenn der Zähler (17) kein 10-kHz-Zeitbasissignal (aus (6)) erhält. Fehlt das Zeitbasissignal schon beim Einschalten des Gerätes, können beliebige Segmente der Frequenzanzeige leuchten (z.B. auch Buchstaben).

7.3.2. Pegelpläne

Die Pegelangaben in den Bildern 7-5 und 7-6 gelten für Messungen mit einem PM-5 mit Tastkopf TK-8.

Bei hochohmigen Meßprodukten ist die Belastung durch den Tastkopf in der Pegelangabe schon berücksichtigt.

7.3.3. Auftrennen des Pegelregelkreises

Zum Einspeisen folgender Signale kann der Regelkreis aufgetrennt werden :

- externe Stellspannung für den Regelverstärker

An den Stecklötlösen (6) Pkt.6 oder (5) Pkt.6 wird der Draht abgelötet und eine Gleichspannung 0...+9,5V eingespeist. Diese muß konstant und sehr genau einstellbar sein (10 k Ω Helipot-Spannungsteiler).

- externes 8-MHz-Zeichensignal

Im Regelverstärker wird die Brücke f-g (6) gezogen und in St 601 im 8-MHz-Tiefpaß ein 8-MHz-Zeichensignal eingespeist. Der Innenwiderstand des Senders muß 150 Ω , der Zeichenpegel <10 dB sein.

- externes Mischerausgangssignal

Die Kabelverbindung Mischer/4, 5-MHz-Tiefpaß (Bu 703/St 301) ist zu trennen und das Signal in St 301 einzuspeisen. Die Signalquelle darf keinen Gleichstromdurchgang haben, und die Eingangsimpedanz soll 600 Ω betragen.

- externes Sollwertsignal

Das Referenzsignal kann innerhalb des Gleichrichters leicht durch Stecken der Brücke t-u kurzgeschlossen werden. Ein externes Sollwertsignal wird an St 502 in den Gleichrichter eingespeist.

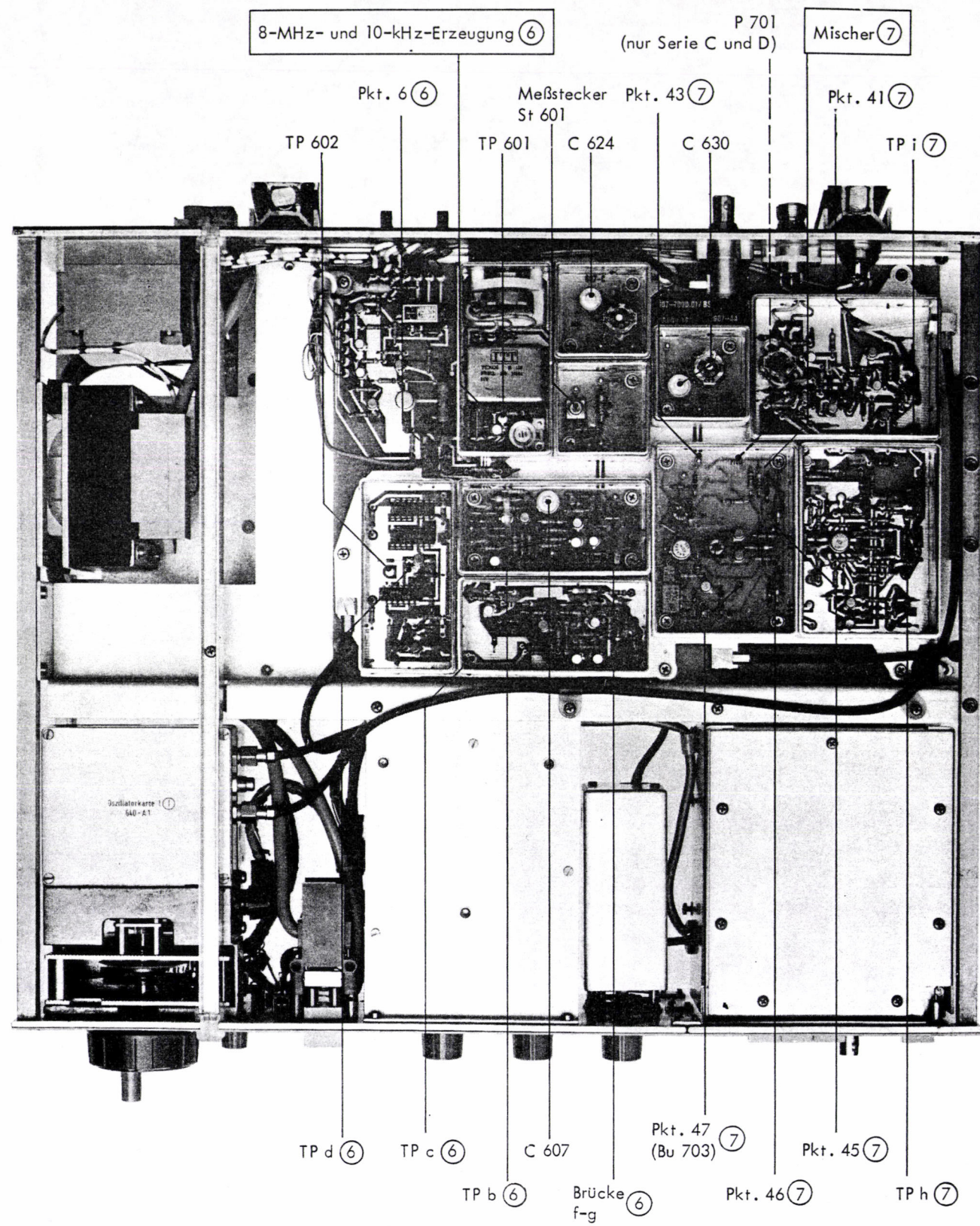


Bild 7-2 Gerät von unten

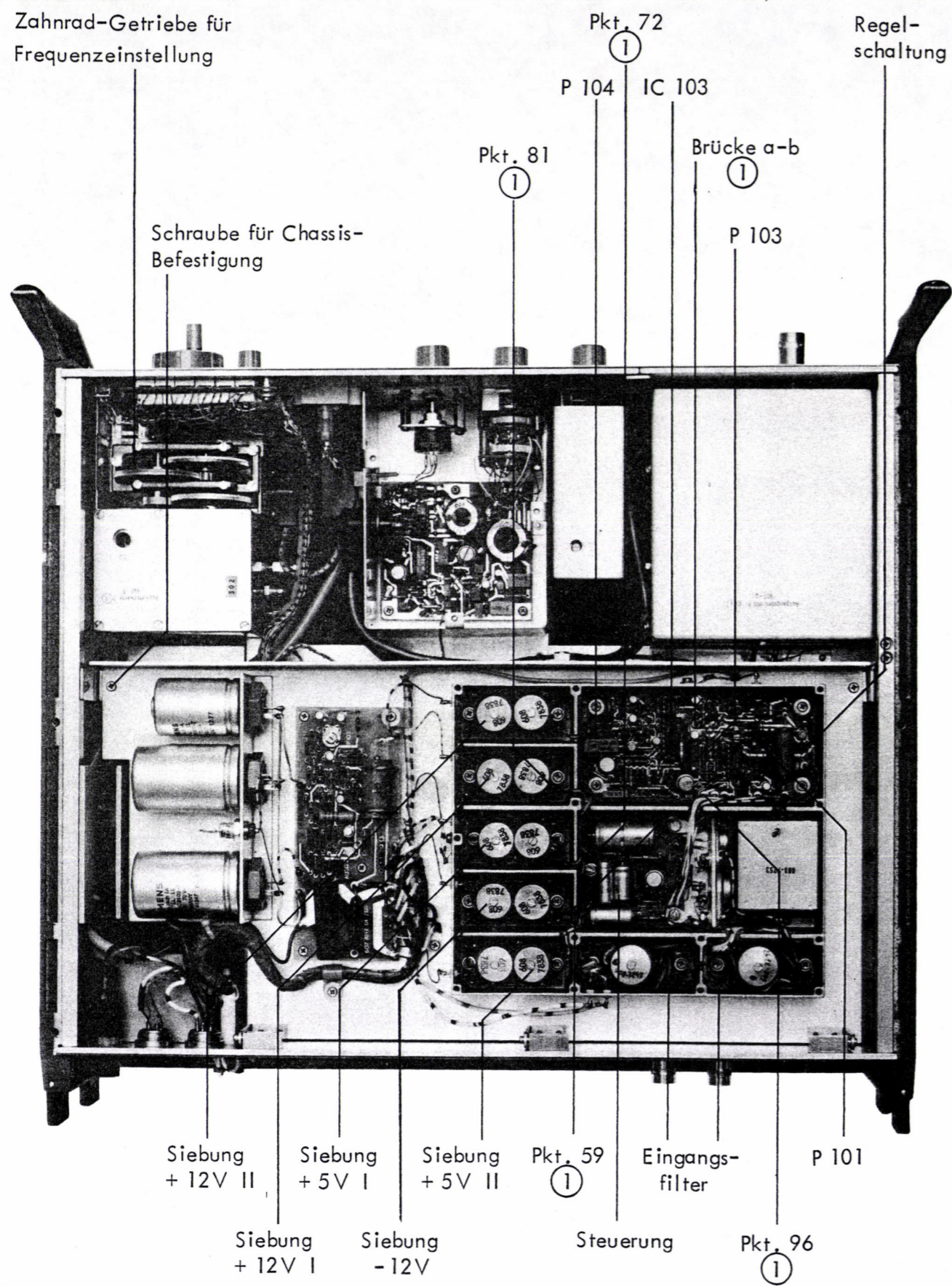


Bild 7-3 Gerät von oben, Netzwan-dler-Chassis festgeschraubt

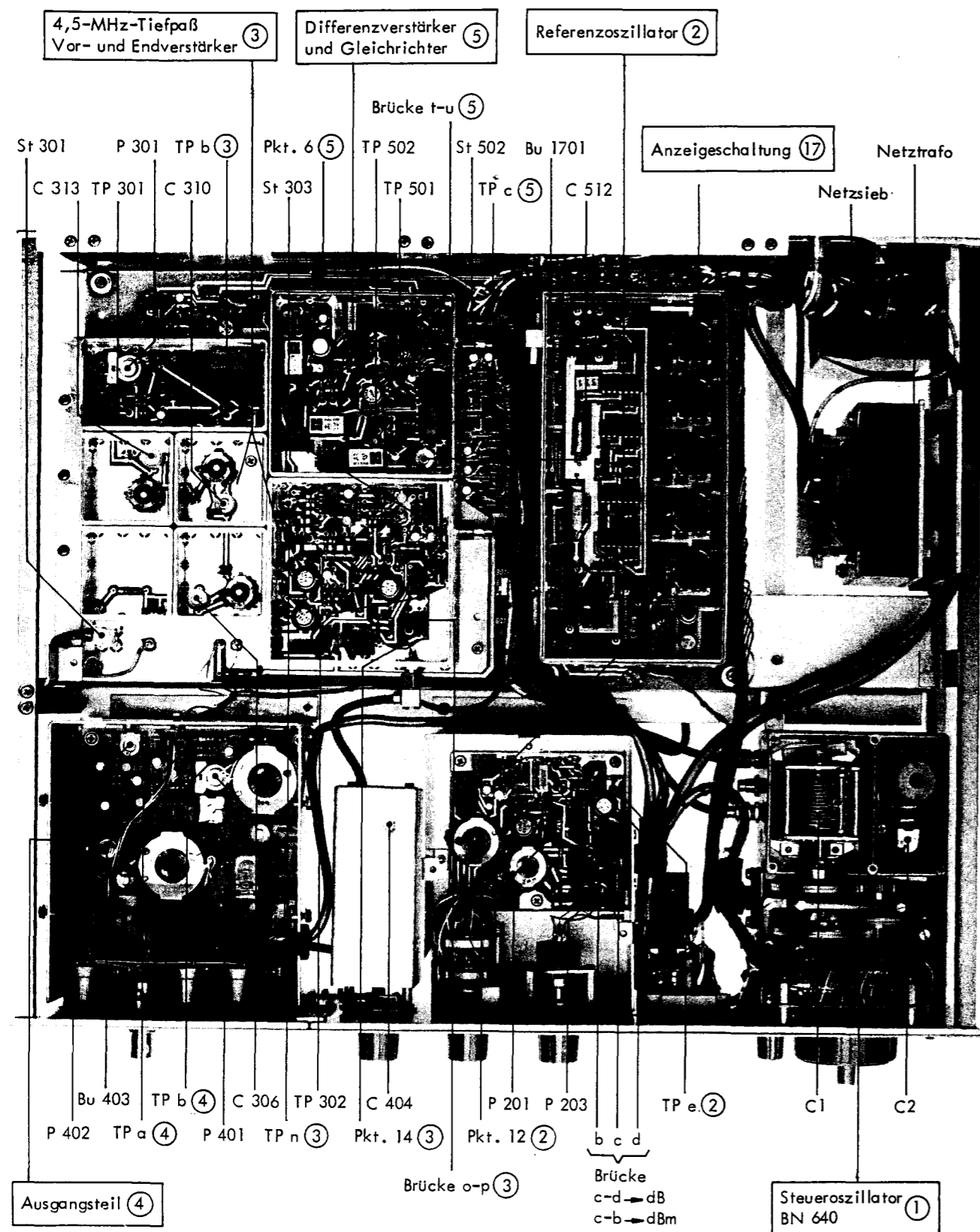
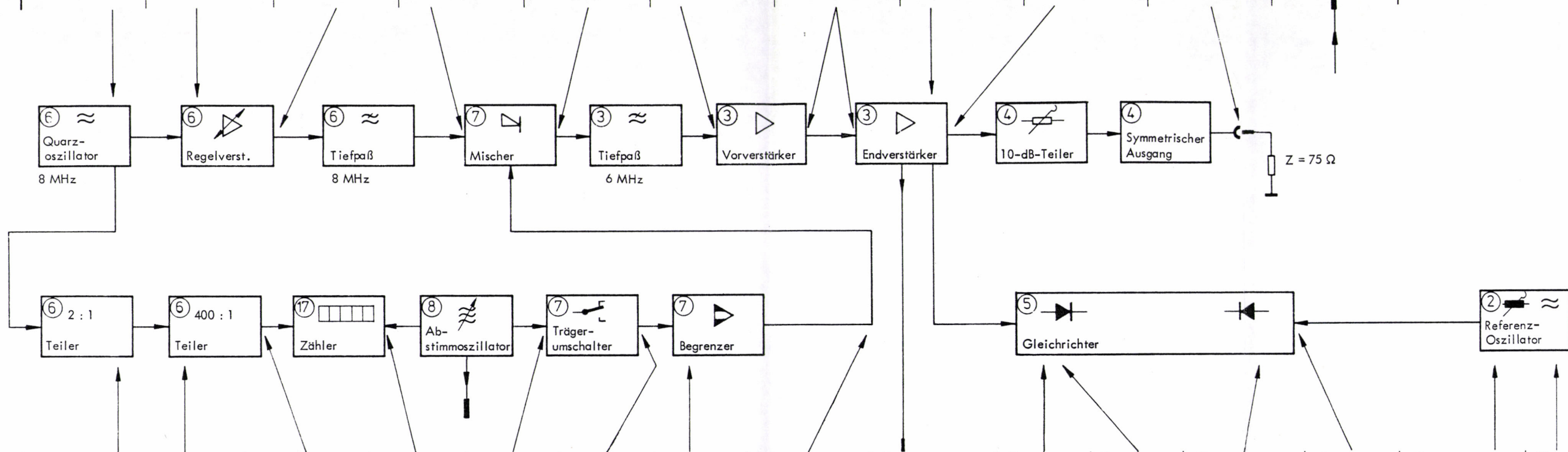


Bild 7-4 Gerät von oben, Netzwan- dler-Chassis zurückgeklappt

Meßpunkt	⑥ TP 601	⑥ TP b	⑥ Brücke f-g	⑦ Pkt. 43	⑦ Pkt. 47	③ TP 301	③ TP b bzw. TP n	③ TP 302	③ Pkt. 14 (St 302)	④ Bu 403	BN 640, St 2
Pegel	- 12,0 dB	- 19,3 dB	- 16,6 dB	- 22,4 dB	- 30,7 dB	- 30,7 dB	- 7,6 dB	+ 6 dB	0 dB	0 dB	-1,5 dB
Frequenz	8 MHz	8 MHz	8 MHz	8 MHz	20 kHz	20 kHz	20 kHz	20 kHz	20 kHz	20 kHz	8,02 MHz
Bemerkungen		mit P 602 einzustellen									ohne Abschlußwiderstand



Meßpunkt	⑥ TP c	⑥ TP d	⑥ TP 602	⑰ Bu 1701	⑦ Pkt. 41	⑦ TP i	⑦ TP h	⑦ Pkt. 45 bzw. 46	③ St 303	⑤ TPc	⑤ TP 502	⑤ TP 501	⑤ St 502	② TP e	② Pkt. 12
Pegel	- 4,6 dB	+ 10 dB	- 14 dB	+ 2,5 dB	- 7,5 dB	- 11,5 dB	- 8 dB	- 10,9 dB	- 3,8 dB	0 dB	- 0,2 dB	- 0,2 dB	0 dB	+ 0,2 dB	+ 0,2 dB
Frequenz	4 MHz	4 MHz	10 kHz	8,02 MHz	8,02 MHz	8,02 MHz	8,02 MHz	8,02 MHz	20 kHz	20 kHz	20 kHz	10 kHz	10 kHz	10 kHz	10 kHz
Bemerkungen	keine Sinusspannung	Impulse, TK-8 übersteuert	Impulse, Meßpkt. hochohmig-Signal, bedämpft → Zähler bleibt stehen	Impulse				Rechteckspannung	Ausgang II (Rückseite) ohne Abschlußwiderstand					Pegel unabhängig von P 202	kein Pegel, wenn "dBm" und kein Bezugswiderstand gewählt

Meßbedingungen:

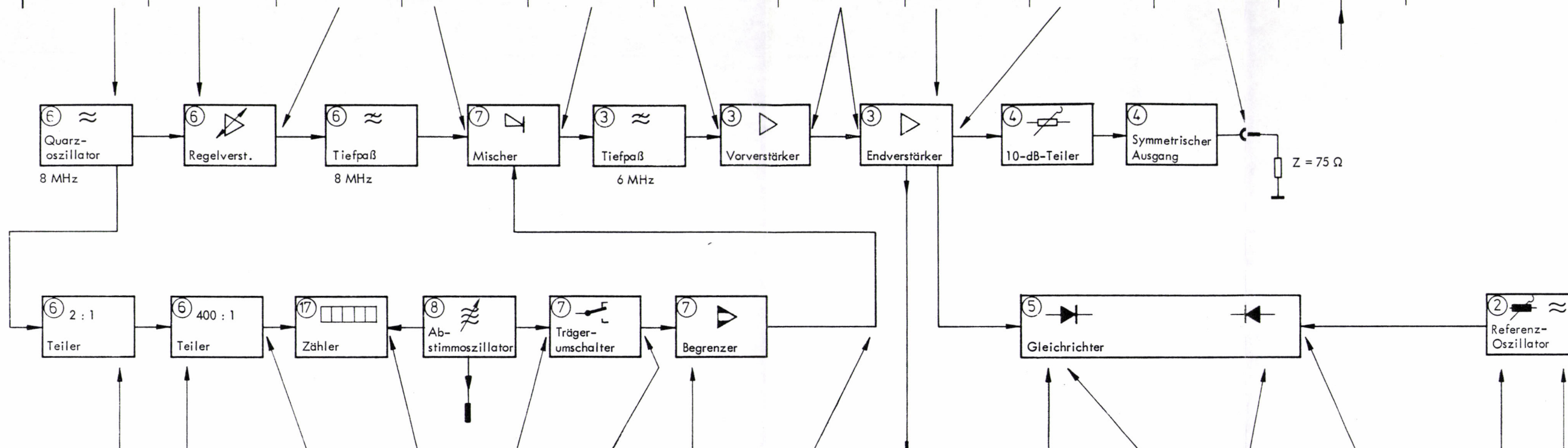
Pegel mit selektivem Pegelmessgerät und Tastkopf $\geq 10 \text{ k}\Omega \parallel 7 \text{ pF}$ gemessen, z.B. PM-5 mit TK-8 von Wandel & Goltermann

Senderausgang abgeschlossen mit $Z = 75 \Omega$

Sendepegel auf 0,0 dB eingestellt, Sendefrequenz 20 kHz, Pegelregelkreis geschlossen.

Bild 7-5 Pegelplan I, Sendefrequenz 20 kHz

Meßpunkt	⑥ TP 601	⑥ TP b	⑥ Brücke f-g	⑦ Pkt. 43	⑦ Pkt. 47	③ TP 301	③ TP b bzw. TP n	③ TP 302	③ Pkt. 14 (St 302)	④ Bu 403	BN 640, St 2
Pegel	- 12,0 dB	- 19,3 dB	-15 dB	-20,8 dB	-30,4 dB	-30,4 dB	-7 dB	+ 6 dB	0 dB	0 dB	-0,2 dB
Frequenz	8 MHz	8 MHz	8 MHz	8 MHz	4,5 MHz	4,5 MHz	4,5 MHz	4,5 MHz	4,5 MHz	4,5 MHz	12,5 MHz
Bemerkungen		mit P 602 einzustellen									ohne Abschlußwiderstand



Meßpunkt	⑥ TP c	⑥ TP d	⑥ TP 602	①⑦ Bu 1701	⑦ Pkt. 41	⑦ TP i	⑦ TP h	⑦ Pkt. 45 bzw. 46	③ St 303	⑤ TPc	⑤ TP 502	⑤ TP 501	⑤ St 502	② TP e	② Pkt. 12
Pegel	- 4,6 dB	+ 10 dB	- 14 dB	+0,8 dB	-6,4 dB	-9,7 dB	-9,5 dB	-11,4 dB	-4 dB	0 dB	- 0,2 dB	- 0,2 dB	0 dB	0 dB	0 dB
Frequenz	4 MHz	4 MHz	10 kHz	12,5 MHz	12,5 MHz	12,5 MHz	12,5 MHz	12,5 MHz	4,5 MHz	4,5 MHz	4,5 MHz	10 kHz	10 kHz	10 kHz	10 kHz
Bemerkungen	keine Sinusspannung	Impulse, TK-8 übersteuert	Impulse, Meßpkt. hochohmig → Signal, bedämpft → Zähler bleibt stehen	Impulse				Rechteckspannung	Ausgang II (Rückseite) ohne Abschlußwiderstand			kein Pegel bei Senderaustattung		Pegel unabhängig von P 202	kein Pegel, wenn "dBm" und kein Bezugswiderstand gewählt

Meßbedingungen :

Pegel mit selektivem Pegelmessgerät und Tastkopf $\geq 10 \text{ k}\Omega \parallel \leq 7 \text{ pF}$ gemessen, z. B. PM-5 mit TK-8 von Wandel & Goltermann

Senderausgang abgeschlossen mit $Z = 75 \Omega$

Sendepegel auf 0,0 dB eingestellt, Sendefrequenz 4,5 MHz, Pegelregelkreis geschlossen.

Bild 7-6 Pegelplan II, Sendefrequenz 4,5 MHz

**8. NACHPRÜFEN WICHTIGER
TECHNISCHER DATEN**

8. NACHPRÜFEN WICHTIGER TECHNISCHER DATEN

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

Wo nicht durch einen Hinweis weiter eingeschränkt wird, sollen die Prüfungen innerhalb der Nenngebrauchsbereiche für Temperatur und Netzspannung erfolgen.

Ist bei den technischen Daten eine Anwärzeit vorgeschrieben, soll mit den Prüfungen erst nach Ablauf dieser Zeit begonnen werden.

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.

8.1. Frequenzanzeige

Erforderliche Meßgeräte :

1 Frequenzzähler, z.B. FZ-4 von W&G

Meßanordnung :

FZ-4 an die Ausgangsbuchse Bu 403 (2) in BN 607/1) des PS-12 anschließen. Sendepiegel > -20 dB einstellen und Frequenzanzeige des FZ-4 und des PS-12 bei einer beliebigen Frequenz vergleichen.

Zulässige Fehlergrenze (e) der Frequenzanzeige :

Auflösung grob..... ± 100 Hz
 Auflösung fein..... $\pm 5 \cdot 10^{-6} \pm 10$ Hz

Anmerkung : siehe Hinweis in Abschnitt 9.6.

8.2. Sendepiegel 0 dB/dBm, $f = 10$ kHz

Erforderliche Meßgeräte :

1 Eichpegelmesser EPM-1 W&G
 mit Zubehör :

1 Tastkopf TK-10, 75 Ω W&G

1 Dämpfungsglied 9,03 dB, 75 Ω W&G

Der PS-12 kann intern auf Spannungspegel (dB) oder Leistungspegel (dBm) geschaltet werden, siehe Abschnitt 5.2.5. der Bedienungsanleitung. Abhängig davon wird zum Prüfen der Pegelgleichung die Meßanordnung 8.2.1. (dB, Spannungspegel) oder 8.2.2. (dBm, Leistungspegel) benutzt.

8.2.1. Sendepiegel 0 dB, $f = 10$ kHz

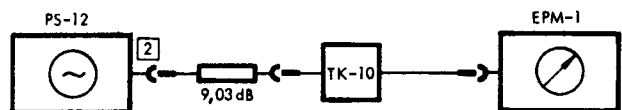


Bild 8-1 Meßaufbau

Dämpfungsglied möglichst ohne Zwischenkabel an die Ausgangsbuchse Bu 403 (2) in BN 607/1) des PS-12 anschließen.

Geräteeinstellungen :

PS-12 : Sendepiegel 0 dB (genau einstellen !)
 $f = 10$ kHz, $Z = 75 \Omega$

EPM-1 : Meßbereich $0 \pm 0,2$ dBm

Eichung des Eichpegelmessers EPM-1 :

Eichpegelumschalter S 303 auf 0 dB, $R_i = 75 \Omega$ stellen. Tastkopf TK-10 mit vorgeschaltetem 9,03-dB-Dämpfungsglied an den Eichpegelausgang Bu 303 des EPM-1 anschließen. Anzeige des Instruments mit Hilfe des Eichpotentiometers P 202 auf Null bringen.

Messung :

Tastkopf mit vorgeschaltetem Dämpfungsglied an den Ausgang (2) des PS-12 anschließen und Anzeige am EPM-1 ablesen.

Zulässige Fehlergrenze (e) des Sendepiegels 0 dB bei $f = 10$ kHz :

$$\pm e \leq 0,08 \text{ dB}$$

8.2.2. Sendepiegel 0 dBm, $f = 10$ kHz

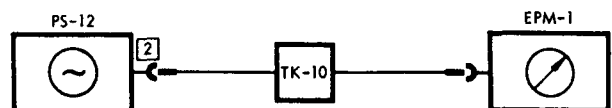


Bild 8-2 Meßaufbau

8. NACHPRÜFEN WICHTIGER TECHNISCHER DATEN

Tastkopf TK-10 möglichst ohne Zwischenkabel an die Ausgangsbuchse Bu 403 (2) in BN 607/1) des PS-12 anschließen.

Geräteeinstellungen :

PS-12 : $f = 10 \text{ kHz}$, Sendepiegel 0 dBm (genau einstellen !),
 $Z = 75 \Omega$

EPM-1: Meßbereich $0 \pm 0,2 \text{ dBm}$

Eichung des Eichpegelmessers EPM-1 :

Eichpegelschalter S 303 auf 0 dBm, $R_i = 75 \Omega$ stellen, Tastkopf TK-10 an den Eichpegelausgang Bu 303 des EPM-1 anschließen. Anzeige des Instruments mit Hilfe des Eichpotentiometers P 202 auf Null bringen.

Messung :

Tastkopf an den Ausgang (2) des PS-12 anschließen und Anzeige am EPM-1 ablesen.

Zulässige Fehlergrenze (e) des Sendepiegels 0 dBm bei $f = 10 \text{ kHz}$:

$$\pm e \leq 0,15 \text{ dB}$$

8.3. Fehler der Sendepegelschalter

Die garantierten Fehlergrenzen der Sendepegelschalter werden im Werte mit dafür entwickelten Meßgeräten gemessen. Eine Überprüfung mit handelsüblichen Meßmitteln ist, wegen der hohen Anforderungen an die Genauigkeit der verwendeten Eichleitung, nur bedingt möglich.

Da im Hinblick auf das Gerätekonzept im Fehlerfall vorwiegend größere Abweichungen denkbar sind, lassen sich solche Fehler auch mit Hilfe einer weniger genauen Meßanordnung feststellen.

Erforderliche Meßgeräte :

1 Eichleitung 75Ω , 0 bis - 80 dB,
z.B. 3 D 120
1 Selektiver Pegelmesser, z.B. SPM-12 von Siemens
von W&G



Bild 8-3 Meßaufbau

8.3.1. Fehler der 10-dB-Dekade

Geräteeinstellungen :

PS-12 : $f = 10 \text{ kHz}$, Sendepiegel 0 dB, $Z = 75 \Omega$

Eichleitung: Dämpfung 60 dB

SPM-12 : $f = 10 \text{ kHz}$, Meßbereich - 60 dB,
rauscharm, Bandbreite 500 Hz, $Z = 75 \Omega$
Anzeigedehnung im Bereich 0 dB.

Messung :

SPM-12 auf Empfangsmaximum abstimmen, Anzeige durch Verstellen des Sendepiegels auf die Skalenmarke Null bringen. Nun den Sendepiegel und die Dämpfung der Eichleitung in 10-dB-Stufen verringern und die Abweichung der Anzeige am SPM-12 beobachten.

Die zulässige Abweichung der Anzeige errechnet sich aus der Genauigkeit der verwendeten Eichleitung plus zulässiger Fehlergrenze (e) des Prüflings.

Zulässige Fehlergrenze (e) des Sendepegelschalters der 10-dB-Dekade :

$$\pm e \leq 0,07 \text{ dB}$$

8.3.2. Fehler der 1-dB-Dekade

Geräteeinstellungen :

PS-12 : $f = 10 \text{ kHz}$, 0 dB, $Z = 75 \Omega$

Eichleitung: Dämpfung 10 dB

SPM-12 : $f = 10 \text{ kHz}$, Meßbereich - 10 dB,
rauscharm, Bandbreite 500 Hz, $Z = 75 \Omega$,
Anzeigedehnung im Bereich 0 dB

Messung :

Meßvorgang wie bei 8.3.1., Pegel- und Dämpfungsschritte 1 dB.

Zulässige Fehlergrenze (e) des Sendepegelschalters der 1-dB-Dekade :

$$\pm e \leq 0,1 \text{ dB}$$

8.3.3. Fehler der 0,1-dB-Dekade

PS-12 : $f = 10 \text{ kHz}$, Pegel 0 dB (genau einstellen !)
 $Z = 75 \Omega$

Eichleitung: Dämpfung 1,1 dB

SPM-12 : $f = 10 \text{ kHz}$, Meßbereich 0 dB, rauscharm,
Bandbreite 500 Hz, $Z = 75 \Omega$
Anzeigedehnung im Bereich 0 dB

Messung :

Meßvorgang wie bei 8.3.1., jedoch : Pegel- und Dämpfungsschritte 0,1 dB, Bezugspunkt ist die Skalenmarke - 1 am SPM-12 (Einstellung durch Verdrehen des Eichpotentiometers).

Zulässige Fehlergrenze (e) der Skalenteilung des Sendepegelpotentiometers der 0,1-dB-Dekade :

$$\pm e \leq 0,03 \text{ dB}$$

Bei der Einstellung des Sendepegelpotentiometers auf die einzelnen Pegelmarken ist darauf zu achten, daß keine Parallaxefehler gemacht werden.

8. NACHPRÜFEN WICHTIGER TECHNISCHER DATEN

8.4. Frequenzfehler 200 Hz bis 6 MHz

Für die Überprüfung des Frequenzgangs des PS-12 genügt in der Regel eine Stichprobenmessung in den Bereichen 0 dB und - 10 dB. Wird hier keine Überschreitung der Garantiewertes festgestellt, so hält das Gerät auf Grund seiner Konzeption den Garantiewert auch in den anderen Sendepiegelbereichen mit hoher Wahrscheinlichkeit ein. Dies gilt unter der Voraussetzung, daß bei den Messungen 8.3. kein Fehler festgestellt wurde.

8.4.1. Sendepiegel 0 dB, f = 200 Hz bis 6 MHz

Meßgeräte und Meßanordnung wie bei 8.2.1.
Geräteeinstellungen:

PS-12 : Pegel 0 dB, f = 10 kHz, Z = 75 Ω, Gerät auf Spannungspegel (dB) geschaltet.

EPM-1 : Meßbereich 0 ± 0,2 dB

Messung :

Tastkopf TK-10 mit vorgeschaltetem Dämpfungsglied an den Ausgang **2** des PS-12 anschließen und Anzeige am EPM-1 durch Verstellen des Sendepiegels auf Null bringen.

Frequenz im Bereich 200 Hz bis 6 MHz durchstimmen und Abweichung der Anzeige am EPM-1 feststellen.

Zulässige Fehlergrenze (e) des Frequenzgangs bezogen auf f = 10 kHz :
± e ≤ 0,12 dB

8.4.2. Sendepiegel - 10 dB, f = 200 Hz bis 6 MHz

Geräteeinstellungen :

PS-12 : Pegel - 10,0 dB, f = 10 kHz, Z = 75 Ω

EPM-1 : Meßbereich - 1 ± 0,2 dB

Messung :

Tastkopf TK-10 direkt an den Ausgang **2** des PS-12 anschließen und Anzeige am EPM-1 durch Verstellen des Sendepiegels auf die Skalenmarke 0 bringen.

Frequenz im Bereich 200 Hz bis 6 MHz durchstimmen und Abweichung der Anzeige am EPM-1 beobachten.

Zulässige Fehlergrenze (e) des Frequenzgangs bezogen auf f = 10 kHz :
± e ≤ 0,12 dB

Sendepiegelschalter auf 09,x dB stellen und Messung wiederholen. Zulässige Fehlergrenze (e) des Frequenzgangs bezogen auf f = 10 Hz :
± e ≤ 0,12 dB

8.4.3. Frequenzgangfehler der symmetrischen Ausgänge

(nur bei Sonderausführung BN 607/1)

Erforderliche Meßgeräte :

1 EPM-1 mit Zubehör :	W&G
1 symm. Tastkopf TKS-10	W&G
1 Meßkopfadapter TKSA-150	W&G
1 Meßkopfadapter TKSA-600	W&G
1 Eichadapter TKSE-150	W&G
1 Eichadapter TKSE-600	W&G

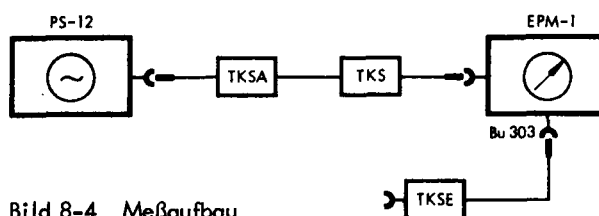


Bild 8-4 Meßaufbau

Geräteeinstellungen :

PS-12 : Gerät auf Leistungspegel schalten, Pegel 0 dBm, f = 10 kHz

EPM-1 : Meßbereich 0 dBm ± 0,2 dBm

Symmetrischer Ausgang 124 Ω, 150 Ω

Messung :

Tastkopf TKS-10 mit vorgeschaltetem Adapter TKSA-150 an den Ausgang **3** des PS-12 anschließen. Am PS-12 Z = 150 Ω einschalten und Sendepiegel so einstellen, daß der EPM-1 Null anzeigt. Nun die Frequenz von 6 kHz bis 6 MHz durchstimmen und Anzeige am EPM-1 ablesen.

Zulässige Fehlergrenze (e) des Frequenzgangs bezogen auf 10 kHz :
10 kHz bis 2 MHz ≤ 0,1 dB
6 kHz bis 6 MHz ≤ 0,2 dB

Symmetrischer Ausgang 600 Ω

Messung :

Tastkopf TKS-10 mit vorgeschaltetem Adapter TKSA-600 an den Ausgang **4** des PS-12 anschließen. Am PS-12 Z = 600 Ω einschalten und Sendepiegel so einstellen, daß der EPM-1 Null anzeigt. Nun Frequenz im Bereich 200 Hz bis 300 kHz durchstimmen und Anzeige am EPM-1 ablesen.

Zulässige Fehlergrenze (e) des Frequenzgangs bezogen auf 10 kHz :
200 Hz bis 300 kHz ≤ 0,2 dB

8.5. Klirrdämpfung a_{k2} , a_{k3}

8.5.1. Klirrdämpfung bei f = 200 Hz

Erforderliche Meßgeräte :

1 Selektiver Pegelmesser (Klirranalysator)
z.B. SPM-11

von W&G

8. NACHPRÜFEN WICHTIGER TECHNISCHER DATEN

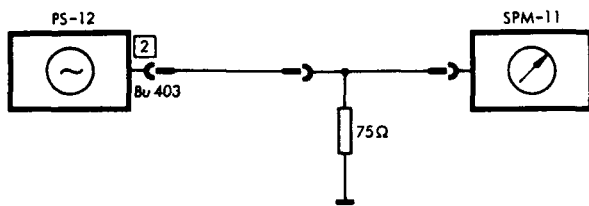


Bild 8-5 Meßaufbau

Geräteeinstellungen :

PS-12 : Pegel 0 dB, $f = 200$ Hz, $Z = 75 \Omega$

SPM-11 : Meßbereich 0 dB, klirrfrei, Bandbreite 8 Hz

Messung :

Bezugspunkt ist die Pegelanzeige des SPM-11 bei der Grundwelle 200 Hz. Dann wird der SPM-11 auf die Oberwelle k_2 (400 Hz) bzw. k_3 (600 Hz) abgestimmt und die Pegelanzeige abgelesen.

Die dazu erforderliche Empfindlichkeitserhöhung des SPM-11 soll ≤ 60 dB betragen.

Zulässige Klirrdämpfung (e) des PS-12 :
 $a_k \geq 46$ dB

8.5.2. Klirrdämpfung bei $f = 5$ MHz

Erforderliche Meßgeräte :

1 Selektiver Pegelmesser, z.B. PM-5 von W&G

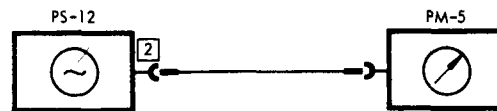


Bild 8-6 Meßaufbau

Geräteeinstellungen :

PS-12 : Pegel 0 dB, $f = 5$ MHz, $Z = 75 \Omega$

PM-5 : Meßbereich 0 dB, klirrfrei,
 Bandbreite 3,5 kHz, $R_E = Z$, $Z = 75 \Omega$,
 $f = 5$ MHz

Bezugspunkt ist die Pegelanzeige des PM-5 bei der Grundwelle 5 MHz. Danach wird der PM-5 auf die Oberwelle k_2 (10 MHz) bzw. k_3 (15 MHz) abgestimmt und die Anzeige abgelesen.

Die dazu erforderliche Empfindlichkeitserhöhung am PM-5 soll ≤ 50 dB sein.

Zulässige Klirrdämpfung (e) des PS-12 :
 $a_k \geq 46$ dB

9. ABGLEICHANWEISUNGEN

9. ABGLEICHANWEISUNGEN

9.1. Reflexionsfaktor

Benötigte Meßgeräte :

1 Pegelmeßplatz PSM-5 W&G

1 Reflexionsmeßzusatz RFZ-5 mit W&G
75- Ω -Normalwiderständen

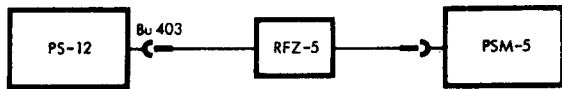


Bild 9-1 Meßaufbau für Reflexionsdämpfungsabgleich

Einstellung der Geräte :

PSM-5 : $Z = 75 \Omega$, Sendepegel 0 dB, rauscharm,
 $\Delta f = 500 \text{ Hz}$

RFZ-5 : bei 100 kHz und 6 MHz abgleichen und kontrollieren, ob die Eigenreflexionsdämpfung im Bereich 10 kHz bis 5 MHz größer als 66 dB ist.

PS-12 : abschalten und Netzstecker ziehen. Im Endverstärker (3) durch Einsetzen der Leitungsbrücke o-p den Endverstärkerausgang nach Masse kurzschließen.

Achtung : Mit diesem Kurzschluß darf der Endverstärker bzw. Prüfling nicht eingeschaltet werden, weil sonst T 317 zerstört wird. Deshalb ist es wichtig, daß die Brücke sofort nach den Reflexionsfaktormessungen wieder entfernt wird !

Reflexionsdämpfungsabgleich :

In Stellung 0 des 10-dB-Teilers ist bei 5,02 MHz an C 404 (10-dB-Teiler) auf maximale Reflexionsdämpfung (d.h. Pegelminimum am PM-5) abzugleichen.

Sollwert: Reflexionsdämpfung $\geq 46 \text{ dB}$

Anschließend zur Kontrolle:

Reflexionsdämpfungen bei 5 MHz

In allen Stellungen des 10-dB-Teilers ist bei 5,02 MHz die Reflexionsdämpfung zu messen.

Sollwert: In keiner Stellung des 10-dB-Teilers darf die Reflexionsdämpfung schlechter als 42 dB sein.

Reflexionsdämpfungen bei 20 kHz

In allen Stellungen des 10-dB-Teilers ist bei 20 kHz die Reflexionsdämpfung zu messen.

Sollwert: In keiner Stellung des 10-dB-Teilers darf die Reflexionsdämpfung schlechter als 58 dB sein.

Reflexionsdämpfung am Ausgang II

Änderung der Meßschaltung : Der RFZ-5 ist an den koaxialen Ausgang II, Bu 304, anzuschließen.

Bei 20 kHz und 5,02 MHz ist an Bu 304 die Reflexionsdämpfung zu messen.

Sollwert : Reflexionsdämpfung für beide Meßpunkte $\geq 46 \text{ dB}$

Hinweise zur Meßtechnik :

Mit den Reflexionsdämpfungsmessungen bei 20 kHz werden Bestückungsfehler des 10-dB-Teilers erkannt.

Der Frequenzgang des PS-12 ist abhängig vom Wert des Kondensators C 404, deshalb muß z.B. nach einer Reparatur, bei der C 404 verändert wurde, der Frequenzgang kontrolliert werden.

9.2. Frequenzgang

Erforderliche Meßgeräte und Meßanordnung wie in Abschnitt 8.2.1.

Geräteeinstellungen :

PS-12 : Gerät auf Spannungspegel geschaltet, Pegel 0 dB, zunächst $f = 12 \text{ kHz}$, $Z = 75 \Omega$

EPM-1 : Meßbereich $0 \pm 0,2 \text{ dB}$

Abgleich :

Mit C 512 ist der Frequenzgang des Prüflings so einzustellen, daß die Pegel bei 12 kHz und 6 MHz gleich sind.

Zur Kontrolle ist die Frequenz des PS-12 im Bereich 200 Hz bis 6 MHz durchzustimmen und die Pegelabweichung am EPM-1 zu beobachten.

Sollwert: Frequenzgang $\leq \pm 0,12 \text{ dB}$, bezogen auf 10 kHz.

9.3. Verstärkung für $R_i = 0$

Dieser Abgleich gilt nur für Geräte der Sonderausführung 607/1.

Benötigte Meßgeräte :

1 Pegelmesser PM-5 W&G
mit Anzeigedehner AZD-1 W&G

1 Digitalvoltmeter z.B. 8000 A Fluke

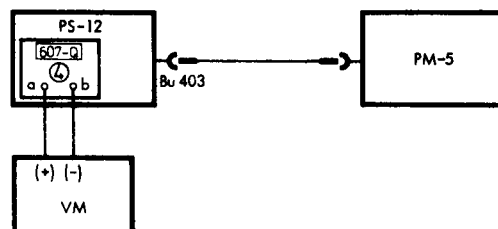


Bild 9-2 Meßaufbau

9. ABGLEICHANWEISUNGEN

Einstellung der Geräte :

- PM-5 : rauscharm, $\Delta f = 3,5 \text{ kHz}$, $Z = 75 \Omega$,
 $f = 10 \text{ kHz}$
- PS-12 : $f = 10 \text{ kHz}$, $Z = 75 \Omega$, zunächst $R_i = 0$ (S 403)
 Sendepiegel - 50 dB = - 60 dB + 10 dB

Abgleich- bzw. Meßaufgaben :

- Verstärkung

Mit P 401 ist die Verstärkung des $R_i \approx 0$ -Verstärkers so einzustellen, daß der Ausgangspegel des Prüflings bei $R_i = 0$ um 10 dB größer als bei $R_i = 75 \Omega$. Der 10-dB-Sprung kann mit dem 10-dB-Teiler des Prüflings ausgeglichen werden. Die absolute Größe des Ausgangspegels ist für diese Messung unbedeutend (-50 dB \pm 2 dB).

- Ruhestrom

Mit P 402 ist zwischen den Meßpunkten (4) a und b (siehe Bild 7-4) eine Spannung von + 0,5 V einzustellen. Dazu muß die Taste für $R_i \approx 0$ (S 403) gedrückt sein.

- Kontrolle der Verstärkung

Da sich Ruhestrom- und Verstärkungseinstellung gegenseitig beeinflussen können, ist die Verstärkungseinstellung noch einmal zu überprüfen und eventuell neu abzugleichen.

- mit P 101 eine Ausgangsspannung von + 13,7 V einstellen. Ist dieser Wert nicht erreichbar, P 103 verstellen.
- Brücke a - b schließen und mit P 104 + 12 V am Ausgang einstellen.
- Die Spannung an Pkt. 59 auf Platine **608-AR 2** mit einem Oszilloskop und den Eingangsgleichstrom mit einem Amperemeter beobachten. Die Eingangsspannung von 11,5 V auf 70 V erhöhen. Sobald die Ausgangsspannung 12,5 V überschreitet oder der Eingangsstrom ansteigt, darf die Eingangsspannung nicht weiter vergrößert werden, weil dann ein Fehler vorliegt und T 114 zerstört werden würde. Nach Erhöhen des Widerstandswertes P 103 ist die Messung zu wiederholen. Bei einer Eingangsspannung von 70 V ist mit P 103 die Spannung an Pkt. 59 nach dem vorgegebenen Oszillogramm in Bild 9-3 abzugleichen.
- Den Abgleich mit P 101 und P 104 wiederholen und bei aufgetrennter Drahtbrücke a - b kontrollieren ob Multivibrator IC 103/2.2 schwingt.

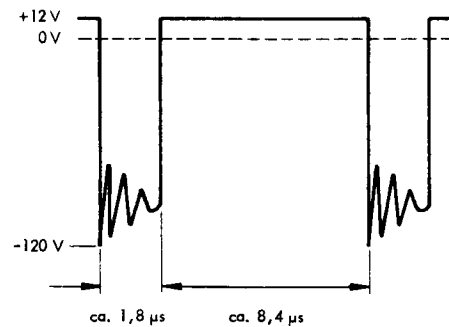


Bild 9-3 Oszillogramm an Pkt. 59 **608-AR 2**

Nach dem Auswechseln defekter Bauelemente in der Wandleranlaufschaltung ist ein Abgleich notwendig, um ein sicheres Anschwingen des Wandler-Netzteils zu gewährleisten.

Batterie-Anschluß trennen.

9.4.2. Abgleich der Netz-Anlaufschaltung

P 102 auf Platine **608-BA 4** auf rechten Anschlag stellen. In dieser Stellung ist das Wandler-Netzteil abgeschaltet.

Gerät über Netzkabel mit dem Netz verbinden. Netzspannung über Stelltrafo auf 180 V einstellen. Dann die Einstellung des Potentiometers so lange verändern, bis das Wandler-Netzteil einschaltet. Dies ist am Aufleuchten der Frequenzanzeige zu erkennen.

9.4. Wandler-Netzteil

Ein Abgleich des Wandlers wird z.B. nach einem Austausch des Leistungstransistors T 114 notwendig. Auf jeden Fall ist zum Abgleich die Ersatzlast nach Bild 7-1 anzuschließen.

Benötigte Meßgeräte :

- | | | |
|--|-----|---------------|
| 1 Vielfachmeßinstrument | UM | von AEG |
| 1 Oszilloskop | 475 | von Tektronix |
| 1 Stelltransformator $\geq 100 \text{ VA}$ | | |

9.4.1. Abgleich der Reglerausgangsspannung

- Brücke a - b auftrennen
- 11,5 V Gleichspannung am Batterieanschluss ("Externe Batterie") anlegen und P 103 auf größten Widerstandswert einstellen.

9. ABGLEICHANWEISUNGEN

Durch mehrmaliges Aus- und Einschalten am Netzschalter ist zu überprüfen, ob bei der gefundenen Potentiometerstellung das Wandler-Netzteil sicher einschaltet.

9.5. Steueroszillator

Benötigtes Meßgeräte :

1 Frequenzzähler, z.B. FZ-4 von W&G

Frequenzabgleich :

Den Frequenzzähler an Pkt. 41 auf Platine **607-A** (siehe Bild 7-2) anschließen. Mit C 1 die maximale Frequenz einstellen (Drehko am Anschlag) und mit C2 auf $\geq 14,3$ MHz abgleichen.

Danach die minimale Frequenz einstellen (Drehko am anderen Anschlag), $f_{\text{soll}} \leq 7,95$ MHz.

9.6. 8-MHz-Quarzoszillator

Benötigtes Meßgerät :

1 Frequenzzähler, z.B. FZ-4 von W&G

Zum Abgleich der Quarzoszillatorfrequenz wird der FZ-4 an TP 601 angeschlossen. Eingestellt wird die Frequenz mit einer Genauigkeit von ± 1 Hz, und zwar

- mit P 601 auf den Wert 8 000 000 Hz bei einem ITT-Oszillator
- mit C 602 auf den Wert 8 000 000 Hz + Δf bei einem Valvo-Oszillator. Δf ist auf dem Typenschild jedes einzelnen Oszillators angegeben und kann auch negative Werte annehmen. Beispiel : Für $\Delta f = -8$ muß der Oszillator auf 7 999 992 Hz bei 25°C abgeglichen werden.

Hinweis :

Wird ein PS-12 in einem Meßplatz zusammen mit einem SPM-12 mit 25-Hz-ZF-Bandbreite betrieben und vom SPM-12 aus abgestimmt, so muß an P 601 bzw. C 602 (Geräterückseite) die Normalfrequenz des PS-12 an die Normalfrequenz des SPM-12 so angepaßt werden, daß die ZF des SPM-12 die Bandmitte des 25-Hz-Filters trifft. Obiger Abgleich muß deshalb wieder um wenige Hz verändert werden. Die Veränderung wirkt sich nur auf die Genauigkeit der Frequenzanzeige des PS-12 aus.

9.7. Sendepiegel

Der Ausgangspegel wird durch eine Regelung konstant gehalten. Das Ausgangssignal des Referenzoszillators ^② ist der Sollwert dieser Regelung : 0 dB Referenzoszillator Ausgangssignal $\hat{=} 0$ dB Sendepiegel bei Abschluß mit Z (6 dB Dämpfung durch R_i (R 395) sind mit dem Teiler R 527/ R 529 berücksichtigt). Der Regelkreis muß eine Dynamik von 9×1 dB (S 201) + 1,2 dB (P 202) + 9,03 dB (dBm, 75 Ω) $\approx 19,2$ dB haben. Istwert und Sollwert des Regel-

kreises werden in zwei identischen Gleichrichtern (IC 501) gleichgerichtet und als Gleichspannungen im Regler (IC 503) bewertet. Die Gleichrichter Kennlinien können vor allem für kleine Pegel voneinander abweichen. Deshalb werden sie beim kleinsten Sollwertpegel (-9,9 dBm, 75 Ω) mit P 501 symmetriert. Diese Symmetrierung bei kleinem Pegel hat aber eine kleine Verschiebung der Kennlinien für große Pegel zur Folge, weshalb mit P 201 der Sollwertpegel nach einer Veränderung am P 501 korrigiert werden muß. Umgekehrt muß auch nach einer Eichung des 0-dB-Ausgangspegels (max. Sollwertpegel) mit P 201 die Symmetrie mit P 501 nachgestellt werden.

Benötigte Meßgeräte :

1 Pegelsender PS-12 von W&G
1 Pegelmesser SPM-12 von W&G

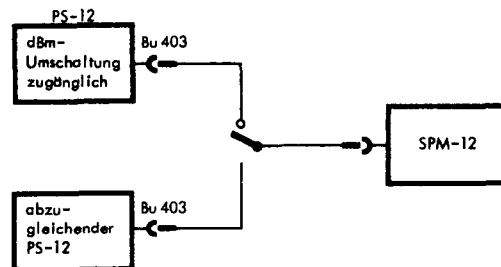


Bild 9-4 Behelfsmäßiger Meßaufbau zum Ausgangspegelabgleich

Einstellung der Geräte :

PS-12 Z = 75 Ω , 10 kHz, zunächst 00,0 dB
SPM-12 Z = 75 Ω , 10 kHz, f = 1,74 kHz rauscharm, gedehnte Anzeige
abzugleichender PS-12 : Z = 75 Ω , zunächst 00,0 dB

Es ist bei 00,0 dB Sendepiegel mit P 201 und bei -9,9 dB Sendepiegel mit P 501 Pegelgleichheit herzustellen. Beide Abgleiche sind zu wiederholen, bis Pegelgleichheit ohne Veränderung von P 501 oder P 201 erreicht ist.

Die Genauigkeit dieses Pegelabgleichs ist von der Genauigkeit des verwendeten Pegelsenders abhängig.

9.8. Arbeitspunkt des Vorverstärkers

Benötigtes Meßgerät: PM-5

Mit P 301 ist der Arbeitspunkt des Vorverstärkers so einzustellen, daß a_{k2} bei 5 MHz optimal wird.

9. ABGLEICHANWEISUNGEN

9.9. Offsetspannungsabgleich des Differenzverstärkers IC 503

Benötigtes Meßgerät :

1 Digitalvoltmeter, z.B. 8000 A von Fluke

Die Offsetspannung des IC 503 kann auch ohne Prüfgerät behelfsmäßig abgeglichen werden.

- Brücken h - i, k - l und q - r herausziehen, Pkte.i und l kurzschließen und mit Pkt. m verbinden.
- C 529 mit 3,3 M Ω überbrücken
- Steuereingang Bu 702 kurzschließen (die Frequenzanzeige erlischt)
- schnelle Einschwingzeit ("flink") einschalten, dazu ist an Bu 501 22 Pkt.2 mit Pkt.1 zu verbinden (Pkt.2 wird an Masse gelegt).

Den Spannungsmesser an Pkt.q und Pkt. m anschließen und die Offsetspannung mit P 502 auf 0 V \pm 300 mV abgleichen.

Hinweis : die Offsetspannungsverstärkung ist bei dieser Abgleichschaltung wesentlich geringer als mit Prüfgerät. In Zweifelsfällen ist mit einem Oszilloskop an Pkt. 9 zu prüfen, ob die Abgleichschaltung schwingt (lange Leitungen).

10. FUNKTIONSBESCHREIBUNG

10. FUNKTIONSBESCHREIBUNG

10.1. Funktionsbeschreibung des Gesamtgerätes

10.1.1. Allgemeine Beschreibung

Der Pegelsender PS-12 ist ein Betriebsmeßgerät für den Frequenzbereich 200 Hz bis 6 MHz und den Pegelbereich 0 dB (dBm) bis -70 dB (dBm). Er läßt sich mit dem Pegelmesser SPM-12 zu einem vollständigen Meßplatz ergänzen.

Der PS-12 hat ein eingebautes Netzteil für den Anschluß am Wechselstromnetz (45 Hz bis 440 Hz), außerdem besteht die Möglichkeit, den PS-12 unmittelbar an eine Gleichspannung zwischen 10,8 V und 68 V anzuschließen. Diese Gleichspannung kann zum Beispiel aus dem Batterieteil BAZ-3, BN 836, entnommen werden. Es wird zu diesem Zweck an die Rückwand des PS-12 geschraubt und kann über das Netzteil des PS-12 wieder geladen werden.

Die Frequenzeinstellung des PS-12 ist in einem Bereich mit 51 Umdrehungen des Abstimmknopfes voll durchstimmbar. Bei Feinabstimmung (Abstimmknopf gezogen) ist die Auflösung ca. 25 Hz pro Winkelgrad. Die Auflösung der Anzeige beträgt 100 Hz oder 10 Hz je nach Stellung des Schiebeschalters. Die Meßzeit beträgt 40 ms bzw. 400 ms. Beim Durchlaufen der Sendefrequenz von 0 Hz geht die Anzeige auf 9999,9 kHz usw. über und stimmt nicht mehr mit der tatsächlichen Ausgangsfrequenz überein.

Der PS-12 hat einen Steuereingang für die Abstimmfrequenz. Die interne Trägerfrequenzenerzeugung und die Frequenzanzeige werden automatisch abgeschaltet, sobald extern - zum Beispiel vom Pegelmesser SPM-12 aus - abgestimmt wird.

Wobbelbetrieb ist bei der Verwendung des Wobbelzusatzes WZ-6 möglich.

Der Sendepiegel wird dekadisch eingestellt, der kleinste Schritt beträgt 1 dB. Außerdem ist eine stetige Pegelein- stellung zwischen +0,1 dB und -1,1 dB möglich.

Der Sendepiegel wird mit einem internen Pegelregelkreis auf dem eingestellten Sollwert gehalten. Eine analog gemessene Sendepegelanzeige ist deshalb überflüssig. Ist die Regelung in einem Fehlerfall nicht mehr in der Lage, den eingestellten Sollwert zu erreichen, blinkt die Frequenz- anzeige, um den Benutzer zu warnen. Lediglich die 10-dB- Teilung und bei den Sonderausführungen auch die Ausgangs- teile sind von dieser internen Kontrolle ausgenommen, da diese Bausteine nicht in den Regelkreis einbezogen sind.

Der Sender hat in der Standardausführung BN 607/0 einen koaxialen Ausgang mit 75 Ω Innenwiderstand.

Die Sonderausführung BN 607/1 hat neben einem zweiten parallelgeschalteten koaxialen Ausgang zusätzliche sym- metrische Übertragerausgänge, umschaltbar für $Z = 124 \Omega$, 150 Ω und 600 Ω . Die Frequenzbereiche sind 6 kHz bis 6 MHz bei $Z = 124$ oder 150 Ω und 200 Hz bis 300 kHz bei $Z = 600 \Omega$. Außerdem besteht die Möglichkeit, den jeweils eingeschalteten Ausgang auf $R_i \approx 0$ umzuschalten. Dabei entsteht eine Pegelanhebung um 10 dB, die durch ein Leuchtfeld besonders signalisiert wird.

Die Sonderausführung BN 607/2 hat ebenfalls zusätzliche symmetrische Übertragerausgänge für 124 Ω , 135 Ω und 600 Ω Innenwiderstand, die auf die speziellen Frequenz- bereiche und Buchsensysteme der Bell-Laboratories zuge- schnitten sind.

Der PS-12 gehört nach VDE 0411 zur Schutzklasse I. Die Gehäusemasse und die berührbaren Metallteile sind aber nicht mit dem Schutzleiteranschluß verbunden, sondern schutzisoliert.

10.1.2. Arbeitsweise (siehe Blockschaltplan)

Die Sendefrequenz wird durch Umsetzen der variablen Trägerfrequenz 8 MHz bis 14 MHz mit der Festfrequenz 8 MHz gebildet. Die veränderbare Frequenz erzeugt der Abstimmoszillator (8) (BN 640), der auch im SPM-12 und in anderen Geräten verwendet wird.

Der Oszillator hat 3 Signalausgänge:

- zum Zähler für die Frequenzanzeige (17)
- über den Umschalter für Fremdadstimmung zum Be- grenzer des Mischers (7)
- zum Fremdsteuerausgang (beim PS-12 nicht ange- schlossen)

Der Zähler bewertet die Frequenz des Abstimmoszillators so, daß die Anzeige genau 8 MHz weniger beträgt als die Oszillatorfrequenz, und damit ist der angezeigte Frequenz- wert gleich der Sendefrequenz des PS-12.

Der 8-MHz-Quarzoszillator (6) liefert das Signal für die Zeitbasis des Zählers. Dieses wird durch Teilung der Fre- quenz auf 10 kHz gewonnen.

Der zweite Ausgang des 8-MHz-Oszillators liefert das Zeichensignal für den Mischer. Vorher durchläuft es noch den Regelverstärker und den 8-MHz-Tiefpaß (6). Der Re- gelverstärker ist das Stellglied des Regelkreises. Hier wird die Pegelein- stellung der 1-dB-Schritte, der dB/dBm-Umschaltung und der Pegelfeineinstellung wirk- sam. Die erforderliche Dynamik ist somit $9 \times 1 \text{ dB} + 9,03 \text{ dB} + 1,2 \text{ dB} \approx 19,2 \text{ dB}$.

Der 8-MHz-Tiefpaß hat die Aufgabe, Klirrrprodukte des 8-MHz-Oszillators und des Regelverstärkers, die zu Stör- frequenzen im Sendesignal führen können, vom Mischer fernzuhalten.

Der auf den Mischer folgende 6-MHz-Tiefpaß (3) eli- miniert den Zeichen- und Trägerrest des Mischers, das obere Seitenband der Umsetzung (16 bis 22 MHz) und höherfrequente Mischprodukte. Vorverstärker und Endver- stärker (3) verstärken das Sendesignal auf den maximalen Sendepiegel von +0,1 dB bzw. +6,1 dB. Die nachfolgen- de Eichleitung (4), bestehend aus je zwei 10-dB- und 20-dB-Dämpfungsgliedern, reduziert den Signalpegel um bis zu 60 dB.

Bei den Sonderausführungen BN 607/1 und BN 607/2 folgt danach das Ausgangsteil (4), in dem die symmetrischen Ausgangsspannungen mit Übertragern erzeugt werden. Der

10. FUNKTIONSBESCHREIBUNG

symmetrische Ausgangsteil für die Sonderausführung BN 607/1 enthält einen Verstärker für + 10 dB maximalen Ausgangspegel mit ca. 0 Ω Innenwiderstand. Er ist nur in Betrieb, wenn am Ausgangsteil auf $R_i \approx 0$ umgeschaltet wird. Sein Ausgangssignal gelangt entweder direkt auf die koaxialen oder über die Übertrager mit kurzgeschlossenen Innenwiderständen auf die symmetrischen Ausgänge.

Als Regelgröße wird das Sendesignal vom Ausgang des Endverstärkers auf einen Quasi-Effektivwertgleichrichter (5) gegeben. Ein identischer Gleichrichter verarbeitet das als Führungsgröße wirkende 10-kHz-Signal des Referenzoszillators (2). In dem nachgeschalteten Differenzverstärker (5) wird aus den beiden Signalen die Stellgröße gewonnen, die auf den als Stellglied arbeitenden Regelverstärker (6) einwirkt und den Pegel im genannten Bereich verschiebt.

Somit werden Linearitäts- und Frequenzgangfehler in der Signalkette Regelverstärker bis Endverstärker eliminiert. Es verbleiben nur die Fehler der Eichleitung, des symmetrischen Ausgangsteils, der Referenzspannungserzeugung und teilweise der Gleichrichter.

Der Referenzoszillator liefert eine konstante 10-kHz-Spannung, die durch genaue Übertrager in 1-dB-Stufen und entsprechend den Leistungspegelverhältnissen geschaltet, sowie zur Feineinstellung um 1,2 dB verändert werden kann.

Die Stromversorgung (1) des PS-12 übernimmt ein geregelter Sperrwandler, dem eine Gleichspannung zwischen 10,8 V und 68 V angeboten werden kann. Die Gleichspannung wird mit einem 100-kHz-Sperrwandler auf die verschiedenen Betriebsspannungen transformiert, gleichgerichtet und geregelt. Wird der PS-12 am Wechselspannungsnetz betrieben, so erzeugt der Netztransformator mit dem Gleichrichter und einem Ladekondensator eine Gleichspannung, die dem Sperrwandler zur weiteren Verarbeitung zugeführt wird.

10.2. Wandler-Netzteil (1)

Der Pegelsender PS-12 kann sowohl mit der Netzwechselspannung als auch mit einer Gleichspannung betrieben werden, aus denen er die Gleichspannungen von + 4,9 V, + 5 V, - 12 V und + 12 V erzeugt. Dies rechtfertigt den Aufwand der Baugruppe (1), deren Prinzip im Bild 10-1 abgebildet ist.

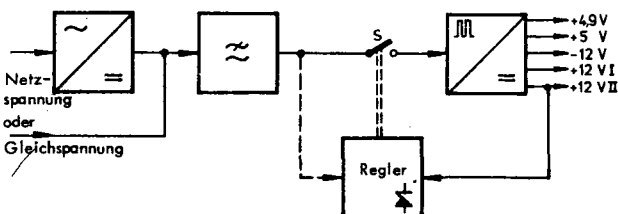


Bild 10-1 Prinzip des Wandler-Netzteils

10.2.1. Schaltungsprinzip

Die Gleichspannung bzw. die gleichgerichtete Spannung wird von S zerhackt. Über einen Übertrager werden die entstehenden Impulse auf die gewünschten Spannungen gebracht und gleichgerichtet. Der Regler greift die gleichgerichtete positive 12-V-Spannung ab und schließt S periodisch so lange, daß diese Spannung konstant bleibt.

Das eigentliche Netzteil besteht aus dem Netzfilter (608-L), dem Spannungswähler S 102, dem Übertrager U 101 und dem Gleichrichter GI 103 bis GI 106.

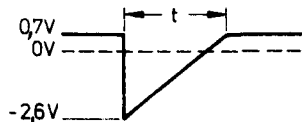
Die Gleichspannung zwischen den Punkten 51 und 52 liegt bei ca. 30 V im Netzbetrieb und zwischen + 10,8 V und + 68 V im Batteriebetrieb.

Um eine Rückspeisung von Störspannungen mit der Sperrwandlerfrequenz auf den Eingang zu verhindern, wird das Eingangssieb, bestehend aus (608-AP) und (608-AQ), eingesetzt.

Der Regler ((608-AS)) steuert den Transistor T 114: Während der Einschaltphase von T 114 wird Energie aus der Spannungsquelle entnommen und in der primären Induktivität (6)-(5) des Sperrwandlerübertragers Ü 102 gespeichert. In der Sperrphase gibt der Übertrager seine magnetisch gespeicherte Energie über seine Sekundärwicklungen an die außen angeschlossenen Lasten ab. Die Sekundärimpulse werden über GI 123, GI 131 bis GI 133 gleichgerichtet und mit den folgenden Ausgangssieben von Störspannungen befreit. Die Z-Dioden begrenzen die Ausgangsspannungen.

10.2.2. Regler

Beim Einschalten der Betriebsspannung speist die Darling-ton-Stufe T 105, T 108 Strom in den Kondensator C 103, an dem die Versorgungsspannung für die Primärseite des Reglers entsteht. Der Relaxationsoszillator T 102, IC 101/4.2 beginnt zu schwingen. C 112 wird über R 111, P 101 aufgeladen und mit der Einschaltphase von IC 101/4.2 entladen, so daß an ihm folgende Impulse entstehen:



Mit P 101 kann der Ladestrom und damit die Breite t des Dreiecks verändert werden und die Frequenz wird durch R 106, C 108 bestimmt.

IC 101/4.3 ist eingeschaltet, T 103 wird mit den Dreieckimpulsen gesteuert. Am Kollektor T 103 entstehen demzufolge Rechteckimpulse.

Über GI 122, R 117, R 119 bzw. R 118, R 120 wird IC 101/4.4 mit den Rechteckimpulsen geschaltet. Die an diesen Kollektoren entstehenden Impulse steuern die Transistoren T 104, T 106. Über T 104, P 103, R 127 wird der Endtransistor T 114 eingeschaltet, während der Transistor T 106 für ein definiertes Abschalten von T 114 sorgt.

10. FUNKTIONSBESCHREIBUNG

Das Tastverhältnis des Oszillators 1 (T 102, IC 101/4.2) wird mit P 101 so eingestellt, daß der Endtransistor T 114 eine möglichst kurze Einschaltphase besitzt, und an Pkt. 72, 81 ca. 13,7 V erreicht werden.

Zwei Maßnahmen verhindern ein lineares Ansteigen der Ausgangsspannung bei Vergrößerung der Eingangsspannung:

- die Breite der Impulse wird kleiner, da R 111 mit der Eingangsspannung verbunden ist (C 112 lädt sich schneller auf)
- durch Überbrücken von Gl 112 mit R 107 wird eine Abhängigkeit der Oszillatorfrequenz von der Eingangsspannung erzeugt.

Werden am Pkt. 72, 81 13,0 V erreicht, so schaltet der Operationsverstärker IC 104 und legt über Gl 169, Gl 167, Gl 168, Gl 150 die Betriebsspannung an Oszillator 2 (Multivibrator IC 103/2.2). Der Multivibrator schwingt an. Der eigentliche Regler besteht aus T 109, T 110, C 126.

Die Basis von T 109 liegt konstant auf 8,4 V; sobald die Spannung an der Basis von T 110 diesen Wert überschreitet, leitet T 110 einen sich mit der Ausgangsspannung (Punkt 72, 81) ändernden Strom, der die Aufladung von C 126 über T 111 bewirkt. Am Punkt C 126, T 111 entstehen dreieckige, in der Breite von der Ausgangsspannung abhängige Impulse, die unterschiedliche Einschaltzeiten von IC 103/2.1 und damit über IC 102, IC 101/4.4, T 104, T 106 unterschiedliche Einschaltzeiten des Endtransistors T 114 erzeugen. Somit wird über eine Regelung des Tastverhältnisses die Ausgangsspannung konstant gehalten.

Sobald der Multivibrator IC 103/2.2 anschwingt, wird über IC 103/2.1, IC 102, Gl 114, T 101, IC 101/4.1, Gl 170, IC 101/4.3 der Oszillator 1 (T 102, IC 101/4.2) abgeschaltet, indem die Basis von IC 101/4.2 an Masse gelegt und IC 101/4.3 gesperrt wird. Mit IC 101/4.1 wird gleichzeitig die Stromspeisestufe T 105, T 108 abgeschaltet.

Die Betriebsspannung der Primärseite wird nun von Ü 102 Wicklung ⑦-⑧ und Gl 110, Gl 111 geliefert.

Um eine Potentialtrennung zwischen der Primärseite des Netzteils (-Batt.) und der Sekundärseite (⊥) herzustellen, wird der Optokoppler IC 102 verwendet. Die Ansteuerung von IC 102 erfolgt über IC 103/2.1 (UND-Schaltung): es gelangt nur dann ein Impuls auf IC 102, wenn der Multivibrator IC 103/2.2 Betriebsspannung hat.

Um die durch das Ausgangssieb hervorgerufene Phasendrehung rückgängig zu machen und Regelschwingungen auszuschließen, wird das RC-Glied R 160, C 131 benutzt.

T 111, T 112 dienen als Zusatzregelverstärker um Pkt. 72 (Fühler) niederohmig zu machen.

An den Punkten 76, 82, 83, 86, 79 stehen die geregelten Ausgangsspannungen zur Verfügung.

Anmerkung:

Für die Fehlersuche kann der Regelkreis geöffnet werden. Um den Regler zu prüfen, wird die Brücke a-b geöffnet und der Punkt 97 vom Punkt 72-81 getrennt. Dann ist die Breite der Impulse an b in Abhängigkeit der Spannung am Punkt 97 zu beobachten.

10.2.3. Wandler-Anlaufschaltung

Die Schaltung auf Platine **608-BA 4** besteht zum Hauptteil aus zwei Schmitt-Trigger (ST 1 und ST 2). ST 1 (T 123, T 124) ist wirksam bei positivem Potential an der Anode von Gl 108 gegenüber der Kathode von Gl 108. Dies ist stets bei Netzbetrieb der Fall: $U_{\text{Netz}} > U_{\text{Batt}}$. Bei $U_{\text{Batt}} > U_{\text{Netz}}$ wird T 125 gesperrt, folglich T 124 leitend und T 123 ebenfalls gesperrt.

Beim Einschalten der Netzspannung wird T 123 solange leitend sein und Strom in die "Wandler-Aus"-Leitung speisen, bis dessen Basis positiver wird als die Basis des T 124, die konstant auf + 10 V liegt. Der Umkipppunkt des ST 1 wird mit P 102 auf eine Leerlaufspannung am Elko C 102 von ≥ 30 V abgeglichen.

ST 2 (T 126, T 127) hat die Aufgabe, nach jedem Einschalten der Betriebsspannung (Netz oder Batterie) den Wandler für ca. 200 ms ausgeschaltet zu lassen. Das bedeutet, daß auch bei Netzkurzunterbrechungen die 200 ms Wartezeit eingehalten werden. Es gelten folgende Einschränkungen: Der ST 2 wird erst bei Betriebsspannungen ≥ 25 V und ab einer bestimmten Dauer der Unterbrechung in Abhängigkeit von der Betriebsspannung wirksam, d.h. T 126 ist für ca. 200 ms leitend und speist Strom in die "Wandler-Aus"-Leitung.

10.2.4. Batterie-Anschluß

An Bu 102 kann eine externe Gleichspannung zwischen 11,5 V und 68 V angelegt werden.

Der Batterieersatz BAZ-2 wird an Bu 103, Bu 104 angeschlossen. Gl 109 leuchtet, wenn sich S 103 in Stellung "Laden" befindet. Ist die zu erwartende Betriebsdauer des BAZ-2 ≤ 20 %, spricht Gl 107 an. Wenn die Batteriespannung des BAZ-2 den Wert + 16,65 V unterschreitet, wird Pkt. 4 Bu 104 auf Batteriespannung gelegt und damit der Wandler mit T 107 ausgeschaltet.

10.3. Referenzoszillator ②

Der Referenzoszillator liefert als Sollwert für die Regelung eine 10-kHz-Wechselspannung, deren Amplitude von der Wahl des Sendepegels und der Einstellung "dB" bzw. "dBm" abhängt. Der maximale Referenzpegel ist, entsprechend dem maximalen Sendepegel, + 0,1 dB. Die Frequenz des Referenzoszillators ist prinzipiell nicht von Bedeutung.

Ein Transistor (T 202) schaltet einen Schwingkreis (C 204, Ü 201) kurz vor dem Spannungsmaximum jeder Periode für kurze Zeit an die konstante Spannung der Referenz-Zenerdiode Gl 202. Die Spannungsamplitude am Schwingkreis wird dadurch direkt von der Zenerdiode vorgeschrieben und ist entsprechend konstant. Durch die hohe Spannungsamplitude von 6,4 V bleibt der Einfluß der Transistorrestspannung auf die Genauigkeit relativ gering.

Die Basis des Schalttransistors T 202 ist gleichspannungsmäßig um so viel negativer als der Emitter, daß die Amplitude der über den Kondensator C 203 rückgeführten Wechselspannung ($\approx 1,6$ V) gerade ausreicht, um den Transistor

10. FUNKTIONSBESCHREIBUNG

im richtigen Moment ein- und auszuschalten. Die Gleichspannung an der Basis entsteht nach dem Anschwingen des Oszillators dadurch, daß der Kondensator C 202 während der gesperrten Zeit des Transistors über den Widerstand R 203 gerade um so viel aufgeladen wird, wie er sich während der sehr kurzen Einschaltzeit über den Widerstand R 204 entladen kann.

Bei normalem Senderbetrieb ist die Diode Gl 201 immer in Sperrichtung gepolt und hat deshalb keinen Einfluß auf den Oszillator, auch nicht beim Anschwingen. Allerdings darf ihr Sperrstrom nicht so groß sein, daß er die Aufladung des C 202 über R 203 ($3,3 \text{ M}\Omega$) beschleunigt. Deshalb wird eine BAY-78 Diode mit geringem Sperrstrom und geringer Temperaturabhängigkeit des Sperrstromes eingesetzt. Sinkt die Anodenspannung der Diode unter die Schwelle von $2,8 \text{ V}$, wird der Oszillator stillgelegt. Die über T 203 rückgeführte Wechselfspannung reicht dann nicht mehr aus, T 202 durchzuschalten, so daß der Schwingkreis ausschwingt.

Der Transistor T 201 ist eingesetzt, damit der Schwingkreis durch die Rückführung nicht zu sehr bedämpft wird.

Der Widerstand R 205 ($3,3 \Omega$) ist nur eingebaut, um am Testpunkt TP den Kollektorstrom des Schalttransistors (T 202) mit einem Oszilloskop leicht beobachten zu können.

An Ü 201 wird die Schwingkreisspannung mit 0, 2, 4, 6 und 8 dB Dämpfung hochohmig abgegriffen. Zur Erhöhung der Teilergenauigkeit ist der Übertrager verschachtelt gewickelt.

Der Trennverstärker IC 201 dämpft das vom Schwingkreis abgegriffene Signal um ca. 15 dB. Durch Änderung seiner Verstärkung wird die Referenzspannung abgeglichen (P 201).

Am folgenden Teilerübertrager Ü 202 kann je nach Einspeisung eine Dämpfung von - 1 dB bzw. 0 dB eingeschaltet werden. Die Abgriffe entsprechen den erforderlichen Referenzpegeldämpfungen für "dBm"-Pegel am Senderausgang, je nach Bezugswiderstand für 600, 150, 135, 124 oder 75Ω .

Mit IC 202 und IC 203 (CMOS-Schalter) wird die gewünschte Verbindung zum folgenden Trennverstärker (IC 204) durchgeschaltet. Ein Schalter ist geschlossen, wenn an seinem hochohmigen Steuereingang eine Spannung von $> + 0,7 \text{ V}$ liegt. Die $100\text{-k}\Omega$ -Widerstände schützen die Schalter vor Zerstörung infolge elektrostatischer Aufladungen während der Fertigung.

Der Trennverstärker IC 204 erhält seine Arbeitspunkt-Gleichspannung vom vorhergehenden Trennverstärker IC 201. Gelangt diese Gleichspannung durch irgendeinen Fehler oder Fehlbedienung (kein Bezugswiderstand für "dBm"-Pegel gewählt) nicht zum Trennverstärker IC 204, so sinkt dessen Ausgangsgleichspannung auf weniger als $2,5 \text{ V}$, und über den Siebwiderstand R 213 und die Diode Gl 201 wird der Eichoszillator ganz stillgelegt (siehe oben). Damit fehlt im PS-12 der Sollwert für die Pegelregelung und der Benutzer des PS-12 wird durch Blinken der Frequenzanzeige auf den Fehler hingewiesen.

Der Kondensator C 209 ermöglicht das Anschwingen des Eichoszillators beim Einschalten.

Mit dem Potentiometer P 202 kann der Referenzpegel stufenlos zwischen 0 und 1,2 dB gedämpft werden. Die Genauigkeit dieser Dämpfung wird mit dem Potentiometer P 203 eingestellt. Dazu muß der Referenzoszillator mit dem Gleichrichtereingangswiderstand (104Ω) belastet werden.

10.4. 6-MHz-Tiefpaß ③

Der Tiefpaß hat die Aufgabe, das im Mischer bei der Umsetzung der Trägerfrequenz 8 bis 14 MHz mit der Zeichenfrequenz 8 MHz entstehende obere Seitenband 16 bis 22 MHz, sowie Zeichen- und Trägerrest und andere unerwünschte Mischprodukte zu sperren (Dämpfung $> 85 \text{ dB}$).

Damit der PS-12 bei schnellem Wobbelbetrieb leicht nachgeregelt werden kann, ist die Welligkeit des Tiefpasses klein gehalten ($\approx 2\%$).

10.5. Vorverstärker ③

Im Vorverstärker wird die Tiefpaß-Ausgangsspannung um 23 dB verstärkt. Die Verstärkung ist bei tiefen Frequenzen durch das Verhältnis R 312 : R 306 bestimmt. Bei hohen Frequenzen wird mit R 311 die Verstärkung so angehoben, daß gerade die Verluste des 6-MHz-Tiefpasses ausgeglichen werden (wichtig für schnellen Wobbelbetrieb).

Mit P 301 muß der Arbeitspunkt des Vorverstärkers (k_2 bei 5 MHz optimal) eingestellt werden. Der Vorverstärker wird mit einer gesiebten Spannung von $+ 10 \text{ V}$ (aus der Siebschaltung des Trägerbegrenzers ⑦) versorgt.

10.6. Endverstärker ③

Die Eingangsstufe ist als Differenzverstärkerstufe (T 311, T 312) mit 13 dB Verstärkung aufgebaut. Ihr Arbeitswiderstand R 355 wird durch die Rückführung über T 315, C 356, R 379 künstlich erhöht. Die Verstärkung ist bestimmt durch die Gegenkopplung vom Ausgangstransistor T 317 über C 357, R 361 zur Basis von T 312.

IC 304 regelt den Gleichstrom durch die Stromspeisestufe T 313 des Differenzverstärkers. IC 303 sorgt dafür, daß dieser Gleichstrom symmetrisch auf die beiden Zweige des Differenzverstärkers verteilt wird (wichtig für kleinen Klirrfaktor k_2).

Die auf den Differenzverstärker folgenden Transistorstufen T 315 und T 317 wirken als Impedanzwandler. Damit ihre Wechselstromaussteuerung und damit der Klirrfaktor möglichst klein ist, wird der Wechselstrom, der durch den Lastwiderstand der Impedanzwandler fließen muß, mit den Transistoren T 316 bzw. T 318 erzeugt, so daß im Idealfall nur der Ruhestrom (I_0) durch die Impedanzwandler fließt (siehe Bild 10-3).

10. FUNKTIONSBESCHREIBUNG

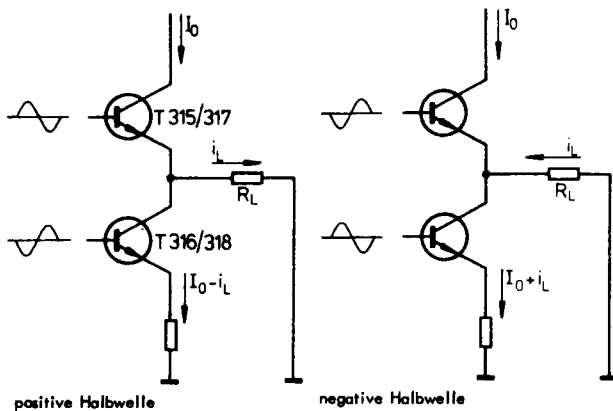


Bild 10-3 Transistorstufe als Impedanzwandler

Dazu müssen die unteren Transistoren (T 316/T 318 in Bild 10-3) mit einer um 180° phasenverschobenen Spannung angesteuert werden. Der obere Transistor sorgt also für die richtige Ausgangsspannung und der untere Transistor übernimmt den Ausgangswechselstrom.

IC 305 hält den Ruhestrom der Endtransistoren konstant.

L 307 verhindert bei hohen Frequenzen zu große kapazitive Lastströme.

G 303 schützt C 364 vor Umpolung durch unzulässige Gleichspannungen am Senderausgang (Bedienungsfehler). Die Brücke o - p darf nur bei ausgeschaltetem Endverstärker zur Reflexionsfaktormessung gesteckt werden.

R 396 berücksichtigt den ohm'schen Leitungswiderstand der Zuleitung zum 10-dB-Teiler (Reflexionsfaktor).

10.7. Ausgangsschaltung ④

10.7.1. 10-dB-Teiler

Der 10-dB-Teiler dämpft den geregelten Ausgangspegel des Endverstärkers ③ entsprechend dem eingestellten Senderausgangspegel in 10-dB-Stufen um 0 bis - 60 dB. Er enthält 4 unabhängige 75-Ω-Dämpfungsglieder, von denen 2 um 10 dB und 2 um 20 dB dämpfen.

Ü 402 verhindert, daß sich der Spannungsabfall, der am Kabel zwischen Endverstärker und 10-dB-Teiler entsteht, zur Geräteausgangsspannung addiert und bei hohen Dämpfungswerten des 10-dB-Teilers Teilungsfehler verursacht.

Der Kondensator C 404 gleicht den Einfluß der Leitungsinduktivität des durchgeschalteten Teilers (Stellung 0 dB) auf den Reflexionsfaktor aus (Abgleich bei 5 MHz). Die Größe dieser Kapazität beeinflusst in geringem Maße den Frequenzgang des PS-12.

10.7.2. Symmetrische Ausgangsteile

Die Sonderausführungen /1 und /2 unterscheiden sich im wesentlichen dadurch, daß bei BN 607/1 die Ausgänge

auf $\approx 0 \Omega$ Innenwiderstand mit um 10 dB erhöhtem Ausgangspegel umgeschaltet werden können.

Tabelle 10-2 zeigt die wichtigsten Daten der beiden Sonderausführungen.

Baunummer	Innenwiderstand	Frequenzbereich
BN 607/1	600 Ω	200 Hz bis 300 kHz
	124/150 Ω	6 kHz bis 6 MHz
BN 607/2	600 Ω	200 Hz bis 20 kHz
	135 Ω	6 kHz bis 300 kHz
	124 Ω	60 kHz bis 6 MHz

Tabelle 10-2 Sonderausführungen

• Erzeugung der symmetrischen Ausgangsspannungen
Wegen der verschiedenen Frequenzbereiche sind 2 bzw. 3 Übertrager in den Ausgangsteilen erforderlich. Die Problematik ist für alle Übertrager prinzipiell gleich, deshalb wird die Schaltung hier am Beispiel des 124-Ω-Übertragers der Ausführung BN 607/1 beschrieben.

Grundsätzlich wird der Übertragungsbereich des Übertragers begrenzt durch die Querinduktivität nach tiefen Frequenzen und durch die Streuinduktivität nach hohen Frequenzen. Eine Erhöhung der Windungszahl - zur Vergrößerung der Querinduktivität - hat eine Erhöhung der Streuinduktivität zur Folge.

Um mit möglichst geringer Windungszahl, d.h. kleiner Querinduktivität auszukommen, wird Ü 401 über C 410 angekoppelt.

C 410 und Ü 401 bilden einen Reihenschwingkreis. Durch Resonanzüberhöhung wird der Pegel am Übertrager angehoben. Durch den Innenwiderstand des 10-dB-Teilers ($R_i = 75 \Omega$) wird der Kreis stark bedämpft, auch liegt die Resonanzfrequenz tief, so daß der Pegel erst unterhalb von 2-3 kHz um ca. 1% angehoben wird.

$R_i = 75 \Omega$ und C 410 bilden mit Ü 401 einen Parallelkreis. Durch den kapazitiven Leitwert von C 410 wird der induktive Leitwert von Ü 401 teilweise kompensiert. Auf der Sekundärseite des Übertragers ist für tiefe Frequenzen fast nur $R_i = 75 \Omega$ wirksam. Auch der Parallelkreis ist stark bedämpft, R_i wirkt als Verlustwiderstand von C 410.

Betrachtung bei hohen Frequenzen :

Die Streuinduktivität liegt in Reihe zum Innenwiderstand ($R_i = 75 \Omega$) und vergrößert diesen mit höherer Frequenz. Die Erhöhung des Innenwiderstandes auf den gewünschten Wert wird auf der Sekundärseite vorgenommen um den Übertrager aus möglichst kleinem Widerstand zu speisen. Dadurch kann die Windungszahl und somit auch die Streuinduktivität klein gehalten werden. Um den Reflexionsfaktor zu verbessern, wird die Streuinduktivität mit C 413 einerseits und C 415 andererseits zum Tiefpaß 3. Grades ergänzt. Bei optimalem Reflexionsfaktor sinkt der Pegel nach hohen Frequenzen stark ab. Der Frequenzgang wird dadurch verursacht, daß der Tiefpaß am Eingang mit 75 Ω und am Ausgang mit ca. 174 Ω abgeschlossen ist. Durch

10. FUNKTIONSBESCHREIBUNG

Verkleinern von C 413 kann der Pegel angehoben werden, der Reflexionsfaktor verschlechtert sich dadurch und zwar steigt hauptsächlich der Realteil des Innenwiderstandes an. Mit R 431 und R 436 wird der Innenwiderstand entsprechend verkleinert. Durch Verändern von R 431, R 436 bzw. C 417, C 420 kann man in gewissen Grenzen den Frequenzgang beeinflussen.

C 416 dient zur kapazitiven Symmetrierung der Ausgangsspannung. Mit C 418 oder C 419 kann man die Unsymmetrie ausgleichen, die durch Übersprechen im Übertrager entsteht.

● Verstärker für $R_i = 0$ in BN 607/1

Die Schaltung ist als 2-stufiger Verstärker (T 401, T 402) mit nachgeschalteter Ausgangsstufe aufgebaut. Die Hauptverstärkung liefert T 402 (45-fach), während T 401 nur ca. 1,6-fach verstärkt. Zur Entkopplung und zur Verkleinerung des Ausgangswiderstandes folgt dem T 402 die Kollektorstufe T 403 mit Stromquelle T 405. Zur leichteren Beherrschung der Stabilität bei beliebiger Last ist die Gegenkopplung in 2 Teilkreise aufgespalten.

Die Hauptgegenkopplung geht vom Emitter T 403 zum Emitter T 401 über R 461. Damit wird die Gesamtverstärkung dieser 2 Stufen auf 3fach festgelegt. Die vom Ausgang auf den Emitter von T 401 wirkende Gegenkopplung durch R 467 bestimmt die Verstärkung vom Eingang zum Ausgang von ca. 4 dB und verbessert den Ausgangswiderstand um den Faktor 2. Kleine Korrekturen in der Verstärkung (ca. $\pm 6\%$) lassen sich durch P 401 vornehmen.

Mit den RC-Gliedern C 427/R 454, C 428/R 460 und C 438/R 477 wird die Ringverstärkung bei hohen Frequenzen stufenweise verkleinert, so daß der Verstärker stabil arbeitet.

Die Ausgangsstufe besteht aus den komplementären Transistoren T 408, T 409 als Emitter-Folger. Der Ruhestrom von 5 mA wird durch P 402 eingestellt. Die Temperaturabhängigkeit der Basis-Emitter-Spannungen von T 408 und T 409 wird durch T 404 kompensiert, der so geschaltet ist, daß sich zwischen Kollektor und Emitter $2 \times U_{BE}$ einstellt mit dem TK von $2 \times U_{BE}$. Für Wechselstrom ist die Schaltung durch C 433 kurzgeschlossen.

Im Fall eines Kurzschlusses am Ausgang wird der Strom der Ausgangsstufen durch die Widerstände R 466 und R 474 begrenzt, so daß keine Zerstörungsgefahr besteht.

Die Siebung der Betriebsspannungen übernehmen die Kondensatoren C 434 und C 432. Da schon bei 100 Hz ein Siebfaktor > 60 dB erforderlich ist, wären sehr große Kondensatoren notwendig. Dies wird mit T 406 und T 407 vermieden. Durch die hohe Stromverstärkung dieser Transistoren kann man im Basiskreis tiefe Grenzfrequenzen mit kleinen Kondensatoren erreichen ohne großen Verlust an Betriebsspannung. Bei Kurzschluß einer Betriebsspannung gegen Masse entlädt sich C 434 bzw. C 432 über die Basis-Emitterstrecke dieser Transistoren. Damit sie nicht sofort durch den Ladungsstoß zerstört werden, ist der Basiswiderstand R 475 bzw. R 464 so groß, daß der Strom auf ca. 50 mA begrenzt wird und damit kurzzeitige Kurzschlüsse ohne Gefahr für die Transistoren sind.

Damit bei den unterschiedlichen Nenn-Belastungen (75 Ω , 124/150 Ω , 600 Ω) der Ausgangspegel des Verstärkers konstant bleibt, wird der Widerstand R 478 als zusätzlicher Lastwiderstand geschaltet.

10.8. Gleichrichter, Differenzverstärker und Hilfs-schaltungen (5)

Diese Baugruppe enthält zwei identische Gleichrichterschaltungen, die die Signale des Sollwerts (10 kHz) und des Istwerts (200 Hz bis 6 MHz) gleichrichten. Die Gleichspannungen werden auf die Eingänge des Differenzverstärkers (IC 503) gegeben, dessen Ausgangsspannung bezogen auf die hochliegende Bezugsspannung der Schaltung (Meßpunkt m) die Regelspannung für den Regelverstärker (6) darstellt. Da die Verstärkung des Regelkreises groß ist und die Kennlinien der beiden Gleichrichter identisch sind, steht am Ausgang des Endverstärkers (Istwert) stets der gleiche Pegel wie am Ausgang des Referenzoszillators (Sollwert).

10.8.1. Trennstufen vor den Gleichrichtern

Die Trennstufen (T 506, T 507 bzw. T 503) sind Impedanzwandler. Der Referenzoszillator (2) muß mit einem definierten Widerstand abgeschlossen sein, weil die Belastung des Spannungsteilers für die Pegelfeinteilung (P 202) in der Eichung der Skala der Pegelfeinteilung berücksichtigt ist. Mit R 509 und der Kurzschlußbrücke t - u kann das Referenzsignal für Prüfzwecke kurzgeschlossen werden, ohne den Referenzoszillator zu gefährden. C 505 schließt das kapazitive Übersprechen kurz, das von der Istwert-Trennstufe (T 503) bei hohen Frequenzen auf den hochohmigen Sollwerteingang gelangen und Frequenzgang verursachen kann. Um das Übersprechen klein zu halten, sind die beiden Trennstufen räumlich getrennt aufgebaut. Die Trennstufe für den Sollwert hat einen Ausgang für den Gleichrichter und einen Ausgang für die Sollwertüberwachung, die bei den Hilfsschaltungen in diesem Kapitel erläutert ist.

Der Trennstufe für den Istwert (T 503) ist ein 6-dB-Teiler vorgeschaltet, der für hohe Frequenzen kompensiert ist (C 512, C 514). Bei tiefen Frequenzen wird mit R 528/C 513 der Frequenzgang des Gleichrichters kompensiert ($\approx 1\%$ bei 200 Hz).

10.8.2. Gleichrichter

Die Gleichrichter, der nachfolgende Differenzverstärker und der Regelverstärker haben eine gemeinsame, hochliegende Bezugsspannung von + 6 V, erzeugt durch R 565 und R 551, gesiebt mit C 526 (Meßpunkt m).

Die positive Halbwelle des Sollwertsignals fließt über R 522/C 508 und über eine Gleichrichterdiode in den Ladekondensator C 522. Die an ihm entstehende Gleichspannung gelangt über R 547 auf den Plus-Eingang des Differenzverstärkers. Während der negativen Halbwelle entlädt sich der Ladekondensator über R 543, jedoch nur

10. FUNKTIONSBESCHREIBUNG

so weit, bis die Gleichspannung am Ladekondensator dem Mittelwert des gleichzurichtenden Signals entspricht. C 508 wird nicht aufgeladen, weil durch ihn dank einer zweiten Diode (in IC 501) der Wechselstrom in beiden Richtungen fließen kann. Der Istwertgleichrichter ist entsprechend aufgebaut.

IC 501 enthält 6 Einzeldioden mit sehr genau übereinstimmenden Kennlinien. Zwei mal zwei davon bilden die beiden Gleichrichter. Mit den beiden anderen Dioden wird eine kleine Gleichspannung erzeugt, die über P 501 die Gleichrichterdioden beider Gleichrichter mit einem geringen Vorstrom beaufschlagt. Dieser Vorstrom linearisiert die Gleichrichtung, wobei die Symmetrie mit P 501 beim kleinsten gleichzurichtenden Pegel eingestellt wird.

Mit Rel 502 kann die Einschwingzeit des Istwertgleichrichters für schnellen Wobbelbetrieb herabgesetzt werden. Die Gleichspannung am Differenzverstärkereingang kann dann viel schneller Istwertspannungsänderungen folgen. Allerdings wird dabei der Regelfehler bei tiefen Frequenzen vergrößert.

Die Einschwingzeitumschaltung mit Rel 503 ist notwendig, weil der Gleichspannungsanteil des Mischerausgangs in geringem Maße trägerfrequenzabhängig ist. Dies führt dazu, daß bei schnellen Trägerfrequenzänderungen diese Gleichspannungsänderung vom Mischerausgang durch die Verstärker bis zum Gleichrichter gelangt und die Pegelregelung beeinflussen kann. Deshalb wird bei schnellem Wobbelbetrieb die Kopplung des Gleichrichters an die Istwert-Trennstufe für tiefe Frequenzen verkleinert (Regelfehler bei tiefen Frequenzen).

Die Diode G1 506 sorgt für eine definierte Regelspannung bei Sollwertunterbrechung (siehe bei Hilfsschaltungen). Der Sperrstrom der Diode darf den Gleichrichter nicht beeinflussen, deshalb ist der Typ BAY 73 eingesetzt.

10.8.3. Differenzverstärker IC 503

Die minimale Ausgangsspannung der Gleichrichter ist etwa 200 mV. An die Offsetsigenschaften des Verstärkers werden daher hohe Anforderungen gestellt: eine Änderung der Offsetspannung um 2 mV verursacht einen Regelfehler von 0,1 dB. Aus diesem Grund wird die Offsetspannung des Differenzverstärkers mit P 502 abgeglichen. Mit Rel 501 wird die Einschwingzeit des Differenzverstärkers umgeschaltet. Die Dioden G1 517 und G1 516 schützen die Kondensatoren C 534 und C 535 vor unzulässigen Sperrspannungen.

10.8.4. Hilfsschaltungen

Einschwingzeit-Umschaltung

Bei Wobbelbetrieb des PS-12 mit dem WZ-6 veranlaßt der WZ-6 das Umschalten (flink/träge) der Einschwingzeit. Über R 589 erhält der WZ-6 eine 12-V-Steuerspannung. Das Umschaltsignal wird mit T 522, T 521 verstärkt und an Rel 501, Rel 502 und Rel 503 geliefert.

Regelspannungsbegrenzung

Die Zenerdiode G1 507 begrenzt die Ausgangsspannung des Differenzverstärkers auf +10 V und damit die Regelspannung auf +4 V (Regelspannung = Ausgangsspannung des Differenzverstärkers - Bezugsspannung 6 V). Die Begrenzung ist notwendig, weil die Verstärkung des Regelverstärkers für Regelspannungen $> +4$ V wieder abnimmt und der Regelkreis dann nicht mehr eindeutig arbeiten könnte.

Regelspannungsüberwachung, Multivibrator

Erreicht die Regelspannung infolge einer Störung des Istwertes einen bestimmten Wert, so wird über T 513, T 514, T 515 und T 516 die Stromversorgung für den Multivibrator T 517, T 518 eingeschaltet, der damit die Frequenzanzeige des PS-12 zum Blinken bringt. Die Frequenzanzeige kann auch bei Fremdsteuerung blinken (s. bei 10.10.4.).

Sollwertüberwachung

Damit auch eine Störung (Unterbrechung) des Sollwertes über die blinkende Frequenzanzeige gemeldet werden kann, wird die Sollwertspannung mit IC 504 verstärkt und mit G1 504 gleichgerichtet. Fehlt diese gleichgerichtete Spannung, so wird über G1 505 die Stromversorgung für den Multivibrator (s.o.) eingeschaltet. C 532 verzögert dies, damit bei nur kurzfristigen Unterbrechungen (Umschalten am Referenzoszillator) keine Störung gemeldet wird.

Definierte Regelspannung bei Sollwertunterbrechung

Kommt am Gleichrichtereingang kein Sollwert an (Fehlbedienung, Fehler), so geht auch der Istwert zunächst gegen Null. Ist am Eingang der Gleichrichter Soll- und Istwert zu Null geworden, wird der Differenzverstärker (IC 503) nur noch von der Offsetspannung und der Differenz der Vorspannungen über R 543 und R 544 angesteuert. Die Größe der Regelspannung wäre also (innerhalb der Regelspannungsgrenzen) vom Zufall abhängig; ein Signal aus der Sollwertüberwachung (T 512, G1 506) beeinflusst in diesem Fall die Gleichrichterausgangsspannung so, daß die Regelspannung stets klein bleibt (untere Grenze).

10.8.5. Pegelaustastung

Durch Betätigen des Schalters S 501 oder durch Fernsteuerung über Bu 501 kann der Pegel ausgetastet werden. In diesem Fall leiten T 520 und T 521. Dadurch verschiebt sich die Spannung am negativen Eingang von IC 503 in die positive Richtung. Die Regelspannung sinkt ab und der Pegel geht auf ca. -75 dB zurück. IC 505 läßt die Regelspannung nur auf ca. 5,3 V absinken. Sonst würde beim Eintasten des Pegels zuviel Zeit vergehen, bis die Kondensatoren C 534 und C 535 umgeladen sind.

Beim Eintasten des Pegels wird T 509 für ca. 190 ms gesperrt. Dadurch erhöht sich die Spannung an R 506. Über R 504, G1 520 und R 590 können die Kondensatoren C 534 und C 535 relativ schnell umgeladen werden. Sobald die Regelspannung (nach ca. 150 ms) so groß geworden ist wie die Spannung an R 506, schaltet IC 505 um (Pegel ca. -30 dB).

10. FUNKTIONSBESCHREIBUNG

Gl 520 sperrt. Der Regelkreis kann jetzt selbst in ausreichender Zeit den Sollwert erreichen.

10.9. 8-MHz-Oszillator, Teiler, Regelverstärker, 8-MHz-Tiefpaß (6)

10.9.1. Quarzoszillator 8 MHz

Der 8-MHz-Quarzoszillator OS 601 erzeugt die Zeichenfrequenz für den Mischer und dient als Zeitbasis für die Frequenzanzeige.

Die gedruckte Schaltung ist so konstruiert, daß Oszillatoren von der Firma Valvo oder von der Firma ITT eingebaut werden können, obwohl sie verschiedene Anschluß-Lochgruppen haben und verschiedene Elemente (C 602 bzw. P 601) zum genauen Frequenzabgleich benötigen. Die Quarzoszillatoren liefern eine sägezahnförmige Spannung.

Die Trennstufe T 607 verhindert, daß im 2 : 1 Frequenzteiler entstehende Störungen (besonders die 4 MHz) auf das 8-MHz-Signal zurückwirken.

Am Potentiometer P 602 wird der Zeichenpegel eingestellt (siehe Pegelplan Bild 7-5).

10.9.2. Teiler 2 : 1 und 400 : 1

Der Frequenzzähler (17) des PS-12 benötigt als Zeitbasis eine genaue 10-kHz-Frequenz, die durch Teilung der 8-MHz-Quarzoszillatorfrequenz gewonnen wird. Das erste Glied der Teilerkette ist der 2 : 1 - Teiler. Er ist als einfaches Flip-Flop mit Einzeltransistoren (T 611, T 612) ausgeführt, weil die Frequenz für einen CMOS-Baustein zu hoch wäre und ein TTL-Baustein zu viel Strom aufnehmen würde.

Die Trennstufen vor dem 2 : 1 -Teiler vermeiden, daß auf das Zeichensignal für den Mischer Störungen aus der Teilerkette gelangen. Aus diesem Grunde ist die Trennstufe relativ aufwendig mit Kollektor- (T 610) und Basisstufe (T 609) und 8-MHz-Schwingkreis (L 603, C 640) als Arbeitswiderstand ausgelegt.

C 652 in der Trennstufe nach dem 2 : 1 -Teiler läßt den Eingangswiderstand der Trennstufe trotz Basisspannungsteiler hochohmig erscheinen; C 653 erhöht die Verstärkung der Trennstufe für hohe Frequenzen (erhöhte Flankensteilheit).

Mit C 635 können sehr hochfrequente Mischprodukte unterdrückt werden.

Mit dem folgenden 400 : 1 -Teiler wird die erforderliche 10-kHz-Frequenz erreicht. Die beiden Flip-Flops (IC 601) und die beiden 10 : 1 -Teiler (IC 602, IC 603) sind mit leistungssparenden CMOS-Bausteinen realisiert.

10.9.3. Regelverstärker

Mit dem Regelverstärker wird der Zeichenpegel (8 MHz) für den Mischer so eingestellt, daß der Sendepegel seinen

Sollwert erreicht. Stellgröße ist die Regelspannung an Pkt.6, bezogen auf Pkt.60 :

positive Regelspannung (+0,5 V)	große Verstärkung ($\approx +20$ dB)
negative Regelspannung (-0,5 V)	kleine Verstärkung (≈ -40 dB)

Die Regelspannung wird mit einer geschirmten Leitung durch das Gerät geführt, weil Störspannungen wegen der geforderten schnellen Einschwingzeit der Regelung kaum gesiebt werden können. Nur hochfrequente Störspannungen werden durch C 621 und L 609 vom Regelverstärker ferngehalten.

Ist eine niederfrequente Störspannung auf der Regelspannung (z.B. 10 kHz), so moduliert der Regelverstärker diese Störspannung auf das 8-MHz-Zeichen und die Störspannung erscheint als Seitenlinie am Senderausgang.

Arbeitsweise : T 603 erzeugt aus der 8-MHz-Zeichenspannung einen konstanten Zeichenstrom, der sich ebenso wie der Arbeitspunktgleichstrom je nach Größe der Regelspannung auf T 602 und T 601 aufteilt :

großer Strom durch T 602 große Zeichenspannung am Schwingkreis C 607/L 601

kleiner Strom durch T 602 großer Strom durch T 601 und durch Gl 612; Gl 612 niederohmig; Schwingkreis bedämpft (R 607); niedrige Zeichenspannung am Schwingkreis.

Die Kennlinie des Regelverstärkers, Verstärkung = f (Regelspannung), kann in 6 Bereiche aufgeteilt werden (s. Bild 10-4).

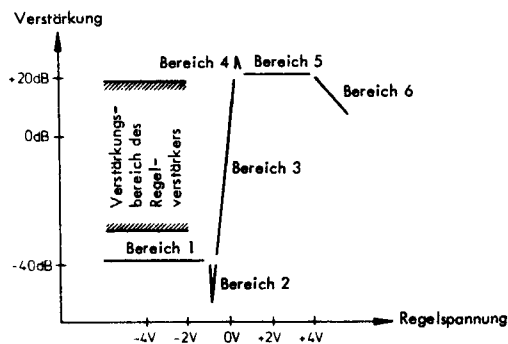


Bild 10-4 Kennlinie des Regelverstärkers

Bereich 1 : T 602 völlig gesperrt, Pegel durch Übersprechen bedingt

Bereich 2 : T 602 beginnt zu leiten und kann den Übersprechpegel kompensieren, wodurch der Dämpfungspol entsteht

Bereich 3 : normaler Arbeitsbereich (T 601 und T 602 teilweise leitend)

Bereich 4 : Die Amplitude am Schwingkreis L 601/C 607 erreicht die Schwellspannung der Diode Gl 612 (0,7 V). Die 8-MHz-Grundwelle wird durch diese Verzerrung bedämpft (ca. 0,5 bis 1,5 dB).

10. FUNKTIONSBESCHREIBUNG

Bereich 5: T 602 voll leitend, T 601 und G1 612 voll gesperrt. Eine leichte pos. oder neg. Steigung der Regelkennlinie (max. $\frac{0,5 \text{ dB}}{3 \text{ V}}$) kann in diesem Bereich auftreten, wenn sich der Innenwiderstand des T 602 mit seiner Kollektor-Emitterspannung ändert.

Bereich 6: Beim Transistor T 602 ist die Kollektor-Emittergleichspannung kleiner als die Wechselspannungsamplitude geworden, d.h. T 602 ist übersteuert.

Die Regelkennlinie darf in dem Verstärkungsbereich, in dem der Regelverstärker eindeutig arbeiten muß, keine Steigung < 0 haben, d.h. die Kennlinienbereiche 1, 2, 4, 5 und 6 müssen außerhalb dieses Verstärkungsbereiches liegen. Weil der Kennlinienbereich 6 dieser Forderung nicht gerecht wird, ist die Ausgangsspannung des Differenzverstärkers (IC 503) auf 10 V begrenzt (siehe Abschnitt 10.8.4.). Die 10 V ergeben sich aus: 11 V gesiebtete Betriebsspannung - 1,1 V maximale Wechselspannungsamplitude - 0,4 V minimale Kollektor-Emitterrestspannung + 0,7 V Emitter-Basisspannung = 10,2 V (siehe Bild 10-5).

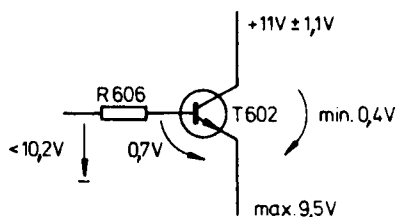


Bild 10-5 Spannungen an T 602

10.9.4. Tiefpaß 8 MHz

Der 8-MHz-Tiefpaß hält Oberwellen des Zeichensignals und andere höherfrequente Störungen vom Mischer fern, weil sie sonst als unerwünschte Mischprodukte Störlinien am Senderausgang darstellen. Oberwellen des Zeichensignals kommen bereits aus dem Quarzoszillator, andere höherfrequente Störungen können aus den benachbarten Teilern 2 : 1 und 400 : 1 auf das Zeichensignal gelangen.

Daten des Tiefpasses:
Wellenwiderstand 281 Ω , Filter 7. Grades, beabsichtigter Dämpfungspol bei 16,0 MHz (1. Oberwelle), zufällige Dämpfungspole bei 19,4 MHz und 33,7 MHz.

10.10. Mischer, Trägerbegrenzer, Trägerumschalter ⑦

10.10.1. Mischer

Der Mischer erzeugt das Sendesignal (200 Hz bis 6 MHz) durch Umsetzen der zwischen 8,0002 und 14 MHz veränderbaren Trägerfrequenz mit der 8-MHz-Zeichenfrequenz. Der Umsetzer ist ein Ringmodulator.

Das Prinzip: Der Zeichenstrom fließt durch einen Übertrager (Ü 703), dessen symmetrische Sekundärwicklung eine Mittelanzapfung hat. An der Mittelanzapfung ist der

Arbeitwiderstand nach Masse angeschlossen. Sobald eine Seite der Sekundärwicklung nach Masse geschaltet ist (s. Bild 10-6), liegt am Arbeitwiderstand die Zeichenspannung. Wird die andere Seite der Sekundärwicklung nach Masse geschaltet, ist bei gleicher Flußrichtung im Übertrager die Zeichenspannung am Arbeitwiderstand gegenüber vorher um 180° gedreht, weil jetzt der Strom in anderer Richtung durch den Arbeitwiderstand fließen muß.

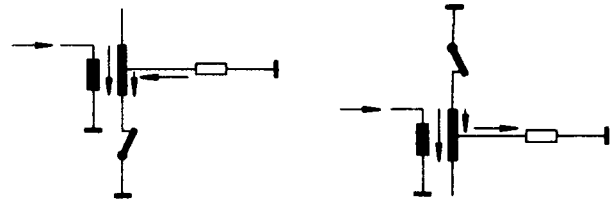


Bild 10-6 Prinzip des Mixers

Im Ringmodulator wird die Umschaltung im Takt der Trägerfrequenz mit Dioden (IC 701) vorgenommen. Der Zeichenstrom fließt dann über das jeweils durchgeschaltete Diodenpaar von beiden Seiten in Ü 701 hinein und über dessen Mittelzapfung über C 705 nach Masse.

Der Schaltstrom zum Durchschalten der Diodenpaare wird im Ü 701 induziert, indem abwechslungsweise T 721 und T 722 durch das Trägersignal eingeschaltet werden.

Der Mischer liefert an seinem Ausgang unerwünschte Mischprodukte,

- wenn das 8-MHz-Zeichensignal verklirrt ankommt oder im Mischer verklirrt wird. Der 8-MHz-Tiefpaß ⑥ vor dem Zeicheneingang sorgt dafür, daß das Zeichen nicht verklirrt ankommt, und ein möglichst kapazitätsarmer und symmetrischer Aufbau bzw. gleich große Dioden-Durchschaltwiderstände erreichen, daß es nicht verklirrt wird.
- wenn die beiden Seiten der Sekundärwicklung des Zeichenübertragers ungleich lange nach Masse geschaltet sind. Dies ist der Fall, wenn die schaltenden Trägerrechtecksignale unsymmetrisch sind, ein Tastverhältnis $\neq 1 : 1$ haben oder die Anstiegszeiten der Rechtecke ungleich sind. Der kapazitivarme und symmetrische Aufbau des Mixers und des Trägerbegrenzers sorgen für symmetrische Trägerrechtecksignale, der Tiefpaß vor dem Trägerbegrenzer sichert eine Aussteuerung im Tastverhältnis 1 : 1.

Die Verwendung des IC 701 hat gegenüber einem Diodenquartett den Vorteil, daß die Schwellspannungen der Dioden auch bei Temperaturänderungen untereinander gleich bleiben. C 703 gleicht unterschiedliche Schaltkapazitäten der Leiterbahnen aus.

Der Mischer erhält seine Betriebsspannung aus einer Siebschaltung mit T 703, die zur Verkleinerung der Netzbrummeinflüsse erforderlich ist (siehe auch 10.10.3.).

R 716 und R 711 sind notwendig zur Entkopplung von Mischer und 8-MHz-Tiefpass. Die beiden Widerstände dämpfen das Zeichensignal um ca. 4 dB.

10. FUNKTIONSBESCHREIBUNG

10.10.2. Trägerbegrenzer

Der Trägerbegrenzer hat die Aufgabe, das Trägersignal zu verstärken und in seiner Amplitude zu begrenzen, damit exakte Rechteckspannungen entstehen, mit denen der Mischer angesteuert werden kann.

Die Verstärkung und Begrenzung wird durch zwei in Reihe geschaltete Differenzverstärker (IC 703) erreicht, die außerdem ein symmetrisches Ausgangssignal zur Verfügung stellen. Die Rechteckspannungen sollen möglichst steile und gleiche Flanken haben (vgl. 10.10.1.), deshalb muß auf einen kapazitätsarmen und symmetrischen Aufbau geachtet werden.

Damit die Rechteckspannungen ein Tastverhältnis von 1:1 haben, muß der Trägerbegrenzer mit einer sinusförmigen Spannung angesteuert werden. Deshalb ist dem ersten Differenzverstärker (IC 703 Pkt.4) ein Tiefpaß vorgeschaltet.

Die Differenzverstärker IC 703 sind auch gleichstrommäßig in Reihe geschaltet, um Strom zu sparen. Aus demselben Grund sind die Transistoren T 701 und T 702 in den Spannungsteiler für die Basisspannungen eingesetzt. Zur Verkleinerung der Netzbrummeinflüsse wird dieser Spannungsteiler aus der Siebschaltung T 703 gespeist.

10.10.3. Trägerumschalter

Die Sendefrequenz des PS-12 kann entweder durch den eingebauten Steueroszillator (BN 640) oder extern an der Buchse "Fremdsteuerung" (Bu 702 (7)) z.B. durch den SPM-12 gesteuert werden. Die Umschaltung auf Fremdsteuerung erfolgt automatisch, sobald vom Innenleiter der Buchse Bu 702 ein Gleichstromweg nach Masse mit weniger als 500 k Ω besteht, d.h. sobald dort ein Fremdsteueroszillator ($R_i = 75 \Omega$) eingesteckt ist. Dann sind T 711 und T 710 leitend, T 708 sperrt den Gleichstrom für T 706 und schaltet T 705 durch. Mit T 705 wird der interne Steueroszillator (BN 640) abgeschaltet.

10.11. Steueroszillator (8)

Der Oszillator ist eine selbständige Einheit mit eigener Baunummer (BN 640), weil er auch in anderen W&G-Geräten verwendet wird. Ein frei schwingender LC-Oszillator erzeugt die Trägerfrequenz des Senders, die zwischen 8 MHz und 14 MHz kontinuierlich mit einem Drehkondensator (C₁) eingestellt wird.

Der Schwingkreis L 1, C 1 wird von T 1 über die Basisstufe T 8 hochohmig gespeist. Die Rückkopplung des Schwingkreises auf den Emitter von T 1 erfolgt über T 2, damit die Belastung klein ist. Über T 2 wird gleichzeitig die Basisstufe T 5 angesteuert. Die Wechselspannung wird mit T 5 verstärkt und gelangt über die beiden Trennstufen T 6 und T 7 zu St 2 und St 3.

T 3 und T 4 liefern eine Rechteckspannung an St 1. Die 3 Ausgänge des Steueroszillators führen folgende Signale :

- St 1 Rechteckspannung < 5 V (TTL-kompatibel); wird für die Frequenzmessung benutzt (s. 10.12.).
- St 2 Sinusförmige Spannung, ≈ -10 dB bei 75- Ω -Abschluß, mit Gleichstromdurchgang (10 k Ω); wird im PS-12 nicht benutzt.
- St 3 Sinusförmige Spannung, ≈ -10 dB bei 75- Ω -Abschluß, wird als internes Trägersignal benutzt.

Bei Fremdsteuerung des PS-12 wird der Steueroszillator über Bu 1, Pkt.2 durch Sperren vom T 1 stillgelegt (siehe auch bei 10.10.4.).

10.12. Anzeigeschaltung (17)

Der Zähler mit Anzeigeschaltung ist vom SPM-12/BN 608 übernommen. Die Schaltung hat die Aufgabe, die Ausgangsfrequenz des PS-12 zur Anzeige zu bringen, indem sie im Prinzip die Differenz von Träger- und Zeichenfrequenz bildet. Die Zeichenfrequenz erhält der Zähler durch Teilung der genauen 8-MHz-Quarzoszillatorfrequenz als 10-kHz-Signal (s. 10.9.2.), die variable Trägerfrequenz kommt direkt aus dem Trägeroszillator BN 640.

10.12.1. Torschaltung und 4:1-Teiler (Platine 608-U)

Das Trägersignal gelangt über das Tor IC 1725/4.4 zum 4:1-Teiler IC 1729. Ein Digitalfehler entsteht dadurch, daß die Anzahl der Impulse während der Torzeit vom Öffnungszeitpunkt des Tors abhängt. Der 4:1-Teiler gewährleistet, daß der Zähler für eine bestimmte Frequenz immer dieselbe Anzahl von Impulsen erhält.

Eine Decodierschaltung nach den beiden Teiler-FF liefert die Teilerzustände 3 ($\hat{=}$ HH) und 0 ($\hat{=}$ LL) an zwei weitere Flip-Flops (IC 1727), die speichern, welcher Zustand zuletzt decodiert wurde. Nach dem Setzen des einen FF wird das andere zurückgesetzt (verzögert durch RC-Glied); somit kann das anschließende Flip-Flop (IC 1726/4.1+4.3) speichern, ob zuletzt ein Zustandsübergang 0 \rightarrow 3 oder 3 \rightarrow 0 im 4:1-Teiler stattfand. Abhängig davon wird der Teiler auf die Zustände 1 und 3 vorge setzt.

Bild 10-7 zeigt die zeitliche Zuordnung des Decodier- und Setzvorganges zum Torsignal.

Tabelle 10-1 enthält Beispiele für die Arbeitsweise der Teilerschaltung.

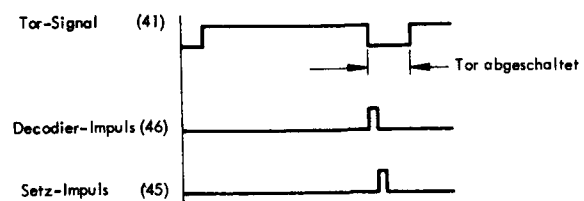


Bild 10-8 Steuerung des 4:1-Teilers

10. FUNKTIONSBESCHREIBUNG

Anzahl der Impulse am Teiler Eingang	Zustandsfolge des 4:1-Teilers (1. Zustand gesetzt)	Anzahl der Impulse am Teiler Ausgang (Ausgangsimpuls bei 3 → 0 Übergang)
12	③ 0 1 2 3 0 1 2 3 0 1 2 3	3
11	① 2 3 0 1 2 3 0 1 2 3 0	3
8	③ 0 1 2 3 0 1 2 3	2
6	① 2 3 0 1 2 3	1
7	① 2 3 0 1 2 3 0	2
8	③ 0 1 2 3 0 1 2 3	2
12	① 2 3 0 1 2 3 0 1 2 3 0 1	3

Tabelle 10-1 Beispiele der 4:1-Teilung, die Pfeile markieren die Ausgangsimpulse des Teilers

10.12.2. Steuerteil und Zählerkette (Platine 608-T3)

Das Steuerteil erzeugt die drei Steuersignale Tor (Pkt. 50), Zwischenspeichern bzw. Decodieren (IC 1710/4.1) und Setzen (IC 1704/2.1). Es besteht aus einer Kette von 10:1-Zählern, der die Basisfrequenz 10 kHz zugeführt wird.

Bild 10-9 beschreibt einen Meßzyklus mit einer Torzeit von 40 ms ($\hat{=}$ 100-Hz-Auflösung der Anzeige). Bei einer Torzeit von 400 ms ($\hat{=}$ 10-Hz-Auflösung) ist IC 1720/4.1 gesperrt und das Tor-FF IC 1724/2.1 wird erst dann über IC 1720/4.1 zurückgesetzt, wenn das Gatter 1710/4.4 den Zustand 40 (von IC 1713, IC 1712) decodiert; der restliche Ablauf bleibt gleich.

Die Meßzeiten 40 ms und 400 ms werden mit S 1701 über FF IC 1724/2.2 durch Umschalten des Setzsignals (Pkt. 45) gewählt. So kann nur während der Meßpausen (Torsignal $\hat{=}$ L) umgeschaltet werden.

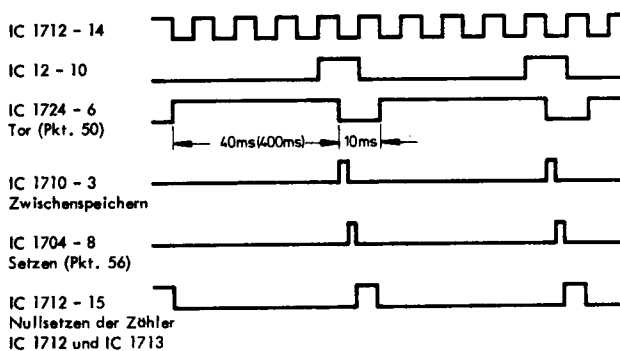


Bild 10-9 Ablauf eines Meßzyklus mit Torzeit 40 ms

Die Zählerkette besteht aus fünf hintereinandergeschalteten BCD-Zählern. Jedem Zähler ist ein Zwischenspeicher mit einem Decoder/Treiber zugeordnet.

Nach Ablauf der Torzeit wird das Zählerergebnis mit dem vom Steuerteil gelieferten Zwischenspeicherimpuls in die Zwischenspeicher übernommen; die Zähler werden anschließend auf Null gesetzt. Der Zähler für die höchstwertige Stelle (IC 1703) ist vorsetzbar. Bei der kurzen Meßzeit (40 ms) wird mit dem Nullsetzimpuls der Zähler

über die BCD-Paralleleingänge auf 2 = LLHL vorgesetzt, bei der langen Meßzeit auf Null $\hat{=}$ LLLL. Das Vorsetzen der höchstwertigen Zählerstelle ermöglicht auf einfache Weise die Bildung der Sendefrequenz als Differenz von Träger- und Zeichenfrequenz:

$$f_s = f_T - f_z = f_T - 8 \text{ MHz} = f_T + 2 \text{ MHz} - 10 \text{ MHz}$$

bei Meßzeit von 40 ms:

Der 2-MHz-Anteil wird durch Setzen der Zählerstelle 10³ kHz auf 2 zur Trägerfrequenz addiert. Der 10-MHz-Anteil fällt als Übertrag in die nicht vorhandene Zählerstelle 10⁴ kHz automatisch weg.

bei Meßzeit 400 ms:

angezeigt wird nur noch bis zur Zählerstelle 10² kHz, die vor Meßbeginn auf 0 zu setzen ist.

10.13. Batteriezusatz BAZ-2, BN 836

Der Batteriezusatz BAZ-2 enthält außer den Batteriezellen drei Schaltungsteile für Ladekontrolle, Tiefentladeschutz und Ladeschaltung.

10.13.1. Ladekontrolle

Bei einer Batteriespannung von 11,9 V signalisiert die Leuchtdiode GI 107, daß die Batterie eine Restladung von 20% besitzt. Zum Nachladen der Batterie wird ein Schmitttrigger (T₁, T₂), ein Schalttransistor (T₃) und ein Teiler (R₁, R₂, R₃ und P₁) benötigt.

Eine Batteriespannung von 12,8 V bewirkt folgenden Schaltungszustand: Transistor T₁ und Transistor T₃ leitend, Leuchtdiode GI 107 überbrückt; Transistor T₂ gesperrt. Bei sinkender Batteriespannung kippt der Schmitttrigger in den Zustand "T₁ gesperrt, T₂ leitend". T₃ sperrt ebenfalls und somit leuchtet GI 107. Die Batterie kann jetzt durch die Ladeschaltung nachgeladen werden. Bei Erreichen der Betriebsspannung von 12,8 V kippt der Schmitttrigger in die Ausgangslage zurück.

Der Widerstand R₄ bestimmt die Schalthysterese, der Kondensator C 1 siebt Störspitzen an der Basis von T₁.

10.13.2. Tiefentladeschutz

Wird bei abfallender Batteriespannung ein Grenzwert von 11,1 V erreicht, schaltet der Tiefentladeschutz den Wandler aus. Ein vollständige Entladung der Batterie wird dadurch verhindert.

Ein Schmitttrigger (T₄, T₅) befindet sich im Zustand "T₄ leitend, T₅ gesperrt" solange die Batteriespannung größer als 11,1 V ist. Der Teiler R₇, R₉, R₁₀ und P₂ ist so dimensioniert, daß der Schmitttrigger kippt wenn die Batteriespannung den Wert 11,1 V unterschreitet. Transistor T₅ ist nun leitend und es fließt ein Strom von 2 mA über die Kollektor-Emitter-Strecke in das Sperrwandler-Netzteil, das über T₁₁₀ ausgeschaltet wird. Der Schmitttrigger kippt bei einer Batteriespannung von 12,0 V in

10. FUNKTIONSBESCHREIBUNG

seine Ausgangslage zurück und der Wandler wird wieder eingeschaltet. Die erforderliche Schalthysterese ist durch den Widerstand R 7 bestimmt. R 16 ist ein Schutzwiderstand und die Diode Gl 5 hält eventuell auftretende positive Spitzen vom Kollektor des Transistors T₅ fern.

10.13.3. Ladeschaltung

Die Leuchtdiode Gl 109 und der Widerstand R 177 werden kurzgeschlossen, wenn sich der Schalter S 103 in Stellung "Messen" befindet. Der Basisspannungsteiler R 13, R 14 und P 3 ist so dimensioniert, daß sich mit P 3 ein Pufferstrom von 50 mA einstellen läßt, mit dem die Batterie während des Meßbetriebes (PS-12 am Netz) geladen wird. Ist S 103 in Stellung "Laden", wird die Batterie über den Ladewiderstand R 11, die Kollektor-Emitterstrecke von T 7 und die Diode Gl 2 mit einem Strom von 400 mA geladen.

Zur Ansteuerung der Stromspeisestufe T₇, T₈ wird der Basisspannungsteiler mit Gl 107 und R 177 erweitert. LED Gl 107 ist in Durchlaßrichtung gepolt und zeigt die Betriebsart "Laden" an.

Da die Eingangsspannung des BAZ-2 von der am PS-12 angelegten Netzspannung abhängt, wird zur Stabilisierung der Ladeschaltung eine Zenerdiode Gl 1 benötigt, die dem Basisspannungsteiler eine konstante Spannung von 15 V liefert.