ROHDE & SCHWARZ
MÜNCHEN

Beschreibung

UNIVERSAL-MESS-SENDER SMDU

FUNKGERÄTEAUSFÜHRUNG	249.3011.06
FUNKGERÄTE UND	249.3011.09
NAVIGATIONSAUSFÜHRUNG	249.3011.07

ENGLISH MANUAL FOLLOWS FIRST COLOURED DIVIDER

BAND I

Beschreibung besteht aus 2 Bänden

Printed in West Germany Zusammengestellt nach 295.2495

Inhaltsübersicht

Bilder

2. Betriebsvorbereitung und Bedienung

In diesem Abschnitt vorkommende Werte sind nicht garantiert; verbindlich sind nur die Technischen Daten im Datenblatt.

2.1 Legende zu den Bedienbildern

Hierzu Bild 2-1

Die Positionen 4 bis 9 bezeichnen die Bedienelemente der Synchronisation SMDU-B1, die nachträglich eingebaut werden kann.

Pos.-Nr.	Beschriftung	Funktion
1	392-525 784-1050 286-395 572-790 196-290 510-580 118-198 85-119 63,5-88 49-64,5 0,14-50	Drucktasten zum Wählen des Frequenzbereiches. Die rote Beschriftung bei den oberen drei Bereichen (510...1050) ist gültig, wenn bei eingebauter 1,05-GHz-Frequenzerweiterung SMDU-B3 oder eingebautem 1,05-GHz-Frequenzverdoppler SMDU-B5 die Taste 2 gedrückt ist.
2		Verdopplertaste. Ist diese Taste gedrückt, so werden die oberen drei Frequenzbereiche verdoppelt, wenn die 1,05-GHz-Frequenzerweiterung SMDU-B3 oder der 1,05-GHz-Frequenzverdoppler SMDU-B5 eingebaut ist. Es gelten dann die roten Beschriftungen.
3		Digitale Frequenzanzeige. Mit den Tasten 11 werden Betriebsart und Frequenzbereich gewählt, es können die interne HF oder NF oder die extern über die Buchsen 45, 46, 47 zugeführten Frequenzen gemessen werden. Mit Taste 10 kann die Auflösung verzehnfacht werden.
4	SYNCHRON	Taste zum Einschalten der Synchronisation. Synchronisation nicht möglich, wenn Taste 11 EXT. 20...525 MHz gedrückt ist. Bei eingeschalteter Synchronisation leuchtet die Lampe 5 auf. Den Synchronisationszustand zeigt Instrument 6 an.
5		Anzeigelampe, leuchtet auf, wenn die Synchronisation in Betrieb ist.
6	CONTROL VOLT.	Instrument zur Anzeige des Synchronisationszustandes.

Pos.-Nr.	Beschriftung	Funktion
7	RASTERABST. 12,5/20/25/50/100/ 150 kHz	Schalter zum Wählen des Rasterabstandes der Synchronisation. Bei eingeschalteter Synchronisation (Taste 4 und eine der Tasten 11 mit Ausnahme von EXT. 20-525 MHz gedrückt) und beim Drehen der Feinabstimmung 50 springt die Sendefrequenz um den gewählten Rasterabstand weiter.
8	FEINVERST.	Taste zum Einschalten der Feinverstimmung. Die synchronisierte Senderfrequenz wird mit dem Drehknopf 9 feinverstimmt.
9	FREQ. FINE	Doppel-Drehknopf zum Feinverstimmen der synchronisierten Senderfrequenz (hierbei muß 8 gedrückt sein). Unterer Knopf: 1 Umdr. ≙ etwa 10 % Rasterabstand Oberer Knopf: 1 Umdr. ≙ etwa 0,1 % Rasterabstand
10	AUFLÖS. x10	Taste zum Verzehnfachen der Auflösung der Frequenzanzeige 3 .
11	0,5-1 GHz 20-525 MHz } EXT. 15 Hz-30 MHz HF NF } INT.	Tasten zum Wählen der Betriebsart und des Frequenzbereiches der Frequenzanzeige 3 . Es können interne (INT.) oder externe (EXT.) Frequenzen gemessen werden, externe Signale werden an den Buchsen 45 , 46 oder 47 eingespeist. Frequenzen von 525 bis 1 GHz können nur mit eingebautem 1-GHz-Frequenzmesser SMDU-B4 gemessen werden.
12	MOD. INT. EXT.	Tasten zum Einschalten der Amplitudenmodulation und zum Wählen von interner oder externer AM. Bei externer AM wird das Signal an Buchse 51 eingespeist. Bei gedrückter Taste AM 23 zeigt Instrument 15 den mit 35 eingestellten Modulationsgrad an.
13	PREEMPH. 6 dB/OKT.	Tasten zum Einschalten einer Preemphasis von 6 dB/Oktave bei FM.
14	MOD. INT. FM EXT.	Tasten zum Einschalten der Frequenzmodulation und zum Wählen von interner oder externer FM. Bei externer FM wird das Signal an Buchse 52 eingespeist. Bei gedrückter Taste FM 23 zeigt Instrument 15 den mit 17 eingestellten Frequenzhub an.

Pos.-Nr.	Beschriftung	Funktion
15		Instrument zur Anzeige von Frequenzhub, Phasenhub, Modulationsgrad, Spannung am Modulationsgeneratorausgang 41, Spannung am NF-Voltmetereingang 44 oder Klirrfaktor oder SINAD-Wert. Die Anzeigeart wird mit den Tasten 23, der Anzeigebereich mit Schalter 22 gewählt. Die Leuchtanzeige 16 zeigt Maßeinheit und Anzeigebereich an.
16		Leuchtanzeige für die mit den Tasten 23 gewählte Anzeigeart (kHz, rad, %, mV) und für den mit Schalter 22 gewählten Anzeigebereich.
17	10 100 kHz	Drehknopf mit Zugschalter zum Einstellen eines Frequenzhubes bis 10 kHz (gedrückt) oder bis 100 kHz (gezogen). Frequenzmodulation wird mit den Tasten 14 gewählt. Bei gedrückter Taste FM 23 zeigt 15 den Frequenzhub an. Dient zum Einstellen des Phasenhubes, wenn 13 gedrückt ist.
18	MOD. GENERATOR FIXED VAR.	Taste zum Wählen der mit 19 gewählten Festfrequenzen (gelöst) oder der mit 19 gewählten und mit 21 durchstimmbaren Frequenzbereiche (gedrückt).
19	6 10-30 3 3-10 2.7 1-3 1 0.3-1 0.4 0.1-0.3 0.3 0.03-0.1 kHz kHz	Tasten zum Wählen der Festfrequenzen (linke Beschriftung) oder der Frequenzbereiche (rechte Beschriftung) des Modulationsgenerators, abhängig von Taste 18. Feineinstellung der Modulationsfrequenz mit 21, Frequenzanzeige an 20 oder 3.
20	FREQ.	Skala zur Anzeige der Frequenz des internen Modulationsgenerators, wenn 18 gedrückt ist. Der Frequenzbereich wird mit 19 gewählt und die Frequenz mit 21 feineingestellt. Die digitale Frequenzanzeige 3 zeigt bei gedrückter Taste NF INT. 11 die genaue Modulationsfrequenz an, wenn mindestens eine der Modulationstasten MOD. 12 oder 14 gedrückt ist.
21		Drehknopf zum Einstellen der Frequenz des Modulationsgenerators, wenn 18 gedrückt ist. Der Frequenzbereich wird mit den Tasten 19 gewählt, die Frequenz an Skala 20 abgelesen. Bei gedrückter Taste NF

Pos.-Nr.	Beschriftung	Funktion
		INT. 11 kann die Frequenz des Modulationsgenerators an der digitalen Anzeige 3 abgelesen werden. Der Modulationsgenerator ist nur in Betrieb, wenn mindestens eine der Modulationstasten MOD. 12 oder 14 gedrückt ist.
22	BEREICH AUTO STOP MAN.	Wahlschalter für den Anzeigebereich des Anzeigeinstrumentes 15 . In der oberen Stellung wird der Anzeigebereich automatisch gewählt, in der Mittelstellung wird der momentane Bereich beibehalten und bei jedem Drücken in die untere Stellung wird um einen Bereich weitergeschaltet. Der Anzeigebereich wird von der Leuchtanzeige 16 angezeigt.
23	ANZEIGE FM φM.6 dB/OKT. AM MOD. GEN. NF-VOLTM.	Tasten zum Wählen der Anzeigeart des Instrumentes 15 . Die Maßeinheit (kHz, rad, %, mV) der Meßgröße wird von der Leuchtanzeige 16 angezeigt.
24	HUB EIN	Taste zum Einschalten des Hubmessers. Betriebsartenwahl mit 27 , 28 . Hubanzeige erfolgt an 15 bei gedrückter Taste FM 23 . Ist das Meßsignal an 46 oder 47 unmoduliert, wird der Störhub angezeigt.
25	- +	Wahl der Anzeige des negativen oder positiven Hubes.
26		Leuchtdiode zum Anzeigen der Meßbereitschaft des Hubmessers. Leuchtet nur, wenn an 46 oder 47 ein HF-Signal liegt, dessen Frequenz im Betriebsbereich (bzw. Nachziehbereich bei Duplex-AFC) des Hubmessers liegt und dessen Pegel ausreichend groß ist.
27	RELAIS EIN f_{UP} AUS f_{LOW}	Schalter mit 3 Stellungen zum Einschalten des Relaisbetriebes. oben: Oberband (f_{UP}) Mitte: Relaisbetrieb aus unten: Unterband (f_{LOW}) Die Leuchtdiode zeigt an, wenn auf Relaisbetrieb geschaltet ist.

Pos.-Nr.	Beschriftung	Funktion
28	SIMPLEX DUPLEX-AFC	Taste zum Wählen zwischen Simplex- und Duplexbetrieb bei Hubmessung.
29	NULL I	Drehknopf zum Abgleichen der Amplitude des Gegenhubes bei Relaisbetrieb.
30	CCITT FILTER	Taste zum Einschalten des CCITT-Filters. Das CCITT-Filter ist nur eingeschaltet, wenn eine der Tasten FM 23 oder φM 23 zusammen mit 24 oder wenn NF VOLTM. 23 gedrückt ist.
31	KLIRRF. 1 kHz	Taste zum Einschalten des Klirrfaktormessers. Der Klirrfaktormesser ist nur eingeschaltet, wenn eine der Tasten FM 23 oder φM 23 zusammen mit 24 oder wenn NF VOLTM. 23 gedrückt ist. Instrument 15 zeigt den Klirrfaktor an, an 16 erscheint %. Liegt kein Signal an, leuchtet an 15 die Diode „uncal." auf. Das CCITT-Filter 30 ist beim Klirrfaktormessen einschaltbar.
32	NULL II	Drehknopf zum Abgleichen der Phase des Gegenhubes bei Relaisbetrieb.
33	SINAD	Taste zum Einschalten der Signal/Rausch-Messung nach SINAD. Es gilt sinngemäß die Pos.-Nr. 31 . Die Werte 6/12/20 dB SINAD sind am Instrument 15 durch Leuchtdioden markiert; sie leuchten auf, wenn der entsprechende Bereich eingeschaltet ist.
34	PEGEL 0,5 V 5 V	Drehknopf mit Zugschalter zum Einstellen der Ausgangsspannung des Modulationsgenerators an Buchse 41 . Bei gedrücktem Knopf ist eine Ausgangsspannung bis zu 0,5 V und bei gezogenem Knopf bis zu 5 V einstellbar. Bei gedrückter Taste MOD. GEN. 23 zeigt Instrument 15 die eingestellte Spannung an. Der Modulationsgenerator ist nur in Betrieb, wenn mindestens eine der Tasten MOD. 12 oder 14 gedrückt ist.
35	%	Drehknopf zum Einstellen des Modulationsgrades. Amplitudenmodulation wird mit den Tasten 12 gewählt. Der Modulationsgrad wird bei gedrückter Taste AM 23 am Instrument 15 angezeigt.

Pos.-Nr.	Beschriftung	Funktion
36		Kurbelknopf zum Einstellen der HF-Ausgangsspannung.
37		Feinskala des HF-Ausgangsspannungsteilers. Ist in 0,1-dB-Stufen eingeteilt und ermöglicht das Einstellen und Ablesen kleiner Pegeldifferenzen.
38	O⊓⏚I	Netzschalter, gedrückt ≙ eingeschaltet.
39	HF 50 Ω	Ausgangsbuchse für die HF-Spannung (umrüstbar). Der Ausgangspegel kann an Skala 43 abgelesen werden.
40	HF AUS	Leuchttaste zum Austasten der HF-Spannung. Beim Betätigen wird der Innenwiderstand des Ausgangs 39 nicht verändert. Da der Überspannungsschutz SMDU-B2 eingebaut ist, leuchtet diese Taste, wenn Fremdspannung in den Ausgang 39 eingespeist wird.
41	MOD. GEN. ≈ 50 Ω	Ausgangsbuchse des Modulationsgenerators. Die Amplitude der Ausgangsspannung wird mit 34 eingestellt und bei gedrückter Taste MOD. GEN. 23 am Instrument 15 abgelesen. Der Modulationsgenerator ist nur in Betrieb, wenn eine der Tasten MOD. 12 oder 14 gedrückt ist.
42	MOD. NF	NF-Ausgangsbuchse des Anzeigeverstärkers. Art des Signals ist mit 23 wählbar, Amplitude ist mit 22 in 10-dB-Stufen einstellbar, CCITT-Filterbewertung ist mit Taste 30 möglich. Bei gedrückten Tasten FM 23 und 24 liegt das demodulierte Signal des Hubmessers an. Bei Klirrfaktormessung steht nur das Oberwellenspektrum zur Verfügung.
43	U_A EMK 6 dB dBm 50 Ω dBV	Skala zur Anzeige des Pegels am HF-Ausgang 39. Der Pegel wird mit 36 eingestellt. Die dBm- und dBV-Skala sind in 2-dB-Schritte unterteilt. Kleinere Schritte kann man mit der Teilerfeinskala 37 einstellen. Ab 1 V_{EMK} gilt der U_A-an-50-Ω-Strich auf dem Teilerzeiger. Achtung: Der Teiler ist in V_{EMK} geeicht, der U_A-an-50-Ω-Strich kann zusätzlich um ±1 dB abweichen.

Pos.-Nr.	Beschriftung	Funktion
44	NF-VOLTMETER 15 Hz-150 kHz > 100 kΩ	Eingangsbuchse für das NF-Voltmeter. Bei gedrückter Taste NF-VOLTM. 23 zeigt Instrument 15 die Spannung des externen Signals an. Klirrfaktoranzeige mit 31, SINAD-Anzeige mit 33 einschaltbar.
45	EXT. FREQ. METER 15 Hz-30 MHz U_E > 10 mV > 10 kΩ 40 pF MAX. 3 V	Eingangsbuchse des Frequenzmessers für externe Signale von 15 Hz bis 30 MHz. Frequenz des anliegenden Signals kann an der Anzeige 3 abgelesen werden, wenn die Taste EXT. 15 Hz-30 MHz 11 gedrückt ist. Es können Signale mit einer Amplitude zwischen 10 mV und 3 V verarbeitet werden. Spannungen bis 10 V (auch Gleichspannung) zerstören den Frequenzmesser nicht.
46	EXT. FREQ. + HUB METER 20-525 MHz U_E > 10 mV ≈ 50 Ω MAX. 3 V	Eingangsbuchse des Frequenz- und Hubmessers für externe Signale von 20 bis 525 MHz. Frequenzanzeige an 3, wenn Taste EXT. 20-525 MHz 11 gedrückt ist. Hubanzeige an 15, wenn 24 und FM 23 gedrückt sind. Es können Signale mit einer Amplitude zwischen 10 mV und 3 V verarbeitet werden. Beim Unterschreiten der Minimalspannung wird der Eingang abgeschaltet; an 3 wird Null angezeigt und 26 gelöscht. Spannungen bis 10 V, auch DC, zerstören den Meßeingang nicht.
47	EXT. FREQ. + HUB METER 0,5-1 GHz U_E > 30 mV ≈ 50 Ω MAX. 1 V	Eingangsbuchse des Frequenz- und Hubmessers für externe Signale von 0,5 bis 1 GHz. Eingang ist nur belegt bei eingebautem 1-GHz-Frequenzmesser SMDU-B4. Frequenzanzeige an 3, wenn die Taste EXT. 0,5-1 GHz 11 gedrückt ist. Hubanzeige wie unter 46, wenn die Verdopplertaste 2 gedrückt ist. Es können Signale mit einer Amplitude zwischen 30 mV und 1 V verarbeitet werden. Spannungen bis 3 V, auch DC, zerstören den Meßeingang nicht.
48	MHz	Analoge Frequenzskalentrommel. Die acht Einzelskalen werden mit den Tasten 1 angewählt. Taste und zugehörige Skala befinden sich auf gleicher Höhe. Die rote Beschriftung der oberen drei Bereiche (510-1050) ist gültig, wenn bei eingebauter 1,05-GHz-Frequenzerweiterung SMDU-B3 oder eingebautem Frequenzverdoppler SMDU-B5 die Taste 2 gedrückt ist.

Pos.-Nr.	Beschriftung	Funktion
49		Drehknopf zur Grobabstimmung der Senderfrequenz. Die Feineinstellung erfolgt mit 50 . Die eingestellte Frequenz kann an Skala 48 und nach Drücken der Taste HF INT. 11 an der digitalen Anzeige 3 abgelesen werden.
50		Drehknopf zur Feinabstimmung der Senderfrequenz. Siehe auch 49 .
51	EXTERN. MODULATION AM ≈ 15 mV/% ≈ 600 Ω	Eingangsbuchse für externe Signale zur Amplitudenmodulation. Dazu muß mit den Tasten 12 AM EXT. gewählt werden. Der Modulationsgrad kann mit 35 eingestellt und nach Drücken der Taste AM 23 bei entsprechender Wahl des Anzeigebereiches mit 22 am Instrument 15 abgelesen werden.
52	EXTERN. MODULATION FM ≈ 5 $V_s/\Delta f_{MAX.}$ MAX. 10 V_s	Eingangsbuchse für externe Signale zur Frequenzmodulation. Dazu muß mit den Tasten 14 FM EXT. gewählt werden. Der Frequenzhub kann mit 17 eingestellt und nach Drücken der Taste FM 23 bei entsprechender Wahl des Anzeigebereiches mit 22 am Instrument 15 abgelesen werden. Phasenmodulation erfolgt bei gedrückter Taste 13 .
53	AC ≈ 600 Ω DC ≈ 2 kΩ	Schalter zum Wählen der Kopplung für Signale am FM-Eingang 52 . Bei Gleichspannungskopplung (DC) beträgt der Eingangswiderstand an 52 etwa 2 kΩ, bei Wechselspannungskopplung (AC) etwa 600 Ω.
54	NETZ-ADAPTER	Netzspannungsausgang zum Anschließen von Zusatzgeräten (z.B. Amplitudenkontroller SMDU-Z1). Die Spannung an diesem Ausgang wird über den Netzschalter des SMDU geschaltet.
55		Ausgangsbuchse des internen 10-MHz-Quarzoszillators. Siehe auch 56 .
56	REF. FREQ. 10 MHz ⊓⊓ 5 V	Eingangsbuchse der Zählersteuerung ist über ein Kabel mit dem Ausgang des internen 10-MHz-Quarzoszillators verbunden. Nach Entfernen des Kabels kann an der Buchse eine externe 10-MHz-Zeitbasis mit TTL-Pegel angeschlossen werden.

Pos.-Nr.	Beschriftung	Funktion
57	DEMOD.-AUSGANG	An den Anschlußpunkten 1 und 2 (Masse) steht das demodulierte Signal des SMDU zur Verfügung, beispielsweise zum Messen des AM-Klirrfaktors. Bei 249.3011.07 ist das Anschließen eines VOR-ILS-Meßzusatzes 214.3115... möglich.
58	SCHWEB. FREQ. NUR M. OPT. HUBMESSER	Ausgangsbuchse des Schwebungsmessers im Hubmesser. Ausgangssignal ist von den Tasten 23, 24, 28 unabhängig.
59	⊥	Massebuchse
60	HF-AUSGANG II	Ausgangsbuchse für die HF-Spannung, die vor dem Amplitudenmodulator abgenommen wird. Es steht ein Signal > 20 mV zur Frequenzmessung, Hubmessung usw. zur Verfügung. Der Pegel ist unabhängig von der Stellung des Ausgangsteilers 36. Bei eingebauter 1,05-GHz-Frequenzerweiterung SMDU-B3 oder eingebautem Frequenzverdoppler SMDU-B5 und Einstellung einer Ausgangsfrequenz > 525 MHz steht an diesem Ausgang die nicht verdoppelte Frequenz.
61	BCD-AUSGÄNGE/ SCHREIBER	Ausgangsbuchse zum Registrieren der Meßergebnisse. Vom Frequenzmesser liegt die Frequenz im BCD-Code an, vom Instrument 15 liegt die Anzeigespannung an; 1 V ≙ Vollausschlag. Außerdem sind die internen Betriebsspannungen an diesen Ausgang geführt (siehe Tabelle 2-1). Durch Verbinden der Anschlußpunkte 49 und 50 wird die Auflösung des digitalen Frequenzmessers zusätzlich um den Faktor 10 erhöht.
62	115 V T 1,6 D 125 V 220 V T 0,8 B 235 V	Netzspannungswähler mit Netzspannungssicherung. An der Innenseite des Deckels befinden sich Ersatzsicherungen.
63	NETZ	Gerätestecker für das Netzkabel.

2.2 Betriebsvorbereitung

2.2.1 Einstellen auf die gegebene Netzspannung und Einschalten

Beim SMDU sind die Schutzvorschriften nach VDE 0411 der Schutzklasse I berücksichtigt. Die Schutzklasse I setzt eine Betriebsisolierung der Netzstromkreise und eine gut leitende, dauerhafte Verbindung aller berührbaren, leitfähigen Geräteteile, die im Fehlerfall unmittelbar Spannung führen können, miteinander und mit dem Schutzleiter voraus. Deshalb: Netzanschlußstecker nur in eine Schukosteckdose stecken. Bei Verlängerungsleitungen darf der Schutzleiter nicht unterbrochen werden. Ist eine Klemme vorhanden, so muß diese dauerhaft mit einem Schutzleiter verbunden sein. Der Schutzleiter darf nicht abgesichert sein.

Serienmäßig ist der SMDU für den Anschluß an 220-V-Wechselspannung eingerichtet. Durch Umstecken des Netzspannungsumschalters 62 (Bild 2-1) kann das Gerät aber auch mit 115, 125 oder 235 V betrieben werden. Hierzu schraubt man den Schmelzeinsatz aus 62 heraus und zieht die Deckplatte des Spannungsumschalters ab. Anschließend steckt man die Deckplatte so auf, daß deren Markierung auf den gewünschten Netzspannungswert zeigt und schraubt den Schmelzeinsatz ein, der für die gewählte Netzspannung vorgeschrieben ist.

T 1,6 D bei 115 oder 125 V

T 0,8 B bei 220 oder 235 V

Der Netzanschluß selbst erfolgt über die Buchse 63 und das mitgelieferte Netzkabel. Ein Abweichen der Netzspannung bis zu ±10 % vom jeweiligen Nennwert beeinträchtigt die Geräteeigenschaften nach dem Datenblatt nicht. Bei größeren Netzspannungsschwankungen ist ein Transformator oder ein Netzkonstanthalter vor das Gerät zu schalten.

Mit der Drucktaste 38 wird das Gerät eingeschaltet. Bei eingeschaltetem Gerät leuchten die Ziffern der digitalen Anzeige 3 auf, wenn die Netzsicherung intakt ist.

2.2.2 Einstellen des Instrumentennullpunktes

Bei ausgeschaltetem Gerät muß der Zeiger des Instrumentes 15 (Bild 2-1) auf dem Nullstrich der Skala stehen. Die Nullstellung kann mit der Schlitzschraube unter dem Instrument korrigiert werden. Die Kontrolle oder die Einstellung des Nullpunktes sollte erst erfolgen, nachdem das Gerät einige Minuten ausgeschaltet war, um zu vermeiden, daß unvollständig entladene Kondensatoren einen Restausschlag verursachen. Der elektrische Nullpunkt ist mit dem mechanischen identisch. Das Instrument 6 (nur bei eingebauter Synchronisation SMDU-B1) dient als Indikator, sein Nullpunkt (Mitte) kann nicht korrigiert werden.

2.3 Bedienung

2.3.1 HF-Generator

2.3.1.1 Einstellen der Frequenz

Der gewünschte Frequenzbereich wird mit der entsprechenden Drucktaste 1 (Bild 2-1) gewählt. Der Frequenzbereich steht neben der Drucktaste, auf gleicher Höhe liegt die zugehörige Frequenzskala. Die roten Frequenzangaben gelten bei eingebauter 1,05-GHz-Frequenzerweiterung SMDU-B3 oder bei eingebautem 1,05-GHz-Frequenzverdoppler SMDU-B5, wenn zusätzlich die Taste 2 gedrückt ist. Nach der Frequenzskala wird die Frequenz mit dem Abstimmknopf 49 grob und mit dem Außenring 50 fein eingestellt. Für eine hochgenaue Einstellung wird der interne Frequenzmesser benutzt. Man drückt die Taste HF INT. 11 und liest die Meßsenderfrequenz an der Anzeige 3 ab, im Frequenzbereich 0,14 bis 50 MHz mit einer Auflösung von 10 Hz, in den übrigen Bereichen bis 787 MHz mit einer Auflösung von 100 Hz. Nach Drücken der Taste 10 erhöht sich die Anzeigegenauigkeit um den Faktor 10, so daß bis 50 MHz eine Einstellung auf 1 Hz und bis 787 MHz auf 10 Hz genau möglich ist. Im obersten Frequenzbereich 787 bis 1050 MHz beträgt die Auflösung 1 kHz bzw. 100 Hz. Da die Auflösung des Oszillatorfeintriebes begrenzt ist, ist das Einstellen einer Frequenz unter 50 MHz auf 1 Hz genau nur mit eingebauter Synchronisation SMDU-B1 möglich.

2.3.1.2 Synchronisation der Frequenz

(nur bei eingebauter Synchronisation SMDU-B1)

Mit Hilfe der Synchronisation ist es möglich, die Frequenz sehr genau einzustellen und synthesizerstabil zu halten. Mit der Taste 4 (Bild 2-1) wird die Synchronisation eingeschaltet (bei gedrückter Taste 11 EXT. 20...525 MHz ist eine Synchronisation nicht möglich). Das Aufleuchten der Lampe 5 zeigt an, daß sich die Synchronisation in Betrieb befindet. Die Frequenz kann nun auf ganzzahlige Vielfache des mit Schalter 7 gewählten Rasterabstandes eingestellt werden. Durch Drehen am Knopf 50 springt die Frequenz jeweils um diesen Rasterabstand weiter, sobald der Haltebereich der Synchronisation überschritten wird. Dabei kann am Instrument 6 genau beobachtet werden, wie schnell und wann der Umspringpunkt erreicht wird.

Zum Einstellen beliebiger Frequenzzwischenwerte wird 8 gedrückt und die Frequenz mit dem Doppel-Drehknopf 9 verstimmt. Mit dem unteren Knopf 9 kann man bei zehn Umdrehungen die Frequenz ungefähr um den mit 7 gewählten Rasterabstand verstimmen, mit dem oberen Knopf 9 ist bei zehn Umdrehungen eine Frequenzverstimmung um etwa 1 % des Rasterabstandes möglich. Von jeder mit der Feinverstimmung

eingestellten Frequenz kann im gewählten Rasterabstand weitergesprungen werden. Der Frequenzsprung kann hierbei jedoch bis zu 1 % vom gewählten Rasterabstand abweichen. Mit dem Drehknopf 9 kann diese Frequenzablage korrigiert werden.

2.3.1.3 Einstellen der Ausgangsspannung

Die HF-Ausgangsspannung wird mit dem Kurbelknopf 36 (Bild 2-1) eingestellt. Sie kann an Skala 43 abgelesen und an Buchse 39 abgenommen werden. Die Skala 43 besteht aus drei Teilskalen. Die obere Skala ist in V_{EMK} geeicht und zeigt deshalb die doppelte Spannung an, die an einem 50-Ω-Lastwiderstand liegt. Die unteren Skalen sind in dBm (bezogen auf 1 mW an 50 Ω) und dBV (bezogen auf 1 V_{EMK}) geeicht.

Mit Hilfe der Feinskala 37 des Teilerknopfes können kleine Pegeldifferenzen unter -10 dB eingestellt werden. Die Feinskala ist in 0,1-dB-Schritte und in 0,2-V-Schritte unterteilt. Bei einer Umdrehung der Feinskala (10 dB) kann ein Fehler von ±0,8 dB auftreten, d.h. die EMK-, dBm- oder dBV-Eichung der Skala 43 kann um diesen Wert von der Eichung der Feinskala abweichen. Auf dem Zeiger der Skala 43 ist links im 6-dB-Abstand neben dem durchgehenden Strich ein etwas kürzerer Strich eingeritzt, mit dessen Hilfe die Ausgangsspannung an 50 Ω abgelesen werden kann. Da die Skala in V_{EMK}, dBm und dBV geeicht ist, kann dieser U_a-an-50-Ω-Strich infolge des Linearitätsfehlers des Ausgangsteilers zusätzlich um etwa ±1 dB abweichen.

Der Welligkeitsfaktor beträgt für maximale Ausgangsspannung $s < 4$ und sinkt für Teilerdämpfungen > 10 dB unter $s < 1,2$ ab (für Dezifix-A-Ausgang). Obwohl der durch diesen Welligkeitsfaktor bedingte Fehler infolge der Eichung des Ausgangsteilers kompensiert wird, ist es für manche Präzisionsmeßzwecke und für Fälle, in denen der Verbraucher durch den SMDU reflexionsfrei abgeschlossen sein soll, vorteilhaft, mit einem kleineren Welligkeitsfaktor zu arbeiten. Hierfür ist das Zwischenschalten eines auf Dezifix A umgerüsteten 10-dB-UHF-Dämpfungsgliedes DPF 100.1814.50 zu empfehlen, womit der Reflexionsfaktor auf etwa 5 bis 3 %, je nach Ausgangsteilerstellung, herabgesetzt wird.

2.3.1.4 Anschließen eines Verbrauchers

Der HF-Ausgang 39 (Bild 2-1) des SMDU ist mit einem N-Stecker ausgerüstet. Zum Anschließen eines Verbrauchers ist deshalb ein Kabel mit einer N-Buchse erforderlich. Es ist darauf zu achten, daß die N-Stecker nicht durch Stöße oder Schläge beschädigt werden. Die Stirnflächen des Steckers sind möglichst sauberzuhalten. Dies erhöht die Kontaktsicherheit und vermindert den Reflexionsfaktor. Das andere Ende des Kabels kann, falls es nicht auf beste HF-Verbindungen und kleinsten Reflexionsfaktor ankommt, an den Eingangsanschluß des Meßobjektes angepaßt werden. Ist es nicht möglich, Meßobjekte und Steckverbindungen mit N-Stecker-System zu verwenden, so kann der HF-Ausgang des SMDU entsprechend Abschnitt 2.3.1.8 auf andere Steckersysteme umgerüstet werden.

Um den HF-Ausgang 39 zu schützen, ist die Funkgeräteausführung des SMDU serienmäßig mit dem Überspannungsschutz SMDU-B2 ausgerüstet. Der Überspannungsschutz trennt bei Überlastung die Verbindung zwischen der Ausgangsbuchse 39 und dem Ausgangsteiler auf. Bei voll aufgedrehtem Ausgangsspannungsteiler (Rechtsanschlag) können 20 V, bei eingestellten Ausgangsspannungen unter 0,1 V können ohne Beschädigung 250-V-Gleichspannung angelegt werden, falls der Überspannungsschutz eingebaut ist. Seine Ansprechzeit beträgt etwa 1 ms, beim Ansprechen leuchtet die Leuchttaste 40 auf.

2.3.1.5 Spannung am Verbraucher

Bei Meßobjekten, deren Eingangswiderstand nicht reell ist und nicht genau dem Senderinnenwiderstand R_i entspricht, kann die Spannung $\underline{U}$ am Verbraucher errechnet werden. Hierzu wird die am Sender eingestellte Leerlaufspannung E und der komplexe Eingangswiderstand $\underline{R}_a$ des Verbrauchers benötigt.

$$U = E \frac{\underline{R}_a}{\underline{R}_a + R_i}$$

Diese Formel gilt unter der Voraussetzung, daß der Wellenwiderstand des Kabels, mit dem der Verbraucher angeschlossen ist, gleich dem Ausgangswiderstand des Senders (50 Ω) ist und für Teilerstellungen < 0 dBm. Vorzugsweise wird der Verbraucherwiderstand gleich dem Innenwiderstand des Senders gewählt. Dann ist die am Verbraucher liegende Spannung gleich der halben am Sender eingestellten und abzulesenden EMK (auch für Pegel > 0 dBm). Hierbei ist der Senderausgangswiderstand 50 Ω. Der Wellenwiderstand des Verbindungskabels, Kontaktübergangswiderstände und Widerstände an anderen Stoßstellen sind wegen ihrer unbedeutenden Größe vernachlässigt. Die Umrechnungsfaktoren für die Spannung und den Pegel am Verbraucher bei verschiedenen reellen Abschlußwiderständen zeigt die folgende Tabelle.

R_a [Ω]	k	a_k [dB]
50	0,5	6
60	0,545	5,3
75	0,6	4,4
150	0,75	2,5
240	0,828	1,6
600	0,92	0,7

R_a = Eingangswiderstand des Verbrauchers

U_V = Spannung am Verbraucher

a_V = Pegel am Verbraucher

U_E = am Sender eingestellte EMK

a_E = am Sender eingestellter Pegel

k = Umrechnungsfaktor

a_k = Abzugswert in dB bei verschiedenen Lastwiderständen

Spannung am Verbraucher $U_V = U_E \cdot k$

Pegel in dB am Verbraucher $a_V = a_E - a_k$

2.3.1.6 Vom Verbraucher aufgenommene Leistung

Die mittlere Skala 43 (Bild 2-1) des Ausgangsteilers zeigt die vom SMDU an einen ideal angepaßten Verbraucher abgegebene Leistung in Dezibel unter einem Milliwatt an 50 Ω (dBm) an. Kleine Fehlanpassungen des Verbrauchers an die Spannungsquelle beeinflussen die aufgenommene Leistung nur wenig. Der Leistungsabfall beim Übergang auf einen Wellenwiderstand, der von dem des Senderausgangs abweicht, ist sehr klein. Wie aus Bild 2-3 zu ersehen ist, tritt bei einer Fehlanpassung $R_a/R_i = 1/3$ eine Fehlanpassungsdämpfung von etwa 2,5 dB und bei $R_a/R_i = 2/1$ eine Dämpfung von etwa 1 dB auf.

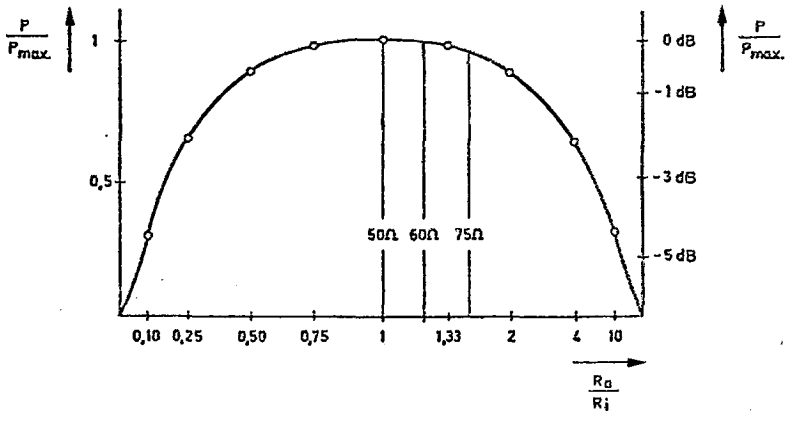


Bild 2-3 Wirkleistung bei Fehlanpassung

2.3.1.7 Einstellen extrem kleiner Ausgangsspannungen

Der hochwertige Ausgangsteiler und die gute Schirmung des SMDU ermöglichen das definierte Einstellen extrem kleiner Ausgangsspannungen. Ob diese kleinen Spannungen an den Eingang des Meßobjekts kommen oder ob sie von größeren Störspannungen überlagert oder verfälscht werden, hängt vom Meßobjekt und dessen Verbindungskabeln ab. Grundsätzlich können Störspannungen immer leicht vermieden werden, wenn das Meßobjekt gut geschirmt, die Verbindungsleitungen so kurz wie möglich gemacht (Kabel möglichst vermeiden) und die Geräte über Doppelsteckdosen aus dem Netz versorgt werden. Das Entstehen von Störspannungen wird im folgenden näher erläutert.

Es lassen sich zwei Arten von Störspannungen hinsichtlich ihrer Entstehung unterscheiden: Störspannungen, die durch Brummschleifen aus dem Netz entstehen, und Störspannungen, die durch induktive Einstreuung hervorgerufen werden. Bild 2-4 veranschaulicht die Entstehung einer Störspannung. Die Störspannung U_S wirkt am Verbrauchereingang, wenn der Störstrom I_S am Außenleiter des Kabels mit dem Verlustwiderstand R_K den Spannungsabfall $U_S = I_S \cdot R_K$ hervorruft. Die Störspannungsquelle U_Q liegt dabei irgendwo in der Störspannungsschleife, die aus R_1, R_K und R_2 gebildet wird.

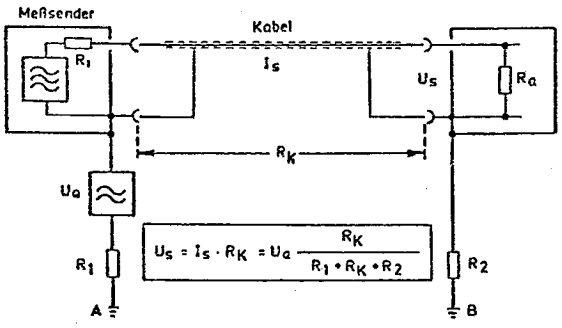


Bild 2-4 Ersatzschaltbild einer Störspannungsquelle

Aus der Gleichung in Bild 2-4 ersieht man, daß die am Verbraucher liegende Störspannung um so kleiner wird, je kleiner die Störspannungsquelle U_Q, der Koppelwiderstand R_K und je größer die Erdleiterwiderstände R_1 und R_2 werden. Da R_1 und R_2 aus Sicherheitsgründen klein gehalten werden müssen, muß man den Koppelwiderstand möglichst niederohmig machen. Der Koppelwiderstand setzt sich nicht nur aus Anteilen, die vom Kabelmantel und den Außenleiter-Übergangswiderständen herrühren,

zusammen, sondern auch aus Anteilen, die durch die unvollkommene Schirmung der Eingangsstufe entstehen. Die Schirmung und Verbindung mit dem Außenleiter des Verbindungskabels soll kurz und niederohmig sein.

Die Störspannungsquelle U_Q kann zwischen den Erdungspunkten A und B entstehen, wenn bei dieser Verbindung der Nulleiter des Netzes gleichzeitig als Schutzleiter verwendet wird. Wenn Meßsender und Meßobjekt an verschiedenen Punkten des Netzes geerdet sind, kann der Spannungsabfall zwischen A und B (Bild 2-4) auch durch den Stromverbrauch eines dritten Verbrauchers hervorgerufen werden. Dies ergibt dann Störspannungen mit einer Frequenz von 50 Hz und deren Oberwellen. Man kann diese Störquellen vermeiden, indem man die Punkte A und B möglichst nahe zusammenlegt (Doppelsteckdose). In die Brummschleife, die aus R_1, R_K und R_2 gebildet wird, können induktive Streufelder von Netztransformatoren oder schlecht geschirmten HF-Spannungsquellen Störspannungen induzieren. Diese Störspannungen können vermieden werden, indem die Koppelschleife durch geeignete Leitungsführung möglichst klein gemacht wird.

2.3.1.8 Umrüsten des HF-Ausgangs auf andere Steckersysteme

Müssen zum Anschluß von Verbrauchern Kabel mit anderen Steckersystemen verwendet werden, so kann der Ausgang 39 (Bild 2-1) des SMDU auch nachträglich in einfacher Weise auf das vorhandene Steckersystem umgerüstet werden. Der Ausgang 39 ist mit einer Dezifix-A-Umrüstebene ausgerüstet, es brauchen also nur das Endstück des N-Stecker-Außenleiters und das des -Innenleiters abgeschraubt und beide Teile durch die des gewünschten Systems ersetzt zu werden. Für Dezifix-A-Umrüstebene sind folgende Umrüstsätze lieferbar:

Gewünschter Anschluß am Gerät (50 Ω)	Bestellnummer
DEZIFIX A	400.1517.00
PRECIFIX A	400.1017.00
General-Radio 900	017.9758.00
BNC-Stecker	017.7910.00
BNC-Buchse	017.5923.00
C-Stecker	063.3013.00
C-Buchse	017.5617.00
N-Stecker	017.7690.00
N-Buchse	017.5481.00
UHF-Stecker	017.7449.00
UHF-Buchse	017.5323.00
4,1/9,5-Stecker	017.9212.00
4,1/9,5-Buchse	017.8651.00

Gewünschter Anschluß am Gerät (50 Ω)	Bestellnummer
1,8/5,6-Stecker (DIN 47226)	435.0017.00
1/3-Stecker Schnapp	424.8486.00
1/3-Buchse Schnapp	424.8557.00
TNC-Stecker	420.2525.00
TNC-Buchse	420.2554.00
General-Radio 874	420.2790.00
1,3/4-Stecker	420.2690.00
1,3/4-Buchse	420.2625.00

Es muß darauf aufmerksam gemacht werden, daß die Umrüstung der N-Stecker-Verbindungen auf ein anderes Steckersystem außer Dezifix A und Precifix A den Reflexionsfaktor des Ausgangs und eventuell die Strahlungsdichtigkeit verschlechtern.

2.3.2 Modulationsgenerator

2.3.2.1 Einstellen der Frequenz

Festfrequenzen:

Die Taste 18 (Bild 2-1) wird gelöst. Mit den Tasten 19 kann nun eine der sechs Festfrequenzen des Modulationsgenerators gewählt werden. Die Frequenzwerte stehen links neben den Tasten an der Frontplatte.

Variable Frequenzen:

Die Taste 18 wird gedrückt. Mit den Tasten 19 wird der gewünschte Frequenzbereich gewählt, die Bereiche stehen rechts neben den Tasten an der Frontplatte. Innerhalb des gewählten Bereiches wird die Frequenz mit dem Drehknopf 21 eingestellt und an der Skala 20 abgelesen. Mit der digitalen Frequenzanzeige 3 ist es möglich, die Frequenz des Modulationsgenerators auf 1 Hz genau einzustellen und abzulesen. Dazu werden die Tasten NF INT. 11 und AUF LÖS. 10 gedrückt.

Der eingebaute Modulationsgenerator ist nur in Betrieb, wenn eine der Tasten MOD. 12 oder 14 gedrückt ist.

2.3.2.2 Einstellen der Ausgangsspannung

Das Signal des Modulationsgenerators ist auch für externe Zwecke verwendbar. Die Ausgangsspannung kann mit Knopf 34 (Bild 2-1) eingestellt und an Buchse 41 abgenommen werden. Der Knopf 34 hat eine Zug- und eine Druckstellung. In der gezogenen Stellung kann eine Ausgangsspannung bis zu 5 V eingestellt werden, in der gedrückten Stellung ist eine Spannung von maximal 0,5 V möglich. Die Spannung kann am Instrument 15 abgelesen werden, wenn die Taste MOD.GEN. 23 gedrückt ist. Der Anzeigebereich von Instrument 15 wird mit Schalter 22 gewählt. In der oberen Stellung

AUTO des Schalters wird der Anzeigebereich automatisch so gewählt, daß sich der Zeiger des Instrumentes 15 immer zwischen 1/3-Vollausschlag und Vollausschlag befindet. In der Mittelstellung STOP wird der gerade eingeschaltete Anzeigebereich beibehalten und bei jedem Drücken in die untere Stellung MAN. (Taststellung) wird um einen Bereich weitergeschaltet. Der eingeschaltete Anzeigebereich (10, 30, 100, 300, 1000, 3000, 10 000) und die Maßeinheit (mV) werden im Leuchtfeld 16 über dem Instrument 15 angezeigt.

Es ist zu beachten, daß der Modulationsgenerator nur in Betrieb ist, wenn eine der Modulationstasten MOD. 12 oder 14 gedrückt ist.

2.3.3 Modulation

2.3.3.1 Frequenzmodulation

Die Frequenzmodulation wird mit der oberen Taste MOD. 14 (Bild 2-1) eingeschaltet. Mit der unteren Taste 14 wird zwischen interner oder externer Frequenzmodulation gewählt. Bei interner FM wird das Signal des eingebauten Modulationsgenerators zur Frequenzmodulation benutzt. Die Modulationsfrequenz wird hierbei nach Abschnitt 2.3.2.1 eingestellt. Wurde FM EXT. gewählt, dann kann der SMDU mit externen Signalen, deren Frequenz zwischen 0 und 100 kHz liegen kann, über den Eingang FM 52 frequenzmoduliert werden. Dabei ist eine Spannung von etwa 5 V_S an 600 Ω für Maximalhub notwendig. Eine Spannung von 10 V_S darf nicht überschritten werden, da sonst der Eingang zerstört werden kann. Bei Frequenzmodulation mit externen Signalen ist Gleich- oder Wechselspannungskopplung möglich, wählbar mit Schalter 53 . Bei Gleichspannungskopplung beträgt der Innenwiderstand etwa 2 kΩ, bei Wechselspannungskopplung etwa 600 Ω bei einer Bandbreite von 30 Hz...100 kHz.

Der Bereich des Frequenzhubes wird mit dem Zugschalter 17 gewählt. Die Feineinstellung erfolgt durch Drehen des Knopfes 17 . Nach Drücken der Taste FM 23 kann der Frequenzhub am Instrument 15 abgelesen werden. Der Anzeigebereich des Instrumentes wird bei der oberen Stellung AUTO des Schalters 22 automatisch gewählt, so daß der Instrumentenzeiger immer im günstigsten Anzeigebereich von 30 bis 100 % des Vollausschlages liegt. In der Mittelstellung STOP kann der gerade eingeschaltete Anzeigebereich gestoppt werden und durch Drücken in die untere Stellung MAN. (Taststellung) wird jeweils um einen Bereich weitergeschaltet. Der Anzeigebereich (0.1, 0.3, 1, 3, 10, 30, 100) und die zugehörige Maßeinheit (kHz) werden im Leuchtfeld 16 über dem Instrument 15 angezeigt. In den unteren beiden Anzeigebereichen 0.1 und 0.3 kHz wird der Effektivwert, in den anderen Bereichen der Spitzenwert gemessen. Der Anzeigewert ist daher für die beiden unteren Bereiche um den Faktor 1,4 kleiner.

Durch Lösen der Taste MOD. 14 wird die Frequenzmodulation abgeschaltet. Selbstverständlich ist gleichzeitig mit der Frequenzmodulation auch Amplitudenmodulation (siehe Abschnitt 2.3.3.3) möglich.

Bei synchronisiertem Betrieb darf ein Mod.-Index von 1500 bei 150 kHz Rasterabstand nicht überschritten werden. Die niedrigste Mod.-Frequenz beträgt dabei 100 Hz.

2.3.3.2 Phasenmodulation

Mit der Taste 13 (Bild 2-1) kann eine Vorverzerrung (Preemphasis) eingeschaltet werden, wenn zuvor Frequenzmodulation nach Abschnitt 2.3.3.1 eingestellt wurde. Gemäß FTZ-Richtlinien beträgt die Preemphasis im Modulationsfrequenzbereich 300 Hz...3 kHz frequenzproportional 6 dB/Oktave; der Einpegelpunkt beträgt 1 kHz. Für die Einstellung und Anzeige der Phasenmodulation gilt sinngemäß der Abschnitt 2.3.3.1.

Nach Drücken der Taste φM 23 kann der Phasenhub am Instrument 15 abgelesen werden. Es stehen die Anzeigebereiche 0.1, 0.3, 1, 3, 10, 30, 100 rad zur Verfügung. Bei der Messung ist darauf zu achten, daß der mit dem Zugschalter 17 eingestellte Hub nicht überschritten wird. (Kontrolle durch Einschalten der Frequenzmodulation.)

Gleichzeitig mit der Phasenmodulation ist auch Amplitudenmodulation (siehe Abschnitt 2.3.3.3) möglich.

2.3.3.3 Amplitudenmodulation

Die Amplitudenmodulation wird mit der oberen Taste MOD. 12 (Bild 2-1) eingeschaltet. Mit der unteren Taste 12 wird zwischen interner oder externer Amplitudenmodulation gewählt. Bei interner AM wird mit dem Signal des eingebauten Modulationsgenerators amplitudenmoduliert. Die gewünschte Modulationsfrequenz wird nach Abschnitt 2.3.2.1 eingestellt. Wurde AM EXT. gewählt, dann kann der SMDU mit externen Signalen über den Eingang AM 51 amplitudenmoduliert werden. Dabei ist eine Spannung von etwa 1,5 V an 600 Ω für einen Modulationsgrad von 100 % notwendig. Eine Spannung von 10 V darf nicht überschritten werden, da sonst der Eingang zerstört werden kann.

Der Modulationsgrad wird mit dem Drehknopf 35 eingestellt. Nach Drücken der Taste AM 23 kann der Modulationsgrad am Instrument 15 abgelesen werden. Der Anzeigebereich des Instrumentes wird in der oberen Stellung AUTO des Schalters 22 automatisch so gewählt, daß sich der Instrumentenzeiger immer zwischen 1/3-Vollausschlag und Vollausschlag befindet. In der Mittelstellung STOP wird der gerade eingeschaltete Anzeigebereich beibehalten und bei jedem Drücken in die untere Stellung MAN. (Taststellung) wird um einen Bereich weitergeschaltet. Der Anzeigebereich (1, 3, 10, 30, 100) und die zugehörige Maßeinheit (%) werden im Leuchtfeld 16 über dem Instrument 15 angezeigt.

Durch Lösen der Taste MOD. 12 wird die Amplitudenmodulation abgeschaltet. Selbstverständlich ist gleichzeitig mit der Amplitudenmodulation auch Frequenz- oder Phasenmodulation (siehe Abschnitte 2.3.3.1, 2.3.3.2) möglich.

2.3.4 Frequenzmessung

Der digitale Frequenzmesser des SMDU ist auch für externe Signale zu verwenden. Dafür sind an der Frontplatte drei Eingänge vorhanden:

Buchse 45 für Signale zwischen 15 Hz und 30 MHz,
Buchse 46 für Signale zwischen 20 MHz und 525 MHz,
Buchse 47 für Signale zwischen 0,5 GHz und 1 GHz.

Das Messen von Signalen zwischen 0,5 und 1 GHz ist nur möglich, wenn der 1-GHz-Frequenzmesser SMDU-B4 eingebaut ist. Nach Drücken einer der Tasten EXT. 11 (Bild 2-1) wird die am gewählten Eingang eingespeiste Frequenz von der digitalen Anzeige 3 angezeigt. Die Auflösung beträgt 10 Hz bei der Messung über Buchse 45 (15 Hz bis 30 MHz) und 100 Hz in den übrigen Frequenzbereichen. Bei gedrückter Taste AUFLÖS. x10 10 wird die Auflösung durch längere Meßzeit auf 1 Hz bzw. 10 Hz erweitert. Durch Verbinden der Kontakte 49 und 50 an der rückseitigen Buchsenleiste 61 kann die Meßzeit des Frequenzmessers zusätzlich um den Faktor 10 vergrößert werden, so daß eine Auflösung von 0,1 Hz bzw. 1 Hz erreicht wird (dabei erfolgt keine Kommaverschiebung).

Signale mit Spannungen zwischen 10 mV und 3 V (30 mV bis 1 V im Bereich 0,5 bis 1 GHz) werden einwandfrei angezeigt.

Die Frequenz des im Modulationseinsatz aufbereiteten NF-Signales wird nach Drücken der Taste 11 NF-INT. angezeigt. Die folgende Tabelle zeigt, in welchen Betriebsarten, Frequenzbereichen und Bereichen der Analoganzeige der Zähler in diesem Fall einwandfrei arbeitet.

Betriebsart	Bereich der Analoganzeige 15 [1]	Frequenzbereich des Frequenzmessers
NF-Voltmeter	≧ 10 mV	30 Hz - 30 kHz
Mod. Generator	≧ 10 mV	30 Hz - 30 kHz
AM	≧ 1 %	30 Hz - 30 kHz
FM und φM	≧ 1 kHz Hub	30 Hz - 30 kHz
Hubmesser	≧ 1 kHz Hub	300 Hz - 15 kHz
Klirrfaktormesser	-	keine Frequenzanzeige

[1] Die Zählerfunktion ist unterhalb 1/3 Vollausschlag des Instrumentes 15 nicht garantiert.

Wird der interne Modulationsgenerator nicht benutzt, so soll er grundsätzlich abgeschaltet werden, um ein Übersprechen auf den Zähler zu vermeiden.

An der rückseitigen Buchse 61 steht der Zählerinhalt des Frequenzmessers im BCD-Code mit TTL-Pegel zur Verfügung. Außerdem können an dieser Buchse die internen Betriebsspannungen gemessen werden. Tabelle 2-1 (im Anhang) zeigt die Belegung der Anschlußpunkte.

2.3.5 NF-Voltmeter

Die Funkgeräteausführung des SMDU kann als NF-Voltmeter für externe Signale verwendet werden, die an Buchse 44 (Bild 2-1) eingespeist werden. Bei gedrückter Taste NF-VOLTM. 23 zeigt Instrument 15 die NF-Spannung im Frequenzbereich 15 Hz bis 150 kHz an. Der Anzeigebereich von Instrument 15 wird mit Schalter 22 gewählt. In der oberen Stellung AUTO des Schalters 22 wird der Anzeigebereich automatisch so gewählt, daß der Instrumentenzeiger immer im günstigsten Anzeigebereich von 30 bis 100 % des Vollausschlages liegt. In der Mittelstellung STOP kann der gerade eingeschaltete Anzeigebereich gestoppt werden und bei jedem Drücken in die untere Stellung MAN. (Taststellung) wird um einen Bereich weitergeschaltet. Der Anzeigebereich (10, 30, 100, 300, 1000, 3000, 10 000) und die zugehörige Maßeinheit (mV) werden im Leuchtfeld 16 über dem Instrument 15 angezeigt.

Eine Spannung von 30 V an der Buchse 44 darf nicht überschritten werden, da sonst der Eingang zerstört wird.

2.3.6 Hubmessung

Zum Einspeisen des Meßsignals bei Hubmessung sind zwei Eingänge vorhanden:

Buchse 46 (Bild 2-1) für Signale bis 525 MHz,
Buchse 47 für Signale zwischen 0,5 GHz und 1 GHz.

Die Buchsen sind gleichzeitig Eingänge des Frequenzmessers.

Zum Messen des Hubes von Signalen zwischen 0,5 und 1,05 GHz muß der 1-GHz-Frequenzmesser SMDU-B4 eingebaut sein. Ist außerdem noch die 1,05-GHz-Frequenzerweiterung SMDU-B3 oder der 1,05-GHz-Frequenzverdoppler SMDU-B5 eingebaut, so unterscheidet sich die Hubmessung in diesem Frequenzbereich nicht von der im Frequenzbereich bis 525 MHz. Wird nur der 1-GHz-Frequenzmesser SMDU-B4 allein verwendet, so ist damit die Hubmessung zwischen 0,5 und 1,05 GHz grundsätzlich auch möglich, der SMDU muß dann allerdings auf die Hälfte der Frequenz, bei der gemessen werden soll, eingestellt werden. Außerdem ändert sich die Bedienung im Simplex-Betrieb (Abschnitt 2.3.6.1) und im Duplex-Betrieb (Abschnitt 2.3.6.2) geringfügig.

Die Frequenzhubanzeige wird mit Taste FM 23 eingeschaltet. Zwischen der Anzeige des positiven oder negativen Hubes wählt man mit Taste 25 . Zur Messung des Phasenhubes wird die Taste φM 23 gedrückt; hierdurch wird eine Deemphasis von 6 dB/ Oktave eingeschaltet.

Die Umschaltung von Störhubmessung (Effektivwertanzeige) auf Nutzhubmessung (Spitzenwertanzeige) erfolgt automatisch. Der Störhub wird in den beiden unteren Anzeigebereichen (100 Hz und 300 Hz), der Nutzhub in den übrigen Bereichen (1 kHz bis 100 kHz) gemessen. Den Anzeigebereich des Instruments 15 wählt man mit Schalter 22 . In der Stellung AUTO des Schalters 22 wird der Bereich automatisch gewählt. Der Anzeigebereich (0.1, 0.3, 1, 3, 10, 30, 100) und die zugehörige Maßeinheit (kHz bzw. rad) erscheinen im Leuchtfeld 16 über dem Instrument 15 . Die Umschaltung von Effektivwertanzeige auf Spitzenwertanzeige erfolgt automatisch beim Übergang vom 300-Hz-Bereich zum 1-kHz-Bereich.

Da der Nutzhub als Spitzenwert gemessen wird, muß zum Ermitteln des Signal-Rausch-Abstandes entweder der angezeigte Spitzenwert auf den Effektivwert umgerechnet ($\frac{\text{Meßwert}}{\sqrt{2}}$) oder der sich ohne Umrechnung ergebende Signal-Rausch-Abstand um 3 dB verringert werden.

Hubmessung ist in den Betriebsarten Simplex, Duplex-AFC und Relaisbetrieb möglich (Abschnitt 2.3.6.1 und 2.3.6.2).

2.3.6.1 Betriebsart Simplex

Die entsprechende Taste FREQ. METER EXT. 11 (Bild 2-1) drücken und die Frequenz des Meßobjekts an 3 ablesen. Taste HF INT. 11 drücken und den SMDU auf dieselbe Frequenz einstellen. Die Taste 28 drücken; der Oszillator des SMDU wird nun automatisch um 200 kHz (= Hubmesser-ZF) verstimmt und an der Digitalanzeige 3 leuchtet „add 200 kHz" auf. Anschließend den Hubmesser mit Taste 24 und FREQ. METER EXT. mit Taste 11 einschalten. Das Aufleuchten der Leuchtdiode 26 zeigt die Meßbereitschaft des Hubmessers an. Bei unmoduliertem Meßobjekt zeigt Instrument 15 den Störhub, bei moduliertem Meßobjekt den Nutzhub an.

Ist der 1-GHz-Frequenzmesser SMDU-B4 zusammen mit der 1,05-GHz-Frequenzerweiterung SMDU-B3 oder dem 1,05-GHz-Frequenzverdoppler SMDU-B5 eingebaut, so kann der Hub in der Betriebsart Simplex auch im Frequenzbereich 0,5 bis 1,05 GHz, wie oben beschrieben, gemessen werden. Ist dagegen nur der 1-GHz-Frequenzmesser SMDU-B4 allein eingebaut, so muß der automatisch auf 200 kHz eingestellte Frequenzversatz auf 100 kHz zurückgedreht werden.

2.3.6.2 Betriebsart Duplex-AFC

Bei gelöster Taste 28 (Bild 2-1) arbeitet der Hubmesser mit automatischer Frequenzabstimmung (AFC). Der maximale Nachstimmbereich beträgt etwa 6,5 MHz. Die Frequenz des SMDU ist nach Analogskala um 4,2...10,7 MHz niedriger als die Frequenz des Meßobjekts einzustellen:

$$f_{SMDU} = f_{Meßobjekt} \underset{\text{Nachstimmbereich}}{(\pm)\ (4{,}2...10{,}7\ \text{MHz})}$$

Bei positivem Frequenzversatz ($f_{SMDU} > f_{Meßobjekt}$) ist zu beachten, daß positive und negative Hubanzeige vertauscht sind. Beträgt die Frequenz des Meßobjekts 4,2 bis 10,7 MHz, ist der Oszillator abzuschalten (z.B. durch Herausdrehen aus dem gewählten Bereich).

Taste 24 drücken, die Meßbereitschaft des Hubmessers wird von der Leuchtdiode 26 angezeigt. Diese leuchtet, wenn die Trägerfrequenz innerhalb des Nachstimmbereiches liegt. Sie leuchtet aber auch dann, wenn sich der Hubmesser auf eine Oberwelle des Meßsignals abgestimmt hat. In diesem Fall kann das Instrument 15 einen erhöhten Stör- oder Nutzhub anzeigen. Das Abstimmen auf eine Oberwelle kann durch Kontrolle der Frequenzlage mit dem Zähler 3 vermieden werden.

An den Enden des Nachstimmbereiches kann ein erhöhter Störhub auftreten. Durch Verstimmen des SMDU-Oszillators läßt sich dies jedoch vermeiden.

Ist das Meßobjekt unmoduliert, so zeigt das Anzeigeinstrument 15 den Störhub, ist es moduliert, so zeigt es den jeweiligen Frequenzhub an.

Im Frequenzbereich 0,5 bis 1,05 GHz wird nach dem gleichen Verfahren gemessen, wenn der 1-GHz-Frequenzmesser SMDU-B4 und die 1,05-GHz-Frequenzerweiterung SMDU-B3 oder der 1,05-GHz-Frequenzverdoppler SMDU-B5 eingebaut sind. Wenn nur der 1-GHz-Frequenzmesser SMDU-B4 allein eingebaut ist, so stellt man die Frequenz des SMDU nicht, wie oben angegeben, um 4,2...10,7 MHz, sondern um 2,1...5,3 MHz niedriger als die Meßfrequenz ein.

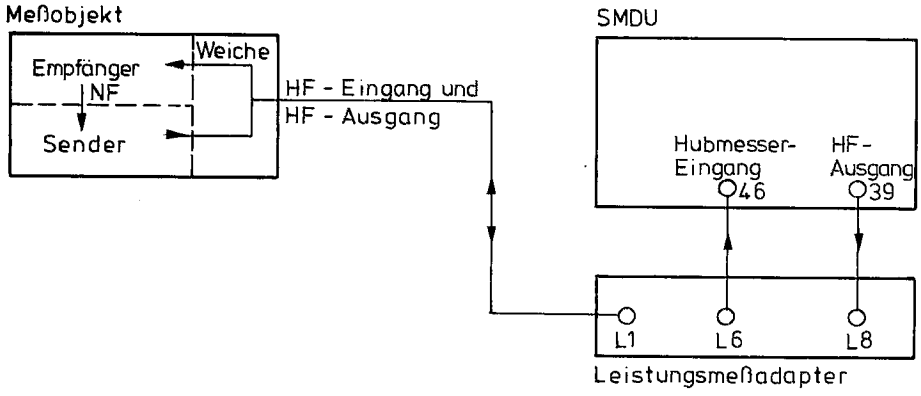
Duplexbetrieb ist besonders zum Prüfen von Vielkanalsprechfunkgeräten geeignet, da sich ein Nachstimmen für die einzelnen Kanäle innerhalb des Nachstimmbereiches erübrigt.

2.3.6.3 Relaisbetrieb

Mit dem SMDU und dem Leistungsmeßadapter SMDU-Z2 oder Amplitudenkontroller SMDU-Z1 kann der sogenannte „kleine Relaisbetrieb" vermessen werden. Da es sich gleichzeitig um Sender- und Empfangsmessung handelt, ist die Taste L3 (Bild 1-6) des Leistungsmeßadapters oder des Amplitudenkontrollers zu drücken. Der Sender und der

Empfänger des Funkgerätes arbeiten auf verschiedenen Frequenzbändern, der Sender wird direkt vom demodulierten NF-Signal des Empfängers moduliert.

Meßaufbau



Meßablauf:

a) HF-Generator des SMDU auf die Empfängerfrequenz abstimmen und Normmodulation, z.B. 2,4 kHz Hub 1 kHz Modulationsfrequenz einstellen (Abschnitt 2.3.3.1).

b) Funkgerät in Betriebsart Wechselsprechen auf die Senderfrequenz einstellen.

c) Hubmesser in Betriebsart DUPLEX einschalten (Abschnitt 2.3.6.2) und mit dem Kippschalter 27 (Bild 2-1) die Betriebsart RELAIS einschalten. Liegt die Sendefrequenz des Funkgerätes bei Relaisbetrieb oberhalb der Empfangsfrequenz, so stellt man den Kippschalter 27 auf „f_{UP}", liegt sie darunter, so stellt man ihn auf „f_{LOW}". Die Leuchtdiode 27 zeigt den eingeschalteten Relaisbetrieb an.

d) Sender des Funkgerätes (unmoduliert) einschalten, Hubanzeige 15 mit den beiden Potentiometern 29 und 32 wechselweise auf Minimum (< 20 Hz mit CCITT-Filter) abgleichen.

e) Funkgerät auf Relaisbetrieb schalten; der Meßplatz ist betriebsbereit.

Folgende Parameter können gemessen werden:

Signalrauschabstand des Empfängers nach SINAD, Klirrfaktor des Empfängers, Einsatzpunkt und Hysterese der Rauschsperre, Frequenz des Senders, Hub des Senders bei entsprechendem Hub des Empfängereingangssignals, Klirrfaktor des Senders.

Bei Wechsel der Trägerfrequenz oder Modulationsfrequenz ist ein erneuter Abgleich erforderlich.

2.3.6.4 Anzeige der Frequenz des demodulierten Signals

Nach Drücken der Taste NF INT. 11 (Bild 2-1) zeigt der Zähler an der Digitalanzeige 3 die Frequenz des Signals an, das im Modulationseinsatz aufbereitet wird.

Mit den Tasten FM, φM, AM, MOD.GEN. und NF-VOLTM. wird das Signal gewählt, das vom Instrument 15 und vom Zähler 3 angezeigt werden soll.

Bei Klirrfaktormessung liegt das Oberwellenspektrum des Klirrfaktormessers an.

Im empfindlichsten Anzeigebereich des Instrumentes 15 und unter 1/3-Vollausschlag ist die Funktion des Zählers nicht garantiert.

2.3.6.5 NF-Ausgang des Hubmessers

Das demodulierte und verstärkte NF-Signal des Hubmessers kann an der Buchse 42 (Bild 2-1) abgegriffen werden. Die Spannung ist proportional zum Zeigerausschlag des Instrumentes 15, sie beträgt 1 V_{eff} bzw. 1 V_s bei Vollausschlag.

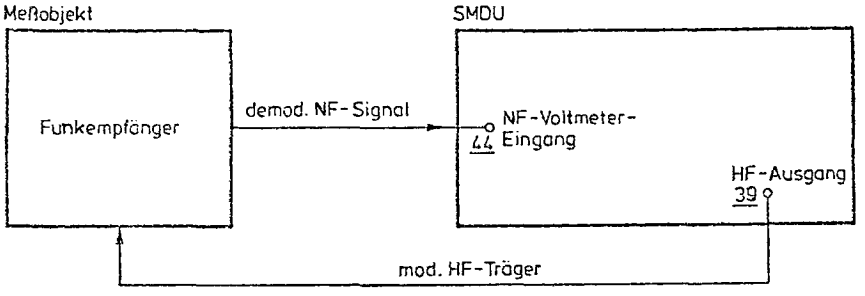
Die NF-Anzeigespannung liegt auch in den Anzeigearten AM, MOD.GEN. und NF-VOLTM. an. Dadurch kann der Anzeigeverstärker mit seinen automatischen oder von Hand an 22 wählbaren 10-dB-Teilerstufen als einstellbares Dämpfungsglied oder als Verstärker benutzt werden.

Beim Messen des Hubes (24 gedrückt) und beim Messen des NF-Pegels (NF-VOLTM. 23 gedrückt) ist eine Bewertung der Ausgangsspannung beim Einschalten des CCITT-Filters (mit 30) und der 1-kHz-Bandsperre des Klirrfaktormessers (mit 31) möglich.

2.3.7 Klirrfaktormessung

Der Klirrfaktor kann bei der Modulationsfrequenz 1 kHz gemessen werden. Ist die Frequenz des NF-Generators nicht auf 1 kHz ±1 % eingestellt, ergeben sich Fehlmessungen.

Meßaufbau



Messung des NF-Klirrfaktors

Funkempfänger mit moduliertem Träger (f_{mod} = 1 kHz) ansteuern. Das demodulierte NF-Ausgangssignal in den NF-Voltmeter-Eingang 44 des SMDU (Bild 2-1) einspeisen. Taste NF-VOLTM. 23 und Taste 31 drücken. Das Instrument 15 zeigt den Klirrfaktor in % an. Ist der NF-Pegel des Eingangssignals außerhalb des Regelbereiches der Pegelregelung (< 50 mV), so leuchtet die Diode „uncal." in 15 auf und der Klirrfaktormesser schaltet ab. Pegeländerungen bei Pegeln > 50 mV werden ausgeregelt.

Klirrfaktormessung des Hubes bei Funkgeräten

Funkgerät mit f_{mod} = 1 kHz modulieren, den Hubmesser mit 24 einschalten, Betriebsarten mit 28 bzw. 29 wählen und die Taste 31 drücken. Das Instrument 15 zeigt den Modulationsklirrfaktor an, die Leuchtdiode „uncal." leuchtet auf, wenn ein Hub von etwa 700 Hz unterschritten wird. Die Änderungen von Hüben > 700 Hz werden ausgeregelt.

2.3.8 Empfindlichkeitsmessung nach SINAD

Das Messen des Signal/Rausch-Verhältnisses des Empfängers, bezogen auf 1 kHz (= SINAD-Messung), ist durch Drücken der Taste 33 (Bild 2-1) möglich. Die Modulationsfrequenz muß bei dieser Messung genau auf 1 kHz eingestellt werden, andernfalls ergeben sich Fehlmessungen.

Funkempfänger wie unter Abschnitt 2.3.7 anschließen. Taste NF-VOLTM. 23 und Taste 33 drücken. Instrument 15 zeigt das Signal/Rausch-Verhältnis in % an. Die Meßbereiche können über Schalter 22 automatisch oder von Hand gewählt werden. Eine Leuchtdiode gibt den eingeschalteten Bereich an, wobei folgende Zuordnungen gelten:

- die 6-dB-SINAD-Diode leuchtet bei eingeschaltetem 100-%-Bereich
- die 12-dB-SINAD-Diode leuchtet bei eingeschaltetem 30-%-Bereich
- die 20-dB-SINAD-Diode leuchtet bei eingeschaltetem 10-%-Bereich

Der genaue SINAD-Wert ist erreicht, wenn sich der Zeiger des Instrumentes mit der roten Markierung der jeweils leuchtenden Diode deckt. Das bedeutet:

- der Zeigerausschlag 50 % (im 100-%-Bereich) entspricht dem SINAD-Wert 6 dB
- der Zeigerausschlag 25 % (im 30-%-Bereich) entspricht dem SINAD-Wert 12 dB
- der Zeigerausschlag 10 % (im 10-%-Bereich) entspricht dem SINAD-Wert 20 dB

Die Leuchtdiode „uncal." leuchtet auf, wenn die Eingangsspannung den Regelbereich der Pegelregelung unterschreitet.

Hinweis: Bei Verwendung eines externen NF-Generators zur Klirrfaktor- bzw. SINAD-Messung sollte der interne Modulationsgenerator abgeschaltet sein.

2.3.9 CCITT-Filter

Das CCITT-Filter wird mit Taste 30 (Bild 2-1) eingeschaltet. Es ist in den Betriebsarten Hubmesser (24 gedrückt) und NF-Voltmeter (NF-VOLTM. 23 gedrückt) wirksam. Bei der Betriebsart Hubmesser muß zusätzlich FM 23 oder φM 23 gedrückt sein. Die Klirrfaktormessung und die SINAD-Messung können ebenfalls nach CCITT bewertet werden.

Bei eingeschaltetem CCITT-Filter sind die Instrumentenanzeige 15 und das Signal am NF-Ausgang 42 bewertet.

2.3.10 Schwebungsfrequenzmesser

Meßobjekt an den entsprechenden Frequenzmeßeingang 46 oder 47 (Bild 2-1) anschließen. Am Schwebungsfrequenzausgang 58 an der Rückseite des SMDU einen Kopfhörer anschließen und die Frequenz des SMDU auf Sollfrequenz einstellen. Am Ausgang ist die Schwebungsfrequenz zu hören. Dann kann der Abgleich auf Schwebungsnull erfolgen.

2.3.11 DEMOD. AUSGANG (nur beim SMDU 249.3011.07)

An den DEMOD. AUSGANG 57 (Bild 2-1) kann ein VOR-ILS-Meßzusatz 214.3115 angeschlossen werden; für seine Netzspannungsversorgung ist Buchse 54 vorgesehen. Der DEMOD. AUSGANG ist folgendermaßen beschaltet:

Anschlußpunkt	Belegung
1	Ausgang für das demodulierte NF-Signal
2 und 3	Masse
4	HF AUS
5	+15 V

Beim Kurzschließen der Anschlußpunkte 4 und 5 wird der HF-Träger ausgetastet, dasselbe erfolgt beim Drücken der Taste 40 .

3. Wartung

In diesem Abschnitt vorkommende Werte sind nicht garantiert; verbindlich sind nur die Technischen Daten im Datenblatt.

3.1 Erforderliche Meßgeräte

Pos.	○ Geräteart, erforderl. Daten ● Empfohlenes R&S-Gerät	Typ	Bestell-Nr.	Anwendung
1	○ HF-Millivoltmeter ● HF-DC-Millivoltmeter mit 50-Ω-Durchgangskopf 50 µV...1050 V (DC) 0,5 mV...10,5 V (HF)	 URV -	 216.3612.02 243.9418.54	3.2.1.2 3.2.9 3.2.4.3
2	○ Leistungsmesser, 50 Ω ● Thermischer Leistungsmesser mit 50-Ω-Meßkopf 0,1...330 mW, 0...15 GHz	 NRS -	 100.2433.92 100.2440.50	3.2.1.2
3	○ Geräuschspannungsmesser mit CCITT- oder CCIR-Bewertung ● NF-Geräuschspannungsmesser mit CCITT-Bewertung ● NF-Geräuschspannungsmesser mit CCIR-Bewertung	 UPGS UPGR	 248.0019.02 248.1915.02	3.2.1.7 3.2.7.4
4	○ Feldstärkemesser 0,14...50/350...500 MHz ● Feldstärkemeßgerät 0,1...30 MHz ● VHF-UHF-Meßempfänger mit den Einschüben 160...470 MHz 460...900 MHz	 HFH ESU - -	 100.1014.02 100.1143.02 100.1195.02 100.1208.02	3.2.1
5	○ Modulationsmesser z.B. AFM 2 der Fa. Radiometer			3.2.7 3.2.11
6	○ Frequenzanalysator 0,14...1000 MHz ● Analyskop und UHF-Tuner 6 kHz...1400 MHz	 EZF EZFU	 100.8831.52 210.0011.03	3.2.1.4

Pos.	○ Geräteart, erforderl. Daten ● Empfohlenes R&S-Gerät	Typ	Bestell-Nr.	Anwendung
7	○ Klirrfaktormesser ● Direktzeigender Klirrfaktor-messer 0,2...30 % bei 40 Hz/1/5/15 kHz ● Frequenzanalysator 5 Hz...60 kHz	 FTZ FAT 1	 100.6100.02 100.8683...	3.2.7.3 3.2.7.7 3.2.13 3.2.5.2
8	○ Stereocoder			3.2.7.10
9	○ Stereomeßdecoder			3.2.7.10
10	○ Frequenzzähler für 10 MHz, 9stellige Anzeige			3.2.4.1 3.2.1.1 3.2.4.2
11	○ Dekadischer Meßsender ● Dekadischer Meßsender 0...50 MHz	 SMDW	 103.9968...	3.2.8.4
12	○ Mischer für den Frequenzbereich des SMDU			3.2.8.4
13	○ XY-Schreiber ● XY-Schreiber	 ZSK 2	 247.4010...	3.2.8.4
14	○ HF-Leistungsmeßsender ● Leistungsmeßsender 25...1000 MHz, 2 W an 50 Ω	 SMLU	 200.1009...	3.2.9 3.2.4.3
15	○ NF-Voltmeter ● NF-Millivoltmeter	 UVN		3.2.5.3 3.2.5.4 3.2.6
16	○ Präzisions-NF-Generator ● Programmierbarer Synthesizer	 SSN		3.2.10
17	○ Digitalvoltmeter			3.2.10

3.2 Prüfen der Solleigenschaften

3.2.1 HF-Ausgang

3.2.1.1 Messen der Frequenz

Messung: Die Frequenz muß am Anfang, in der Mitte und am Ende eines jeden Frequenzbereiches überprüft werden. Dazu kann der im SMDU eingebaute Frequenzmesser benützt werden. Taste 11 HF INT. (Bild 2-1) drücken; das Ergebnis erscheint dann digital im Anzeigefeld 3 . Der Frequenzmesser muß vorher nach Abschnitt 3.2.4.2 überprüft werden. Verwendet man einen externen Frequenzzähler, so schließt man diesen an den HF-Ausgang 39 an.

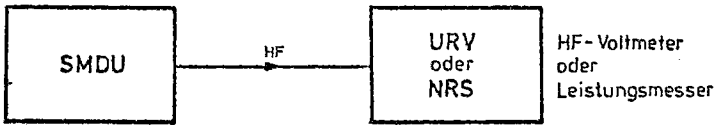
Zulässige Abweichungen zwischen der analogen Frequenzanzeige des SMDU und der Digitalanzeige:

0,14...50 MHz . . . . . etwa ±(5 % +300 kHz)
50...1050 MHz . . . . . etwa ±1 %

Abgleich des betreffenden Oszillators siehe Abschnitt 5.3.5.

3.2.1.2 Prüfen der Ausgangsspannung bzw. Ausgangsleistung

Meßaufbau

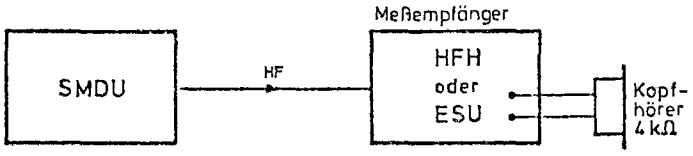


Messung: Ausgangsteiler des SMDU auf 0 dBm einstellen. Im Frequenzbereich 0,14 bis 525 MHz (1050 MHz) die Ausgangsspannung bzw. Ausgangsleistung messen, zulässiger Fehler < ±1 dB (±2 dB). Im untersten Frequenzbereich wird die Amplitudenregelung bei etwa 400 kHz bzw. 440 kHz und etwa 8 MHz umgeschaltet (siehe Abschnitt 4.3.8); dabei ändert sich auch die Ausgangsspannung innerhalb der Fehlergrenzen. Die Teilereichung kann nach Abschnitt 5.3.6.10 überprüft werden.

Abgleich mit R12 im Regelverstärker Y38, siehe Abschnitt 5.3.6.1.

3.2.1.3 Messen der Nebenwellen

Meßaufbau



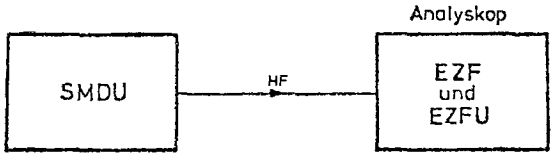
Messung: Der Nebenwellenabstand wird in folgenden Frequenzbereichen gemessen:

Frequenzbereich	Nebenwellenabstand
0,14...50 MHz	> 90 dB
392...525 MHz	> 90 dB
520...1050 MHz (mit SMDU-B3)	> 70 dB
520...1050 MHz (mit SMDU-B5)	> 20 dB

Abgleich: Im Bereich 392...525 MHz mit R3 im Verdoppler Y26.
Im Bereich 520...1050 MHz mit R13 im Verdoppler Y301.
Im Bereich 0,14...50 MHz Abgleich nicht möglich.

3.2.1.4 Messen der Oberwellen

Meßaufbau



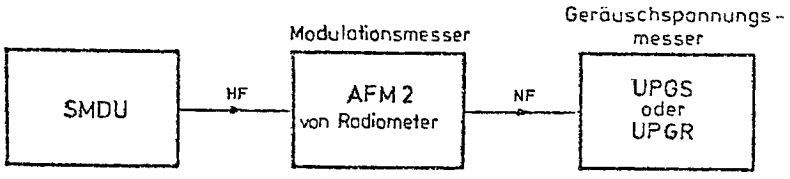
Messung: Ausgangsteiler des SMDU auf 1 V EMK einstellen und mit dem Analysator EZF (Bereicherweiterung mit UHF-Tuner EZFU) den Oberwellenabstand messen.

Sollwert:	Bereich 0,14...50 MHz	> 26 dB
	Bereich 49...525 MHz	> 35 dB
	Bereich 520...1050 MHz (mit SMDU-B3)	> 26 dB (typisch > 30 dB)
	Bereich 520...1050 MHz (mit SMDU-B5)	> 20 dB

Abgleich: Der Oberwellenabstand kann nicht abgeglichen werden. Fehlersuche nach Abschnitt 5.2.3.

3.2.1.5 Messen des Störfrequenzhubes

Meßaufbau



Messung: In jedem Frequenzbereich ist bei mindestens einer Frequenz (Bereichmitte) der Störhub zu ermitteln. Ausgangsspannung des SMDU auf mindestens 100 mV einstellen. AM-MOD.-Taste 12 ist gelöst. Modulationsmesser abstimmen. Am SMDU 1 kHz Frequenzhub bei 1 kHz Modulationsfrequenz einstellen. Spannung am NF-Ausgang des Modulationsmessers mit NF-Geräuschspannungsmesser UPGS (Bewertung nach CCITT) oder UPGR (Bewertung nach CCIR) messen. Die Anzeige des Geräuschspannungsmessers entspricht 1 kHz Hub. Frequenzmodulation des SMDU abschalten und den Pegelabfall am Geräuschspannungsmesser ermitteln. Er ist ein Maß für die Größe des Störhubes; z.B. entsprechen 30 dB Pegelabfall einem Störhub von 30 Hz.

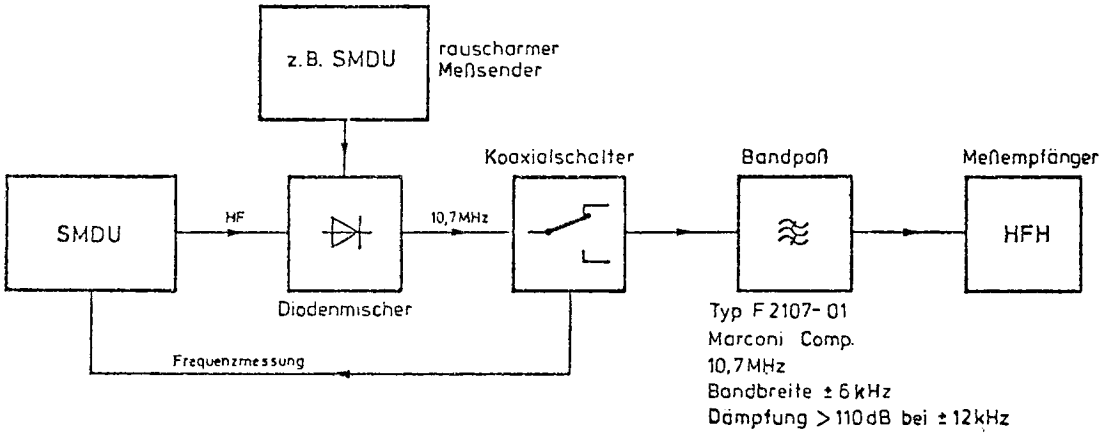
Zulässiger Störfrequenzhub:

	Bandbreite: 0,3...3 kHz (CCITT)	20 Hz...15 kHz (CCIR)
0,14...395 MHz	< 7 Hz	< 20 Hz (typ. 10 Hz)
395... 525 MHz	< 10 Hz	< 40 Hz (typ. 20 Hz)
525...1050 MHz	< 20 Hz	< 60 Hz (typ. 30 Hz)

Abgleich: Der Störfrequenzhub kann nicht abgeglichen werden.

3.2.1.6 Messen der Rauschspannung

Meßaufbau



Messung: Am SMDU die gewünschte Frequenz und eine Ausgangsspannung von etwa 300 mV bei unmoduliertem Betrieb einstellen. Den FM-Bereichschalter auf 10 kHz oder 100 kHz stellen. Ausgangsspannung des rauscharmen Meßsenders auf etwa 1,5 V einstellen und Frequenz um 10,7 MHz gegenüber der Frequenz des SMDU verstimmen. Die Frequenz von 10,7 MHz kann bei umgelegtem Koaxialschalter über den Eingang 15 Hz - 30 MHz des SMDU gemessen werden.

Das 10,7-MHz-Signal gelangt über den 10,7-MHz-Bandpaß zum Meßempfänger. Den Meßempfänger auf 10,7 MHz bei der Bandbreite ±4 kHz abstimmen und den Pegel (= Nutzpegel) ermitteln. SMDU um 20 kHz verstimmen (ergibt Mischfrequenz 10,72 MHz oder 10,68 MHz) und den Pegelabfall am Meßempfänger ermitteln.

Berechnung des Rauschabstandes, bezogen auf 1 Hz Meßbandbreite:

Gemessene Pegeldifferenz zwischen Nutzpegel
und Rauschpegel ..... 100 dB
Umrechnungsfaktor bei der Bandbreite ±4 kHz (≙ 10 · lg 8000) ..... 39 dB
Rauschabstand, bezogen auf 1 Hz Bandbreite ..... 139 dB

Nach diesem Verfahren kann auch der Rauschabstand im Abstand von 100 kHz und 500 kHz vom Träger ermittelt werden.

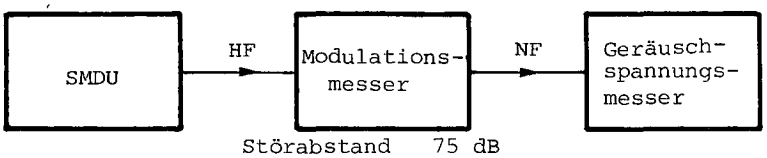
Zulässiger Rauschabstand:

	Trägerabstand: 20 kHz	500 kHz
0,14...50 MHz	> 125 dB	> 130 dB
50...400 MHz	> 135 dB	> 145 dB
400...525 MHz	> 130 dB	> 140 dB
525...1050 MHz	> 125 dB	> 135 dB

Abgleich: Der Rauschabstand kann nicht abgeglichen werden.

3.2.1.7 Messen der Störamplitudenmodulation

Meßaufbau



Störabstand 75 dB
bei CCIR-Bewertung 20 Hz...15 kHz

Messung: Die Störamplitudenmodulation kann nach zwei verschiedenen Methoden gemessen werden.

a) Die Ausgangsspannung des SMDU auf mindestens 100 mV einstellen und ~~die~~ FM-MOD-Taste 14 lösen. Die Messung erfolgt bei mehreren Frequenzen. Den Modulationsmesser auf die zu messende Frequenz abstimmen. Am SMDU 50 % Modulationsgrad bei 1 kHz Modulationsfrequenz einstellen. Die NF-Spannung mit dem Geräuschspannungsmesser UPGS (Bewertung nach CCITT) oder UPGR (Bewertung nach CCIR) messen. Dann die Amplitudenmodulation abschalten und den Pegelabfall der NF-Spannung gegenüber dem modulierten Betrieb ermitteln. Zu diesem Pegelabstand müssen 6 dB addiert werden, da der Störamplitudenmodulationsabstand auf 100 % Modulation bezogen wird.

b) Den Geräuschspannungsmesser an den Demodulationsausgang 57 anschließen. Einstellen der Ausgangsspannung, des Modulationsgrades, der Modulationsfrequenz und Durchführung der Messung wie unter a).

Zulässiger Störamplitudenmodulationsabstand:

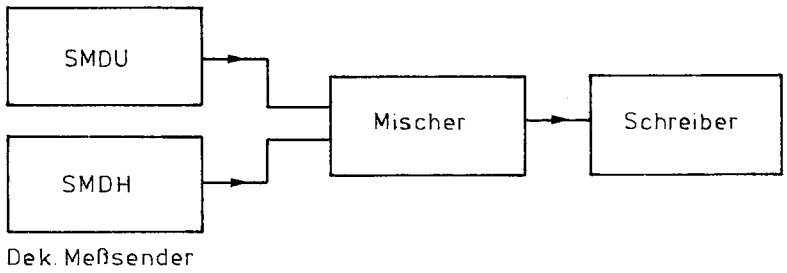
Bewertung nach CCITT (0,3...3 kHz) ..... > 80 dB

Bewertung nach CCIR (20 Hz...15 kHz) ..... > 72 dB

Abgleich: Die Störamplitudenmodulation kann nicht abgeglichen werden.

3.2.1.8 Prüfen der Frequenzstabilität

Meßaufbau



Meßbedingungen:

Die Messung muß in einem Raum mit konstanter Temperatur durchgeführt werden. Der SMDU muß vor der Messung in diesem Raum so lange gelagert sein, bis er die Raumtemperatur vollkommen angenommen hat.

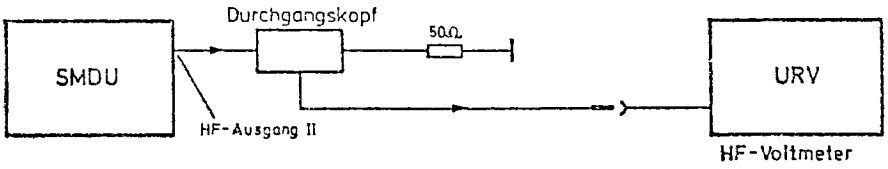
Messung: Das Ausgangssignal des SMDU wird im Mischer mit der stabilen Frequenz des dekadischen Meßsenders gemischt. Der Schreiber zeichnet die Differenz auf.

Zulässige Frequenzdrift siehe Datenblatt.

Abgleich ist nicht möglich.

3.2.2 Messen der Spannung am HF-Ausgang II

Meßaufbau



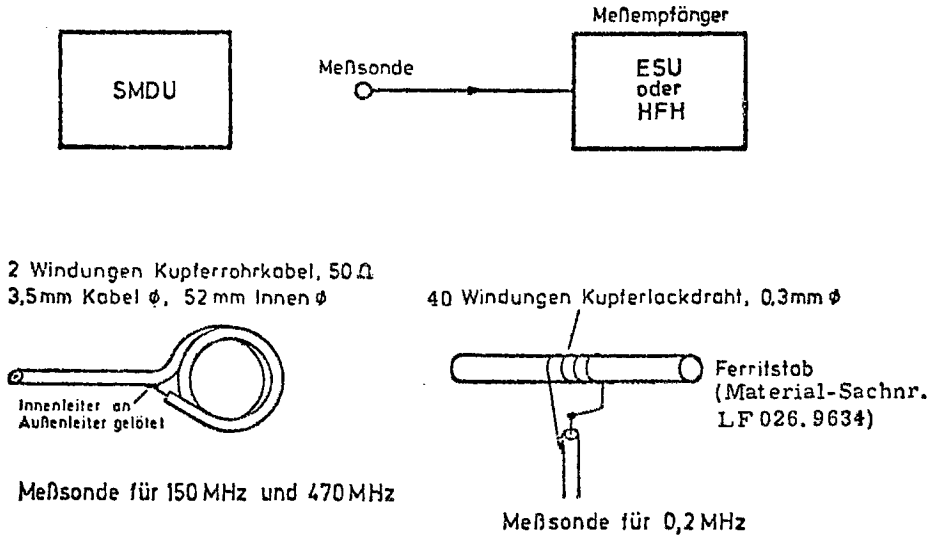
Messung: Der SMDU wird unmoduliert betrieben. Die Ausgangsspannung für Frequenzen unter 8 MHz soll $U_{eff} > 20$ mV und für Frequenzen über 8 MHz $U_{eff} > 50$ mV betragen.

Abgleich: Abschnitte 5.3.6.5 und 5.3.6.6.

Achtung: Im Bereich 520...1050 MHz ist am HF-Ausgang II die halbe Frequenz vorhanden.

3.2.3 Messen der HF-Dichtigkeit

Meßaufbau



Messung: Die Frequenz des SMDU nacheinander auf 0,2 MHz, 150 MHz, 470 MHz und 1000 MHz (mit SMDU-B3 oder -B5) einstellen. Den HF-Teiler des SMDU an den rechten Anschlag stellen, die Meßsonde in die Nähe des HF-Ausgangs halten und den Meßempfänger auf die Meßfrequenz abstimmen und eichen. HF-Teiler des SMDU an den linken Anschlag drehen, mit der Meßsonde im Abstand von 5 cm die Umgebung des SMDU absuchen und die maximale Anzeige des Meßempfängers feststellen.

Zulässige Spannungen:

0,2 MHz
150 MHz
470 MHz
1000 MHz
} < 2 µV

Abgleich: Ein Abgleich der HF-Dichtigkeit ist nicht möglich.

3.2.4 Frequenzmesser

3.2.4.1 Prüfen der Zeitbasis

Meßaufbau

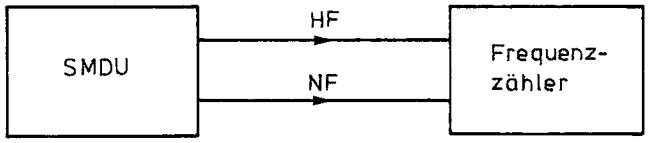
Messung: Frequenzzähler an den HF-Ausgang des SMDU anschließen: die Frequenz auf 100,000 000 MHz (synchronisiert) einstellen und messen.

Die Abweichung darf 5 Hz betragen.

Abgleich siehe Abschnitt 5.3.3.1, Fehlersuche siehe Abschnitt 5.2.5.

3.2.4.2 Prüfen der Genauigkeit des Frequenzmessers

Meßaufbau



Messung: HF-Ausgangsspannung und NF-Ausgangsspannung des SMDU auf Werte über 100 mV einstellen. Die Frequenzmodulation wird abgeschaltet und interne Amplitudenmodulation wird eingeschaltet. Durch Drücken der Taste AUFLÖS. x10 wird die Auflösung des Frequenzmessers im SMDU verzehnfacht. Gemessen wird nach einer Einlaufzeit von mindestens 15 Minuten. Bei gedrückter Taste HF INT. wird im Frequenzbereich 0,14 bis 50 MHz und in einem beliebigen anderen Bereich gemessen. Die höchste Frequenz des Modulationsgenerators wird bei gedrückter Taste NF INT. überprüft.

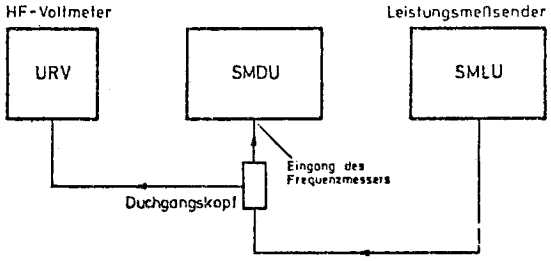
Zulässige Abweichungen zwischen der Frequenzanzeige des SMDU und der Anzeige des Frequenzzählers:

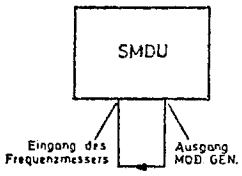
NF INT. ..... ±1 Hz
HF INT. 0,14...50 MHz ..... ±1 Hz
HF INT. 50...800 MHz ..... ±10 Hz
HF INT. 800...1050 MHz ..... ±100 Hz

Abgleich: Die interne digitale Frequenzanzeige kann durch Abgleichen der Zeitbasis korrigiert werden (siehe Abschnitt 5.2.5). Bei Abweichungen der Frequenzanzeige nur im Bereich 0,14...50 MHz (z.B. unruhige Anzeige) ist eine Kontrolle des Mischoszillators notwendig (siehe Abschnitt 5.3.3).

3.2.4.3 Prüfen der Empfindlichkeit im Bereich 10 Hz...30 MHz

Meßaufbauten





Messung: Zuerst muß die Genauigkeit des Frequenzmessers nach Abschnitt 3.2.4.2 überprüft werden.

Eine der Tasten MOD. muß gedrückt sein, damit der Modulationsgenerator eingeschaltet ist. Zum Prüfen bei Frequenzen über 150 kHz wird der linke Meßaufbau, bei Frequenzen unter 150 kHz die rechte Anordnung verwendet. Die HF- bzw. NF-Spannung am Eingang des Frequenzmessers wird so lange erhöht, bis die Frequenzanzeige gerade stabil ist. Beim weiteren Erhöhen der Meßspannung bis 3 V darf sich die Frequenzanzeige nicht verändern.

Sollwert der Empfindlichkeit ..... ≦ 10 mV

Abgleich: Der Eingangsspannungsbedarf des Frequenzmessers kann nicht abgeglichen werden.

3.2.4.4 Prüfen der Empfindlichkeit im Bereich 20...525 MHz

Meßaufbau wie unter Abschnitt 3.2.4.3, linkes Bild

Messung: Zuerst muß die Genauigkeit des Frequenzmessers nach Abschnitt 3.2.4.2 überprüft werden.

Spannung am Eingang des Frequenzmessers auf etwa 1 mV einstellen und dann so lange erhöhen, bis die Abschaltautomatik anspricht und die Frequenz angezeigt wird. Die Anzeige muß ruhig sein. Gemessen wird bei mehreren Frequenzen, besonders bei 20 MHz und 525 MHz. Beim Erhöhen der Eingangsspannung bis 3 V darf sich die Frequenzanzeige nicht verändern.

Sollwert der Empfindlichkeit ..... ≦ 10 mV

Abgleich: Der Eingangsspannungsbedarf des Frequenzmessers kann nicht abgeglichen werden. Der Schaltpunkt der Abschaltautomatik kann mit R52 im Vorteiler Y72 abgeglichen werden, siehe Abschnitt 5.3.4.2.

3.2.4.5 Prüfen der Empfindlichkeit im Bereich 525...1050 MHz

Meßaufbau: wie im Abschnitt 3.2.4.3, linkes Bild.

Messung: Zuerst muß die Genauigkeit des Frequenzmessers nach Abschnitt 3.2.4.2 überprüft werden.

Die Spannung am Eingang des Frequenzmessers auf etwa 10 mV einstellen und so lange erhöhen, bis die Abschaltautomatik anspricht und die Frequenz angezeigt wird. Die Anzeige muß ruhig sein. Gemessen wird bei mehreren Frequenzen, besonders bei 525 MHz und 1000 MHz (mit 1,05-GHz-Frequenzerweiterung SMDU-B3 oder 1,05-GHz-Frequenzverdoppler SMDU-B5). Bei Erhöhen der Eingangsspannung bis 1 V darf sich die Frequenzanzeige nicht ändern.

Sollwert der Empfindlichkeit ..... ≦ 30 mV

Abgleich: Die Empfindlichkeit kann mit R14 im 1-GHz-Frequenzmesser SMDU-B4 abgeglichen werden (Abschnitt 5.3.10.2).

3.2.5 Modulationsgenerator

3.2.5.1 Messen der Frequenz

Die Taste 18 (Bild 2-1) lösen (FIXED) und mit 19 nacheinander die Festfrequenzen einschalten. Mit der Taste 11 NF INT. die digitale Frequenzanzeige einschalten und mit 34 eine Ausgangsspannung > 10 mV einstellen.

Die an der digitalen Frequenzanzeige abgelesenen Frequenzen dürfen um höchstens ±1,5 % von den Festfrequenzen abweichen.

Die Taste 18 drücken (VAR.), mit 19 die Frequenzbereiche wählen und an Skala 20 für jeden Bereich die folgende Frequenz einstellen:

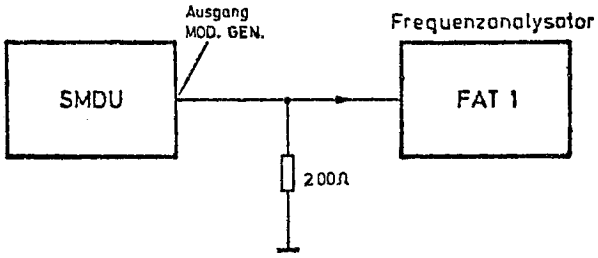
Bereiche	kHz	10-30	3-10	1-3	0,3-1	0,1-0,3	0,03-0,1
Frequenz	kHz	20	6	2	0,6	0,2	0,06

Die Frequenzwerte an der digitalen Anzeige dürfen um ±10 % von der Skalenanzeige 20 abweichen.

Abgleich siehe Abschnitt 5.3.7.1.

3.2.5.2 Messen des Klirrfaktors

Meßaufbau



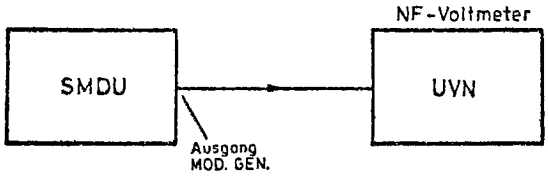
Messung: Gemessen wird bei einer Last von 200 Ω und einer Ausgangsspannung U_{eff} = 5 V.

Es sind verschiedene Frequenzen nach Abschnitt 3.2.5.1 einzustellen. Bei sämtlichen Festfrequenzen und bei variablen Frequenzen im Bereich 0,03...10 kHz soll der Klirrfaktor < 0,5 % bleiben.

Abgleich ist nicht möglich.

3.2.5.3 Messen der Ausgangsspannung

Meßaufbau



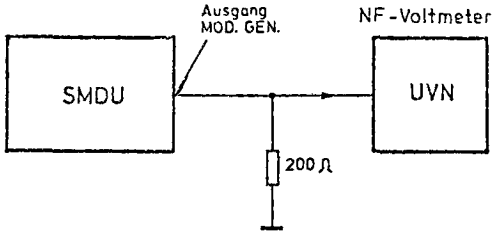
Messung: Die Taste 18 MOD. GENERATOR (Bild 2-1) drücken und bei einer Frequenz des Modulationsgenerators von 1 kHz die Ausgangsspannung auf 1000 mV einstellen. Die Anzeige des Instrumentes muß mit der des UVN übereinstimmen;
zulässige Abweichung ..... < ±(2 % v.M. +1,5 % v.E.)

Wenn der Drehknopf 34 PEGEL gezogen ist, muß sich die Ausgangsspannung bis zu U_{eff} etwa 5 V einstellen lassen. Im gedrückten Zustand des Drehknopfes muß die Ausgangsspannung bis zu $U_{eff} \geqq$ 500 mV einstellbar sein.

Abgleich mit R45 im Modulationsgenerator Y84, siehe Abschnitt 5.3.7.1.

3.2.5.4 Messen des Frequenzganges der Ausgangsspannung

Meßaufbau



Messung: Gemessen wird bei einer Last von 200 Ω und einer Ausgangsspannung von 1000 mV.

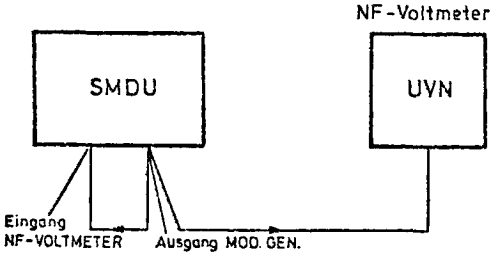
Nacheinander die Festfrequenzen wählen. Zulässige Änderung der Ausgangsspannung . . . . . < 1 %

Die Variationsbereiche durchstimmen. Zulässige Änderung der Ausgangsspannung
im Bereich 10...30 kHz . . . . . < 10 %
in den übrigen Bereichen . . . . . < 5 %.

Abgleich ist nicht möglich.

3.2.6 Prüfen des NF-Voltmeters

Meßaufbau



Messung: Am SMDU die Taste 23 NF-VOLTM. (Bild 2-1) drücken. In den Voltmetereingang 44 des SMDU eine NF-Spannung mit konstantem Pegel (z.B. 1 V) einspeisen und die Frequenz im Bereich 15 Hz bis 150 kHz variieren.

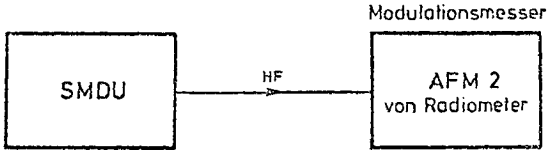
Zulässige Abweichungen zwischen der Pegelanzeige des SMDU und des UVN:

15 Hz...30 kHz . . . . . < ±(3 % v.M. +1,5 % v.E.)
30 kHz...150 kHz . . . . . -3 dB

3.2.7 Modulation

3.2.7.1 Prüfen der Modulationsgradanzeige

Meßaufbau



Messung: Am SMDU eine Frequenz über 450 kHz und einen Pegel unter 1 V EMK einstellen. Das Trägersignal mit der internen Modulationsfrequenz 1 kHz bei einem Modulationsgrad von 80 % modulieren. Der Fehler der Modulationsgradanzeige am SMDU muß . . . . . < ±(4 % v.M. +1,5 % v.E.) sein.

Abgleich mit R2 in der Baugruppe Y41, siehe Abschnitt 5.3.6.12. Eventuell ist auch ein Abgleich im Modulationseinsatz nötig, siehe Abschnitt 5.3.7.3.

3.2.7.2 Prüfen der externen Amplitudenmodulation

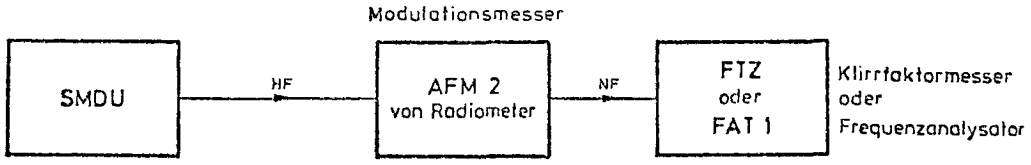
Meßaufbau siehe Abschnitt 3.2.7.1. Am Modulationseinsatz auf AM EXT. schalten, und in die Buchse AM eine NF-Spannung von 1 kHz einspeisen.

Messung: Der Spannungsbedarf für Fremdmodulation muß etwa 15 mV/% Modulationsgrad betragen. Anzeigefehler wie im Abschnitt 3.2.7.1.

Abgleich ist mit R87 auf der AM-Modulationsgradeinstellung des Modulationseinsatzes möglich, siehe Abschnitt 5.3.7.2.

3.2.7.3 Messen des Modulationsklirrfaktors bei AM

Meßaufbau



Messung: Bei 1 kHz Modulationsfrequenz m = 80 % einstellen. Gemessen wird bei Teilerstellung < 1 V EMK.

Zulässiger Modulationsklirrfaktor bei

0,4...400 MHz ..... < 1,5 %

400...525 MHz ..... < 3 %

Abgleich siehe Abschnitt 5.3.6.6.

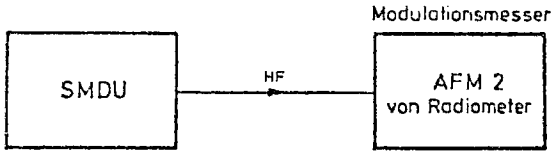
3.2.7.4 Messen der Stör-AM bei Frequenzmodulation

SMDU auf eine Frequenz > 1 MHz einstellen und mit 1 kHz und 100 kHz Frequenzhub modulieren. Die Modulationsanzeige am SMDU auf AM schalten, Meßbereich 3 %, und die Stör-AM ablesen. Eine Anzeige von 1 % AM darf nicht überschritten werden.

Abgleich ist nicht möglich. Für den Abgleich bei AM UNMOD. siehe Abschnitt 5.3.6.6.

3.2.7.5 Prüfen der Frequenzhub-Anzeige

Meßaufbau



Messung: Ausgangsspannung des SMDU auf mindestens 100 mV einstellen. Die Messung erfolgt am Anfang, in der Mitte und am Ende jeden Frequenzbereiches. Modulationsmesser auf die Meßfrequenz abstimmen. Den SMDU bei 1 kHz Modulationsfrequenz mit 100 kHz Hub frequenzmodulieren. Der tatsächliche Hub kann direkt am Modulationsmesser abgelesen werden.

Zulässige Abweichung zwischen der Hubanzeige des SMDU und des Modulationsmessers ..... < ±(5 % v.M. +1,5 % v.E.)

Abgleich: Bei gleichmäßiger Abweichung in allen Frequenzbereichen kann die FM-Anzeige nach Abschnitt 5.3.7.3 nachgeglichen werden. Bei Abweichung in einem einzelnen Frequenzbereich erfolgt ein Nachgleichen nach Abschnitt 5.3.5.

3.2.7.6 Prüfen der externen Frequenzmodulation

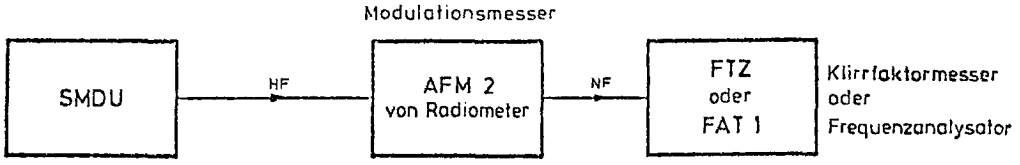
Meßaufbau siehe Abschnitt 3.2.7.5. Am Modulationseinsatz auf FM EXT. schalten und an der Buchse FM eine NF-Spannung von 1 kHz einspeisen.

Messung: Die Messung erfolgt wie im Abschnitt 3.2.7.5 beschrieben, jedoch wird der SMDU mit externer Frequenzmodulation betrieben. Der Spannungsbedarf für externe Frequenzmodulation muß U_s etwa 5 V für 100 kHz Hub betragen. Anzeigefehler wie im Abschnitt 3.2.7.5.

Abgleich siehe Abschnitt 3.2.7.5.

3.2.7.7 Messen des Modulationsklirrfaktors bei FM

Meßaufbau



Messung: Ausgangsspannung des SMDU auf mindestens 100 mV einstellen. Die Messung erfolgt am Anfang, in der Mitte und am Ende jeden Frequenzbereiches. Beim Messen in den Trägerfrequenzbereichen 5...15 MHz und 86...110 MHz muß der Klirrfaktor des Modulationsgenerators kleiner als 0,5 ‰ sein (Ausführung SMDU 249.3011.09). Deshalb empfiehlt es sich, den SMDU in diesen Bereichen mit einem entsprechenden NF-Generator extern zu modulieren. Modulationsmesser auf die Meßfrequenz abstimmen. SMDU frequenzmodulieren mit 100 kHz Hub und 1 kHz Modulationsfrequenz. Klirrfaktormesser auf die Modulationsfrequenz abstimmen und Klirrfaktor ablesen.

Zulässiger Modulationsklirrfaktor . . . . . < 1 %
Bei Ausführung 09 im Frequenzbereich 5...15 und 86...110 MHz . . . . . ≦ 0,2 %

3.2.7.8 Messen der Stör-FM bei Amplitudenmodulation

Meßaufbau

Messung: Ausgangsspannung des SMDU auf mindestens 100 mV einstellen. Die Messung erfolgt bei mehreren Frequenzen. Modulationsmesser auf die Meßfrequenz abstimmen. Den SMDU bei 10 kHz Modulationsfrequenz mit 30 % Modulationsgrad amplitudenmodulieren. Modulationsmesser auf FM-Messung schalten und die Stör-FM ablesen. Bei Trägerfrequenzen unter 20 MHz kann eine genaue Ablesung am Modulationsmesser nicht mehr erfolgen. Es muß deshalb ein NF-Voltmeter an den NF-Ausgang des Modulationsmessers angeschlossen werden. Die Eichung erfolgt durch Frequenzmodulation des SMDU mit 1 kHz Hub bei 1 kHz Modulationsfrequenz. Der Abfall der Anzeige am Modulationsmesser bzw. NF-Voltmeter gegenüber dem geeichten Anzeigewert ergibt die zu ermittelnde Stör-FM.

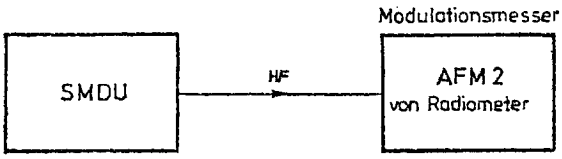
Zulässige Stör-FM:

Trägerfrequenz	0,14...20 MHz	< 200 Hz
	20...110 MHz	< 1000 Hz
	110...525 MHz	< 2000 Hz

Abgleich: Die Stör-FM bei Amplitudenmodulation kann nicht abgeglichen werden.

3.2.7.9 Prüfen der Preemphasis

Meßaufbau



Messung: SMDU mit einer Modulationsfrequenz von 1 kHz frequenzmodulieren. Am Anzeigeinstrument des SMDU 1 kHz Hub einstellen. Zulässige Abweichung zwischen Instrumentenanzeige und Hubanzeige am Modulationsmesser ..... ≦ ±1 %.

Die Preemphasis einschalten und bei folgenden Modulationsfrequenzen die Instrumentenanzeige überprüfen:

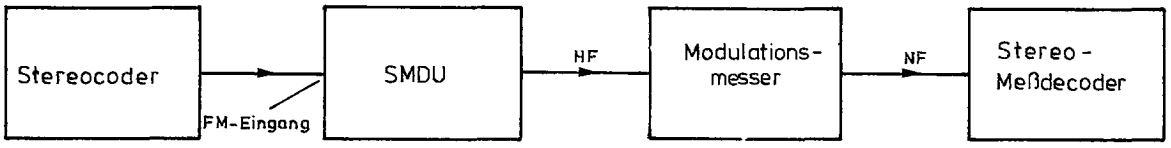
Modulationsfrequenz	Hubanzeige	zulässige Fehler
0,4 kHz	0,4 kHz	±2 %
1,0 kHz	1,0 kHz	
2,7 kHz	2,7 kHz	
3,0 kHz	3,0 kHz	
6,0 kHz	6,0 kHz	-3 %

Abgleich: Die Preemphasis kann nicht abgeglichen werden.

3.2.7.10 Messen der Übersprechdämpfung bei Stereomodulation

(nur bei der Ausführung 249.3011.09)

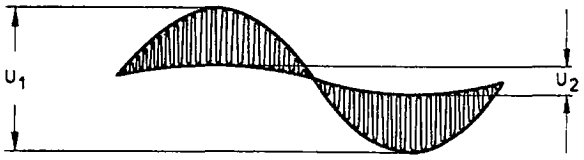
Meßaufbau



Messung: Die Übersprechdämpfung kann nach zwei Methoden gemessen werden.

a) Den SMDU auf eine Frequenz im UKW-Band (86...108 MHz) bei einer Ausgangsspannung von mindestens 100 mV einstellen. Die externe Frequenzmodulation des SMDU mit einem Frequenzhub von 40 kHz erfolgt mit dem Stereocoder. Den Modulationsmesser auf die Meßfrequenz abstimmen. Mit dem Stereodecoder kann das Signal für den linken und für den rechten Kanal gemessen werden. Die Differenz der beiden Signale ergibt die Übersprechdämpfung, wenn ein Kanal unmoduliert betrieben wird.

b) Da die, das Übersprechen verursachenden Verzerrungen im NF-Pfad entstehen, kann die Übersprechdämpfung auch mit einem Oszillographen am Stecker ST101 der Bereichschalterplatine 215.1019 gemessen werden (K101 bleibt angeschlossen). Dazu wird in den externen FM-Eingang ein Multiplexsignal ohne Pilotton aus einem Stereocoder eingespeist. Um Übersprechdämpfungen größer 20 dB mit genügender Genauigkeit messen zu können, ist ein übersteuerungsfester Oszillograph erforderlich, damit das Bild entsprechend gedehnt werden kann. Aus U_1 und U_2 (Skizze) ergibt sich die Übersprechdämpfung = $20 \cdot \log \frac{U_1}{U_2}$.



Zulässige Werte der Übersprechdämpfung:

Modulationsfrequenz	50 Hz	> 40 dB
	1 kHz	> 46 dB
	15 kHz	> 46 dB

Abgleich: Die Übersprechdämpfung bei Stereomodulation kann nicht abgeglichen werden.

3.2.8 Synchronisation

Die folgenden Prüfungen sind nur bei eingebauter Synchronisation SMDU-B1 durchzuführen.

3.2.8.1 Prüfen der Synchronisation

Messung: Der Meßsender muß in sämtlichen Frequenzbereichen synchronisieren. Zur Kontrolle dient das Anzeigeinstrument CONTROL VOLT. an der Frontplatte. Der Instrumentenzeiger muß ruhig stehen und die digitale Frequenzanzeige muß ein ganzzahliges Vielfaches des eingestellten Rastabstandes anzeigen. Beim Verstellen des Frequenzabstimmknopfes 49 (Bild 2-1) muß sich die Anzeige des Instruments ändern und ungefähr bei Vollausschlag muß die Frequenz um den eingestellten Rastabstand weiterspringen.

Abgleich siehe Abschnitt 5.3.8.1, Fehlersuche siehe Abschnitt 5.2.7.

3.2.8.2 Prüfen der Feinverstimmung

Der Meßsender muß, wie im Abschnitt 3.2.8.1 beschrieben, in allen Frequenzbereichen synchronisieren. Mit Hilfe der Feinverstimmungsknöpfe FREQ. FINE muß eine Frequenzverstimmung um mindestens ±0,55 Rastabstand möglich sein. Mit dem oberen Feinverstimmungsknopf muß die Frequenz um mindestens 10 Hz zu verstimmen sein.

Die Frequenzstabilität wird, wie im Abschnitt 3.2.4.2 beschrieben, gemessen. Bei einer Einlaufzeit von 15 min und einer Meßzeit von 10 min müssen folgende Werte eingehalten werden (je nach Rastabstand):

Meßsenderfrequenz 0,14...200 MHz	≦ 100 Hz
200...525 MHz	≦ $5 \cdot 10^{-7}$

Der Störfrequenzhub wird, wie im Abschnitt 3.2.1.5 beschrieben, gemessen. Er darf folgende Werte nicht überschreiten:

	Rastabstand: 12,5 kHz	150 kHz
Meßsenderfrequenz 0,14...64 MHz	< 10 Hz	< 30 Hz
64...525 MHz	< 20 Hz	< 40 Hz
525...1050 MHz	< 40 Hz	< 80 Hz

Abgleich siehe Abschnitt 5.3.8.2, Fehlersuche siehe Abschnitt 5.2.7.

3.2.8.3 Messen der Frequenzstabilität

Messung: Die Frequenzstabilität des HF-Ausgangssignals wird mit einem genauen Frequenzmesser oder durch Phasenvergleich mit der Frequenz eines Frequenznormals ermittelt. Bei einer Einlaufzeit von 15 min und einer Meßzeit von 10 min muß die Abweichung einer gerasteten Frequenz < ($5 \cdot 10^{-8}$ + 10 Hz) sein.

Zum Prüfen der Zeitbasis siehe Abschnitt 3.2.4.1.

Abgleich siehe Abschnitt 5.3.3.1.

3.2.8.4 Messen des Störhubes bei Synchronisation

Meßaufbau

Messung: Das Ausgangssignal des SMDU wird im Mischer mit der stabilen Frequenz des Dekadischen Meßsenders gemischt. Der XY-Schreiber zeichnet die Differenzfrequenz auf.

Typische Störhübe bei 12,5 kHz Rastabstand, mit Feinverstimmung:

140 kHz...50 MHz . . . . . 15 Hz

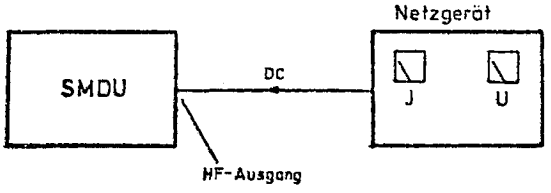
50 MHz...525 MHz . . . . . 10 Hz

525 MHz...1050 MHz . . . . . 20 Hz

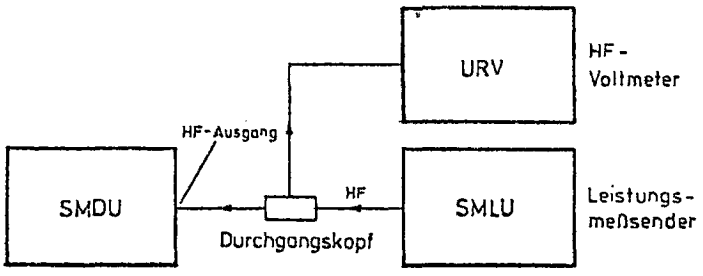
Abgleich ist nicht möglich, Fehlersuche siehe Abschnitt 5.2.7.

3.2.9 Prüfen des Überspannungsschutzes SMDU-B2

Meßaufbau für die Gleichspannungsprüfung



Meßaufbau für die HF-Prüfung



Messung: Den Teilerdrehknopf an den linken Anschlag stellen; der Oszillator muß dabei eingeschaltet sein. In den HF-Ausgang Gleichspannung einspeisen und so lange erhöhen, bis die Leuchttaste neben dem HF-Ausgang aufleuchtet. Die Taste muß auch beim Umpolen der Spannung leuchten. Beim Aufleuchten der Taste muß der vom Netzgerät abgegebene Strom auf Null absinken, da der HF-Ausgang abgeschaltet wird.

HF-Signal aus dem Leistungsmeßsender bei verschiedenen Frequenzen in den HF-Ausgang einspeisen und ebenfalls so lange erhöhen, bis die Leuchttaste aufleuchtet.

Sollwerte der Ansprechspannung:

Gleichspannung ..... ≥ 0,5 V

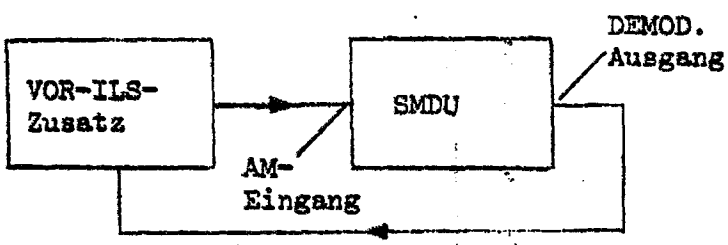
HF-Spannung ..... 4,5...8,5 V

Abgleich: Die Ansprechschwelle kann mit R5 im Überspannungsschutz SMDU-B2 (249.7346.02) abgeglichen werden.

3.2.10 Prüfen der Ausgangsspannung für den VOR-ILS-Adapter

(nur beim SMDU 249.3011.07)

Meßaufbau



Messung: SMDU extern amplitudenmodulieren mit den Modulationsfrequenzen 90 Hz und 150 Hz beim Modulationsgrad 40,0 %; Teilerstellung am SMDU etwa 100 mV. Die Modulationsspannungen bei 90 Hz und 150 Hz müssen vollkommen gleich sein. Die Kontrolle erfolgt mit dem VOR-ILS-Zusatz:
Taste Glide-Slope drücken, Glide-Slope-Schalter in Stellung 0, Abweichung am Instrument ablesen.

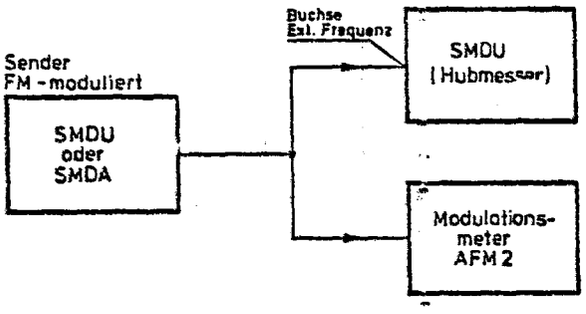
Gemessen wird bei 115 MHz und 330 MHz; es müssen sich folgende Spannungen ergeben:

	Sollwert	Zulässige Abweichung
Gleichspannung	0 V	± 20 mV
Gleichspannung bei Taste HF AUS 40 gedrückt	-3,50 V	± 5 mV
Wechselspannung	990 mV	± 1 mV
DDM-Fehler zwischen 90 Hz und 150 Hz		< ± 0,001

Abgleich siehe Abschnitt 5.3.6.12.

3.2.11 Prüfen des Hubmessers

Meßaufbau



a) Prüfen der Betriebsart Simplex

Den Sender auf etwa 150 MHz stellen und frequenzmodulieren. Den Hubmesser des SMDU auf SIMPLEX schalten und die Hubanzeige des SMDU mit der Anzeige des Modulationsmessers vergleichen. Der NF-Frequenzgang ist für 3 kHz, 10 kHz und 50 kHz Hub zu prüfen:

Modulationsfrequenz	Zulässiger Anzeigefehler
100 Hz 1 kHz 6 kHz	±(1,5 % v.M. +1,5 % v.E.)
15 kHz	±3 · (1,5 % v.M. +1,5 % v.E.)
20 kHz	3 dB

Modulation abschalten und angezeigten Störhub mit CCITT-Filter bewerten; er soll < 5 Hz bleiben.

b) Prüfen der Betriebsart Duplex-AFC

Hubmesser auf DUPLEX-AFC schalten.

Prüfen des Nachstimmbereiches: SMDU-Oszillator in einem um 4,2...10,5 MHz zur Meßfrequenz versetzten Bereich verstimmen. Die Leuchtdiode 26 (Bild 2-1) darf in diesem Bereich nicht erlöschen. Wenn nötig, kann die Leuchtschwelle mit R64 in der Baugruppe Effektiv- und Spitzenwertmesser Y83 abgeglichen werden.

Prüfen des NF-Frequenzgangs wie unter a) nach folgender Tabelle:

Modulationsfrequenz	Zulässiger Anzeigefehler
50 Hz	±3 · (1,5 % v.M. +1,5 % v.E.)
200 Hz 1 kHz 6 kHz	±(1,5 % v.M. +1,5 % v.E.)
15 kHz	±3 · (1,5 % v.M. +1,5 % v.E.)

Der Störhub bei Bewertung nach CCITT soll < 10 Hz sein.

c) Prüfen des Relaisbetriebes

Oszillator des als Hubmesser betriebenen SMDU auf eine Frequenz einstellen, die um 4,2...10,5 MHz tiefer als die Meßfrequenz liegt. Hubmesser auf DUPLEX schalten. Die Meßfrequenz mit 1 kHz Modulationsfrequenz und 3 kHz Hub modulieren. Relaisbetrieb „f_{UP}" einschalten und Minimumabgleich der Hubanzeige durchführen. Bei Bewertung nach CCITT sollte ein Restausschlag der Anzeige < 15 Hz erreichbar sein.

d) Prüfen der Phasenhubanzeige

Bei einer Phasenhubmessung wird das demodulierte NF-Signal von einem Deemphasis-Filter mit -6 dB/Oktave bewertet. SMDU auf Phasenhubanzeige und Duplexbetrieb schalten. Meßfrequenz mit der Modulationsfrequenz 1 kHz modulieren und die Phasenhubanzeige auf 1 rad einstellen. Modulationsfrequenz verändern:

Modulationsfrequenz kHz	Phasenhub rad	Zusätzlicher Anzeigefehler %
0,25	4	±3
0,5	2	±2
1	1	±2
2	0,5	±3
4	0,25	±4

3.2.12 Prüfen des CCITT-Filters

NF-Signal der Frequenz 800 Hz mit $U_{eff} \approx 1$ V an den NF-Voltmeter-Eingang legen und die Tasten NF-VOLTM. und CCITT-Filter drücken. Spannung so einstellen, daß das Instrument 0 dB anzeigt.

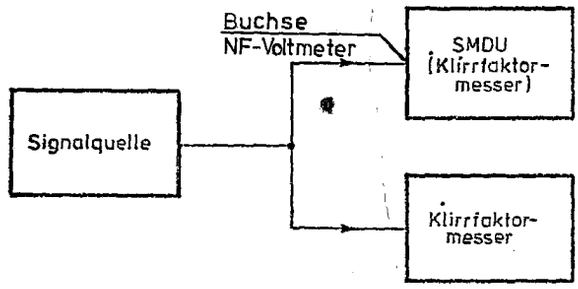
Frequenz des NF-Signals verändern:

Frequenz	Dämpfung (Anzeige) dB	Toleranz dB
100 Hz	40,1	±2
300 Hz	-10,6	±2
400 Hz	-6,3	±1
800 Hz	0	0
1 kHz	+1	±1
2 kHz	-3	±1
3 kHz	-5,6	±1
4 kHz	-15	±2
5 kHz	-36	±3

Abgleich erfolgt bei 800 Hz mit R65 in der Baugruppe Y83; siehe Abschnitt 5.3.7.3.

3.2.13 Prüfen des Klirrfaktor- und SINAD-Messers

Meßaufbau



Messen des Eigenklirrfaktors

An den NF-Voltmeter-Eingang klirrarmes (k < 0,1 %) NF-Signal mit der Frequenz 1 kHz anlegen. Spannung mit dem NF-Voltmeter des SMDU messen und auf U_{eff} = 50 mV einstellen.

Auf Klirrfaktormessung umschalten. Das Instrument des SMDU zeigt den Eigenklirrfaktor an, der < 0,3 % sein soll. Dieser Wert darf sich bei Erhöhen der Spannung des NF-Signals höchstens verdoppeln. Bei Spannungen < 50 mV leuchtet die „uncal."-Leuchtdiode.

Prüfen der Klirrfaktoranzeige

Frequenz des NF-Signals auf 3 kHz einstellen. Die Klirrfaktoranzeige muß 90 bis 110 % betragen.

Zur genauen Prüfung der Klirrfaktoranzeige wird ein begrenztes 1-kHz-Signal eingespeist (Begrenzung z.B. durch Diode, mit Katode an Masse). Die Klirrfaktoranzeige des SMDU und die Anzeige des Klirrfaktormessers werden verglichen. Der zulässige Anzeigefehler des SMDU beträgt ..... ±(10 % v.M. +1,5 % v.E. +Eigenklirrfaktor).

Prüfen des SINAD-Messers

Zur Prüfung des SINAD-Messers ist das eingespeiste 1-kHz-Signal mit einem Rauschsignal zu überlagern. Durch Verändern des Rauschanteils sind 6 dB, 12 dB und 20 dB SINAD einzustellen.

Zulässiger Anzeigefehler ..... ±(10 % v.M. +1,5 % v.E. + Eigenrauschen).

Abgleich: Mit R28 und R91 in der Baugruppe 1-kHz-Bandsperre und Teiler Y82I (250.2644) siehe Abschnitt 5.3.7.4.

4. Funktionsbeschreibung

4.1 Oszillator Y1

Hierzu Übersichtsstromlauf 249.4518 S

Die Auskoppelleitungen der sechs Bereichoszillatoren werden auf der Auskoppelplatte 249.5243 zusammengeführt. Die Schaltdioden Gl 1...Gl 9 bewirken, daß nur der in Betrieb befindliche Oszillator mit dem Ausgangskabel Kl12 verbunden ist, da an dessen Auskoppelleitung eine negative Spannung anliegt; die Auskoppelleitungen der übrigen Oszillatoren führen positive Spannung.

Die FM-Modulationsspannung gelangt über das FM-Filter 249.5295 gleichzeitig an alle FM-Eingänge der sechs Oszillatoren. Das Filter verhindert ein Ausdringen von HF-Spannungen über das Kabel Kl01. Die Grenzfrequenz des Filters beträgt etwa 4 MHz. Die Diode Gl 10 kompensiert temperaturabhängige Kapazitätsänderungen der FM-Dioden, indem sie die Gleichspannung an Rl0 temperaturabhängig beeinflußt.

4.1.1 Oszillatoren Y11 (49...64,5 MHz) und Y12 (63,5...88 MHz)

Hierzu Stromläufe 249.4630 S und 249.4724 S

Beide Oszillatoren sind gleich aufgebaut, sie unterscheiden sich lediglich durch die Werte der frequenzbestimmenden Elemente.

Der Resonanzkreis besteht aus der Induktivität L1 (Abgleich der unteren Frequenzgrenze), der trimmbaren Kapazität C5/C6 (Abgleich der oberen Frequenzgrenze) und der Abstimmkapazität C8/C12. Temperaturkoeffizient und Kapazität der Serienkondensatoren C5 und C8 kompensieren die Temperaturdrift des Oszillators. Als Schwingtransistor T1 wird ein FET mit hohem Ausgangswiderstand verwendet, dessen Drainelektrode mit einer Anzapfung von L1 verbunden ist, um den Resonanzkreis möglichst wenig zu bedämpfen. Über eine weitere Anzapfung und über L4/C3 erfolgt die Rückkopplung auf die Sourceelektrode. Die Sourcespannung wird über R5 und L5 zugeführt. Mit R1 kann die Gatespannung und damit der optimale Transistorstrom eingestellt werden.

Die Induktivitäten L3 und L4 werden durch zwei Ferritperlen gebildet, die über zwei Anschlüsse von L1 geschoben sind. Sie verhindern das Schwingen des Oszillators auf hohen Frequenzen, wenn der Bereichoszillator durch die Schaltdiode Gl 1 abgeschaltet ist.

Zur Frequenzmodulation dienen die Kapazitätsdioden Gl 2 und Gl 3, die über die Serienkapazitäten C9 und C10 mit dem Abstimmkondensator C12 verbunden sind. Die Serienkondensatoren bewirken eine begradigte Kapazitätskennlinie der Dioden, wodurch der FM-Klirrfaktor sehr klein bleibt. Um trotzdem eine ausreichende Spannungsempfind-

lichkeit zu erhalten, sind zwei Kapazitätsdioden eingesetzt. Über L9 liegt die Diodenvorspannung an. Sie ist im Bereichschalter Y10 auf ein Minimum des FM-Klirrfaktors einstellbar. Zum Einstellen des Hubgleichlaufes dienen die Trimmkondensatoren C10 und C11, wobei C10 mehr am Anfang des Frequenzbereiches wirksam ist, während mit C11 der Hub am Ende des Bereiches abgeglichen wird.

Die HF-Spannung wird am Fußpunkt der Kreisspule L1 ausgekoppelt. L2 und C14 sieben Oberwellen ab. Die Oszillatorschaltspannung, die mit Hilfe der Schaltdiode Gl 1 die Rückkopplung des Oszillators kurzschließen kann, wird außerdem über die HF-Auskoppelleitung der Oszillatorauskopplung 249.5243 zugeführt.

4.1.2 Oszillator Y13 (85...119 MHz)

Hierzu Stromlauf 249.4799 S

Prinzipielle Funktion wie im Abschnitt 4.1.1 beschrieben. Ein Unterschied besteht nur in der Anordnung der Kapazitätsdioden Gl 2 und Gl 3. Mit Gl 3 allein erreicht man bei guter Spannungsempfindlichkeit einen relativ geringen FM-Klirrfaktor. Der Klirrfaktor bleibt jedoch nicht über den gesamten Oszillatorbereich so gering, wie es für Rundfunkanwendungen erforderlich ist. Wenn er beispielsweise am Bereichanfang auf Minimum abgeglichen ist, steigt er am Bereichende unzulässig stark an. Dies wird durch geeignete Anordnung der Diode Gl 2 vermieden. Da der Serienkondensator C9 einen sehr kleinen Kapazitätswert hat, wird Gl 2 erst bei ausgedrehtem Abstimmkondensator C12 wirksam und beeinflußt somit den Frequenzhub am Bereichende. Die Vorspannung von Gl 2 ist durch Verändern der Schaltspannung einstellbar.

4.1.3 Oszillator Y14 (118...198 MHz)

Hierzu Stromlauf 249.4860 S

Funktion wie im Abschnitt 4.1.1 beschrieben.

4.1.4 Oszillator Y15 (196...290 MHz)

Hierzu Stromlauf 249.4930 S

Prinzipielle Funktion wie im Abschnitt 4.1.1 beschrieben. Zum Einstellen der Anfangsfrequenz dient der Serienkondensator C7||C81||C82 des Drehkondensators C12. Die Spule L1 ist geringfügig veränderbar, um eine genaue Einstellung der Frequenz 240 MHz vornehmen zu können (Anfang des Mischbereiches). Zur Frequenzmodulation ist nur eine Kapazitätsdiode nötig, da der in allen Frequenzbereichen gleich große Maximalhub bei hohen Frequenzen nur eine geringe Kapazitätsvariation erforderlich macht. Bei optimal eingestelltem Serienkondensator C10 wird auch die notwendige Spannungsempfindlichkeit mit einer einzigen Diode erreicht.

4.1.5 Oszillator Y16 (286...395 MHz)

Hierzu Stromlauf 249.5008 S

Prinzipielle Funktion wie im Abschnitt 4.1.1 beschrieben. Da die Resonanzkreisspule L1 nicht abgleichbar ist, wird hier zum Einstellen der Anfangsfrequenz der Serienkondensator C7||C81||C82 des Drehkondensators C12 verändert. Zur Frequenzmodulation ist nur eine Kapazitätsdiode nötig, da der in allen Frequenzbereichen gleich große Maximalhub bei hohen Frequenzen nur eine geringe Kapazitätsvariation erforderlich macht. Bei optimal eingestelltem Serienkondensator C10 wird auch die notwendige Spannungsempfindlichkeit mit einer einzigen Diode erreicht.

4.2 Mischoszillator Y6

Hierzu Übersichtsstromlauf 249.6810 S

Im Mischoszillator werden die Frequenzen des Bereichs 0,14...50 MHz erzeugt. Hohe Frequenzstabilität wird durch die Phasensynchronisation des 240-MHz-Mischers mit der 10-MHz-Quarzfrequenz erreicht. Das Quarzsignal wird auch als Referenzsignal für den Zähler Y7 und die Synchronisation SMDU-B1 benutzt.

4.2.1 240-MHz-Oszillator Y61

Hierzu Stromlauf 249.6956 S

Der Oszillator besteht aus dem Schwingtransistor T1 und dem Resonanzkreis L1, C1, C3, C4. Mit C1 wird die Resonanzfrequenz grob und mit L1 fein abgeglichen. Mit L1 wird außerdem die Nachstimmspannung für die Kapazitätsdiode G1 1 am Anschlußpunkt 3 auf den Sollwert eingestellt.

Dem Oszillator folgt ein zweistufiger Verstärker, der das Signal auf die Ausgangsspannung von 1,5 V verstärkt und außerdem Rückwirkungen nachfolgender Baugruppen auf den Oszillator verhindert. Da für den 240-MHz-Teiler und Mischer Y62 ein symmetrisches Signal benötigt wird, ist der Symmetrieübertrager TR1 am Synchronisierausgang des Oszillators vorgesehen.

4.2.2 240-MHz-Teiler und Mischer Y62

Hierzu Stromlauf 249.7017 S

Der 240-MHz-Teiler und Mischer übernimmt die Synchronisation des 240-MHz-Signals aus dem Oszillator Y61 mit der 10-MHz-Frequenz aus dem Quarzoszillator Y63. Es wird das Prinzip der Oberwellen-Phasensynchronisation angewandt.

240-MHz-Teiler

Das 240-MHz-Signal wird zunächst um 2:1 und um 4:1 mit den ECL-Flipflops B1 und B2 auf 30 MHz heruntergeteilt. Im zweistufigen Verstärker T1 und T2 wird das

30-MHz-ECL-Signal in ein TTL-Signal umgeformt und schließlich mit B3 und B4 auf 2,5 MHz geteilt.

10-MHz-Schalter

Das 10-MHz-Signal aus dem Quarzoszillator Y63 wird durch T3 und T4 in ein TTL-Signal umgeformt. Von T4 wird das Signal über das Kabel K61 an die Buchse BU61 an der Geräterückseite geführt (hierzu Stromlauf 249.6810 S). Das externe Kabel K1 führt das Signal über BU62 und K62 auf die Platine zurück. Nach Entfernen des Kabels K1 kann ein externes 10-MHz-Referenzsignal mit TTL-Pegel an der Buchse BU62 eingespeist werden. Dadurch kann beispielsweise eine höhere Zähler- und Frequenzstabilität im synchronisierten Zustand erreicht werden. Zur Verwendung im Zähler Y7 wird das 10-MHz-Signal über B5 IV an den Stecker ST62 geführt.

Mischer und Regelverstärker

Das 10-MHz-Signal wird mit B5 IV auf 5 MHz geteilt über B5 III an das als Mischer und Phasendiskriminator arbeitende Gatter B5 II geleitet; gleichzeitig kommt das auf 2,5 MHz heruntergeteilte 240-MHz-Signal über B5 I ebenfalls an das Gatter B5 II. Das Mischsignal gelangt über einen Tiefpaß zum Regelverstärker B6 und wird, nach Unterdrückung von Störspannungen durch einen weiteren Tiefpaß, zum Nachstimmen des 240-MHz-Oszillators Y61 verwendet.

4.2.3 10-MHz-Quarzoszillator Y63

Hierzu Stromlauf 249.7081 S

Der Quarzoszillator besteht aus dem Quarz Q1, dem Schwingtransistor T8 und dem Resonanzkreis TR1, C7, C8, C9. Im Resonanzkreis dient C8 zur Temperaturkompensation des Übertragers TR1. Mit C4 wird die genaue Frequenz eingestellt. Der Transistor T5 wirkt als Impedanzwandler.

Zur Temperaturstabilisierung sind der Schwingtransistor und der Quarz in einem Thermostaten untergebracht. Der Heißleiter R11 wird als Temperaturfühler und der Transistor T7 als Heizelement verwendet. Die Solltemperatur wird mit dem Trimmwert R2 festgelegt. Der Differenzverstärker T1, T2 bildet zusammen mit T4 den Regelverstärker. Über R9, G1 1 und T4 wird eine Strombegrenzung des Heiztransistors T7 erreicht.

4.3 Verstärker Y2

Hierzu Übersichtsstromlauf 249.7846 S/249.7830 S (für Varianten 249.3011.06/.07)

4.3.1 Trennverstärker Y21

Hierzu Stromlauf 249.9426 S

Aufgabe des Trennverstärkers Y21 ist es, den Ausgang des Oszillators Y1 genügend von den nachfolgenden Stufen des Verstärkerzuges zu entkoppeln, damit Verwerfungen der Oszillatorfrequenz vermieden werden. Geringe Rauschzahl besonders von T1, geringer Eingangs- und Ausgangsreflexionsfaktor bei ebenem Frequenzgang und hoher Oberwellenabstand sind weitere Forderungen. Sie werden erfüllt durch entsprechende Beschaltung des Eingangs und der Emitter von T1, T2 und T3.

Die Trennstufe T21, T22 führt das HF-Signal über das Dämpfungsglied R30, R31, R32 dem Zähler Y7 zu. Die hohe Rückwärtsdämpfung dieses Verstärkers bewirkt eine gute Entkopplung des Zählers.

Dem dreistufigen Verstärker folgt ein Amplitudenregler mit den PIN-Dioden Gl 1, Gl 2, Gl 3 in π-Schaltung. Unabhängig von der Dämpfung des PIN-Reglers soll seine Eingangsimpedanz möglichst konstant bleiben. Mit Hilfe der Referenzspannung an Gl 4 und Gl 5 und durch R17 wird erreicht, daß der Reflexionsfaktor < 20 % bleibt bei einer Dämpfung des Reglers > 2 dB.

Der Transistor T4 unterbricht die Regelspannung, wenn die HF-Spannung über die Taste 30 oder über einen VOR-ILS-Meßzusatz ausgetastet wird. Dadurch wird vermieden, daß der Amplitudenregler auf minimale Dämpfung geregelt wird.

4.3.2 Mischer Y22

Hierzu Stromlauf 249.8265 S

Ein Tschebyscheff-Tiefpaßfilter mit neun Elementen siebt die Oberwellen des Eingangssignals ab. Dem Filter folgt der eigentliche Mischer. Es ist dies ein Ringmischer in Form eines IC.

4.3.3 Tiefpaß Y23

Hierzu Stromlauf 249.8336 S

Das Tschebyscheff-Tiefpaßfilter mit acht Elementen und der Grenzfrequenz 50 MHz bewirkt einen Nebenwellenabstand > 90 dB. Dem Filter folgt der spannungsgegengekoppelte Verstärker T1 mit einer Verstärkung von etwa 10 dB. Das Dämpfungsglied R13 bis R15 bewirkt die Anpassung an den Modulator Y28.

4.3.4 Diodenschalter Y24

Hierzu Stromlauf 249.8365 S

Im Diodenschalter wird das Oszillatorsignal einem von drei Signalzweigen zugeführt; gleichzeitig werden die Zweige gegeneinander entkoppelt. Besonders hohe Anforderungen werden wegen des gewünschten hohen Nebenwellenabstandes an das Sperrverhalten des direkten Zweiges mit den Dioden Gl 1 bis Gl 6 gestellt: Die Sperrdämpfung ist hier > 110 dB für Frequenzen < 50 MHz und 185...270 MHz. Im Mischerzweig mit Gl 8 bis Gl 11 und im Verdopplerzweig mit Gl 13 bis Gl 16 genügen geringere Sperrdämpfungen.

4.3.5 Tiefpaß Y25

Hierzu Stromlauf 249.8413 S

Der Transistor T1 verstärkt das HF-Signal im Bereich 196...262,5 MHz um etwa 10 dB. Der nachfolgende fünfelementige Tschebyscheff-Tiefpaß mit der Grenzfrequenz 270 MHz unterdrückt Oberwellen und transformiert gleichzeitig auf den Eingangswiderstand von 25 Ω des Verdopplers Y26.

4.3.6 Verdoppler Y26

Hierzu Stromlauf 249.8465 S

Der Verdoppler arbeitet nach dem Prinzip der Zweiweggleichrichtung. Dabei werden die Dioden Gl 2 I und Gl 2 II gegenphasig über einen Guinella-Symmetrieübertrager angesteuert. Die Halbwellen des HF-Signals werden durch zwei weitere Dioden Gl 1 I und Gl 1 II gleichmäßig belastet, so daß die ungeradzahligen Harmonischen des HF-Signals durch diesen symmetrischen Aufbau bereits im Verdoppler weitgehend unterdrückt werden.

Der Symmetrieabgleich erfolgt mit R3 durch Verändern des Vorstroms der Dioden.

An die Verdopplerschaltung mit einem Ausgangswiderstand von etwa 100 Ω schließt sich die Verstärkerstufe T1 an, die vom Anpassungsdämpfungsglied R12...R14 abgeschlossen wird.

4.3.7 Bandpaß Y27

Hierzu Stromlauf 249.8513 S

Der siebenkreisige Bandpaß ist in gemischter Technik aufgebaut: die vier Parallelkreise in Striplinetechnik und die drei Koppelkreise mit konzentrierten Elementen. Der Durchlaßbereich beträgt 392...525 MHz.

Im Sperrbereich wird der erforderliche Nebenwellenabstand mit Dämpfungen > 70 dB für Frequenzen < 262,5 MHz und > 60 dB für Frequenzen > 588 MHz erreicht.

4.3.8 Modulator Y28

Hierzu Stromlauf 249.9403 S

Das HF-Signal am Modulatoreingang wird drei Signalzweigen zugeführt:

- Über den Zweitausgangsverstärker T1 wird das Signal zum Zähler und zum HF-Ausgang II an der Geräterückseite geführt.
- Über die Demodulatordiode Gl 1 und den Integrator B1 wird der PIN-Regler in der Endstufe Y30 angesteuert und somit eine Pegelregelung am Modulatoreingang erreicht (hierzu Abschnitt 4.5.2).
- Mit den Transistoren T3 und T4 wird das Signal amplitudenmoduliert.

Die beiden Modulationstransistoren T3 und T4 arbeiten nach dem Stromverteilungsprinzip. Sie werden gegenphasig vom Differenzverstärker B2 II/III angesteuert. Das HF-Signal wird bei gesperrtem T4 über T3, R24, C16 nach Masse abgeleitet oder bei leitendem T4 den spannungsgegengekoppelten Verstärkerstufen T5 und T6 zugeführt.

Schaltkriterien f ≷ 8 MHz und f ≷ 400 kHz

Die beiden Kriterien der Meßsenderfrequenz müssen eine Hysteresis aufweisen. Beim ≷ 8-MHz-Kriterium ist die Hysteresis durch den mechanischen Aufbau des Schalters S17 an der Oszillatortrommel bestimmt. Im Falle f ≷ 400 kHz wird die Hysteresis mit Umschaltpunkten bei 400 kHz und 440 kHz im Diskriminator der 1. Dekade Y73 erzeugt.

Die Frequenzinformationen werden durch Polaritätswechsel an den Lötstützpunkten 3 und 13 dem Modulator gemeldet. Am Kollektor des Modulationstransistors T4 liegt neben dem amplitudenmodulierten HF-Signal auch das unerwünschte NF-Signal. Es wird weitgehend durch C24 und den Tiefpaß L5...L7 unterdrückt: der Tiefpaß wird bei f ≷ 8 MHz und f ≷ 400 kHz umgeschaltet. Abhängig von den Frequenzkriterien wird auch die Ladezeitkonstante des Demodulators Y41 umgeschaltet. Damit die Gegenmodulationsschleife trotzdem stabil bleibt, wird die Grenzfrequenz des Tiefpasses C39, C40 mit den Schaltdioden Gl 9, Gl 10 entsprechend geändert. Für Meßsenderfrequenzen < 400 kHz müssen die Werte der Kondensatoren C13 und C14 an den Basen der Modulationstransistoren T3 und T4 erhöht werden. Dies erfolgt durch Parallelschalten von C22 bzw. C23.

Schaltkriterium AM/FM, unmoduliert

Bei Amplitudenmodulation liegt am Lötstützpunkt 4 die Schaltspannung +15 V an, in allen anderen Fällen -15 V. Der niedrigste HF-Pegel im gesamten Verstärker Y2 tritt am Kollektor des Modulationstransistors T4 auf, er ist etwa um 6 dB niedriger als am Modulatoreingang. Das Breitbandrauschen kann demnach um etwa 5 dB vermindert werden, wenn der HF-Pegel am Kollektor von T4 angehoben wird. Diese Pegelanhebung kann jedoch nur bei unmoduliertem Betrieb erfolgen, da andernfalls T4

übersteuert wird. Auch dann wird T4 über R55 nur zu etwa 90 % geöffnet, um eine noch mögliche Stör-AM über die Modulationsgegenkopplung (hierzu Abschnitt 4.1.5.3) ausregeln zu können.

4.3.9 Endstufe Y30

Hierzu Stromlauf 249.8865 S

Bei Frequenzen über 8 MHz wird durch den Hochpaß C6, L5, C22 der Signalweg über den PIN-Regler Gl 3...Gl 5 geöffnet. Der PIN-Regler wird von B1 im Modulator Y28 angesteuert (hierzu Abschnitt 4.5.2). Frequenzen unter 8 MHz gelangen über L6 und den Heißleiter R5 zum HF-Endverstärker.

Der Treibertransistor T1 und der Endstufentransistor T2 sind spannungsgegengekoppelt, um neben einem ebenen Frequenzgang auch möglichst geringe Ein- und Ausgangsreflexionsfaktoren zu erzielen.

4.3.10 Filter Y31 und Ausgangsfilter Y32, Y33

Hierzu Stromläufe 249.8694 S, 249.8720 S, 249.8813 S

Der Endstufe Y30 folgen das schaltbare Filter Y31 und die beiden Ausgangsfilter Y32 und Y33. Über Schaltdioden im Filter Y31 wird jeweils ein Tiefpaß eingeschaltet, während die übrigen Signalzweige gesperrt sind. Mit Ausnahme des 525-MHz-Zweiges sind die Tiefpässe als Cauerfilter aufgebaut. Um Verzerrungen durch die Schaltdioden bei Frequenzen unter 1 MHz gering zu halten, fließt durch die Dioden des 86-MHz-Zweiges ein über T1 hochohmig eingespeister Vorstrom von etwa 100 mA. Frequenzen über 300 MHz werden in den nachfolgenden Ausgangstiefpässen Y32 und Y33 gefiltert.

Mit Hilfe der Filter Y31, Y32, Y33 wird nicht nur ein möglichst geringer HF-Klirrfaktor des Ausgangssignals erreicht, sondern es wird auch der Fehler des Demodulators Y41 als Meßwertfühler der Amplitudenregelung und der Gegenmodulationsschleife verringert. Damit verbessern sich der Frequenzgang der Ausgangsspannung und der AM-Klirrfaktor beträchtlich.

4.3.11 NF-Filter Y35, Y37, Y39, Y40

Hierzu Stromläufe 249.8613 S, 249.8913 S

Für die HF-Dichtigkeit des Verstärkers Y3 sorgen die NF-Filter Y35/Y37 und Y39/Y40, die jeweils einen 9elementigen Cauer-Tiefpaß bilden. Die Grenzfrequenz liegt bei 100 kHz.

4.3.12 Regelverstärker Y38

Hierzu Stromlauf 249.8765 S

Der Regelverstärker Y38 verarbeitet die Regelspannung vom Demodulator Y41. Die Kennlinie der Richtdiode im Demodulator wird weitgehend durch einen Vorstrom über R2 und durch das Amplitudenfilter R7, Gl 1 linearisiert. Mit dem Operationsverstärker B1 und dem Emitterfolger T1 wird das demodulierte AM-Signal verzerrungsfrei verstärkt und anschließend drei Signalzweigen zugeführt: Über R20 gelangt das Signal zum Modulator Y28, wo die Gegenmodulation erfolgt und über R22 wird es zur Anzeige des Modulationsgrades verwendet und außerdem über die Baugruppe Y41 der Buchse DEMOD. AUSGANG zugeführt. Der Gleichstromanteil wird mit dem Integrator B2 hoher Schleifenverstärkung abgetrennt und über R24 dem PIN-Regler im Trennverstärker Y21 zugeführt, wo die Amplitudenregelung erfolgt.

4.3.13 Richtspannungskompensation Y41

Hierzu Stromlauf 249.9161 S/249.9184 S (für Varianten 249.3011.07/.06)

Mit dem Potentiometer R2 wird die Modulationsgradanzeige abgeglichen. Die Richtspannung steht für Prüfzwecke an der Buchse BU12.1 DEMOD. AUSGANG zur Verfügung (siehe Fehlersuchanleitung, Abschnitt 5.2).

Nur bei 249.3011.07: Für VOR-ILS-Geräte wird mit R8 bei HF-AUS die Gleichspannung -3,5 V an Buchse BU12.1 DEMOD. AUSGANG eingestellt. Bei eingeschaltetem HF-Träger erfolgt der Abgleich auf 0 mV mit R12 im Regelverstärker Y38.

4.4 HF-Teiler Y4

Hierzu Stromlauf 249.3711 S

Der HF-Teiler Y4 hat einen exponentiellen Dämpfungsverlauf. Er besteht aus dem Potentiometer R41, dessen Widerstandschicht an beiden Breitseiten über metallisierte Massestreifen geerdet ist. Der Schleifkontakt wird mit einem spindelgeführten Schlitten bewegt, an dem der Zeiger zum Ablesen des Pegels befestigt ist. Ein- und Ausgangswiderstand betragen 50 Ω für Teilerstellungen < 0 dBm.

4.4.1 Demodulator Y41

Hierzu Stromlauf 249.3711 S

Der Demodulator ist im Teiler Y4 dicht am Einspeisepunkt der Teilerschicht untergebracht. Er enthält zwei antiparallelgeschaltete Hot-carrier-Dioden zur Gleichrichtung der positiven und negativen HF-Amplituden des Ausgangssignals. Mit dieser symmetrischen Schaltung kompensieren sich weitgehend die geradzahligen Harmonischen des HF-Signals, die durch die nichtlineare Kennlinie der Richtdiode bedingt sind. Die Ladezeitkonstante des Gleichrichterkreises wird im Bereich 0,14...50 MHz durch Zuschalten von Kapazitäten zweimal verändert. Die Umschaltpunkte liegen bei 400/440 kHz und etwa 8 MHz. Damit wird ein Fehler der geregelten Ausgangsspannung < 3 % erreicht.

Die Richtdiode beeinflußt als Meßwertfühler entscheidend den Fehler der Amplitudenregelung und der Modulationsgegenkopplung und damit auch den AM-Klirrfaktor. Deshalb wird ihre Temperaturabhängigkeit durch eine zweite Diode, die auf demselben Keramiksubstrat liegt, kompensiert. Die Dioden beeinflussen gegensinnig den Arbeitspunkt des Operationsverstärkers B1 im Regelverstärker Y38. Durch weitere Schaltungsmaßnahmen im Regelverstärker wird die Kennlinie der Richtdiode linearisiert, siehe Abschnitt 4.3.12.

4.5 Regelkreise

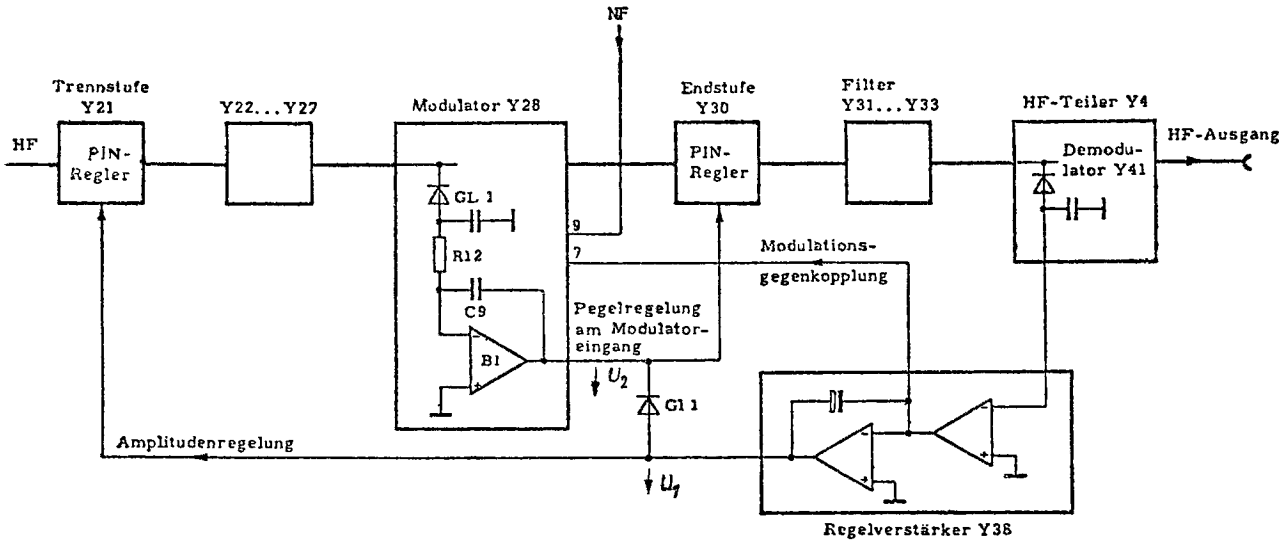


Bild 4-1 Regelkreise des Verstärkers Y2

4.5.1 Amplitudenregelung

Die Amplitudenregelung ist ein übergeordneter Regelkreis, der den gesamten Verstärker Y2 umfaßt (Bild 4-1). Dem Demodulator Y41 als Meßwertfühler folgt der Regelverstärker Y38 als Vergleichsstelle; der PIN-Regler im Trennverstärker Y21 wirkt als Stellglied. Der Regelkreis gewährleistet eine konstante, frequenzunabhängige Spannung am Eingang des HF-Teilers Y4.

4.5.2 Pegelregelung am Modulatoreingang

Die zweite, untergeordnete Regelschleife ist die Pegelregelung am Modulatoreingang. Sie umfaßt lediglich den Modulator Y28 und als Stellglied den PIN-Regler der Endstufe Y30 (Bild 4-1).

Mit der Demodulatordiode Gl 1 und dem Integrator B1 im Modulator Y28 und mit dem PIN-Regler Gl 3, Gl 4, Gl 5 und dem Heißleiter R5 in der Endstufe Y30 wird erreicht, daß der HF-Pegel am Modulatoreingang konstant bleibt. Um Störungen mit der übergeordneten Amplitudenregelung auszuschließen, greift die Pegelregelung am Modulatoreingang erst dann ein, wenn die Amplitudenregelung eingeschwungen ist. Dies wird erreicht durch

- die Diode Gl 1 auf der Verteilerplatte 249.8188
- eine genügend große Zeitkonstante des Integrators B1 durch R15 und C9 im Modulator Y28.

Solange die Differenz $U_1 - U_2$ der beiden Regelspannungen größer ist als die Schwellspannung von Gl 1, bleibt der PIN-Regler in der Endstufe Y30 geöffnet. Erst bei $U_1 - U_2 \leqq 0{,}5$ V wird die Pegelregelung am Modulatoreingang wirksam.

4.5.3 Modulationsgegenkopplung

Der dritte Regelkreis verbessert durch Modulationsgegenkopplung die AM-Eigenschaften des Verstärkers Y2. Er umfaßt den HF-Signalzweig vom Modulator Y28 bis zum Demodulator Y41 und wird über den Regelverstärker Y38 als Rückführglied geschlossen (Bild 4-1). Im Operationsverstärker B3 des Modulators Y28 erfolgt die Summation mit dem NF-Signal, das über die 100-kHz-Tiefpässe Y35 und Y37 zugeführt wird. Über den Emitterfolger B2 V und über C37 gelangt das NF-Signal zum Differenzverstärker B2 II, B2 III und wird von diesem gegenphasig an die Basen der Modulationstransistoren T3 und T4 weitergeleitet.

Der Kondensator C37 ist durch zwei antiparallele Dioden überbrückt. Die Lade- und Entladezeitkonstante verringert sich damit für höhere Amplituden, wodurch der Einschwingvorgang des Regelkreises beschleunigt wird.

4.6 Bereichschalter Y10

Hierzu Stromlauf 250.1019 S

Über den Bereichschalter werden alle frequenzbereichabhängigen Funktionen des Meßsenders gesteuert:

Zähler, Synchronisation und 1,05-GHz-Frequenzerweiterung (falls eingebaut), Oszillatorbereiche, FM-Empfindlichkeit, Hubdioden-Vorspannung, Diodenschalter und Ausgangsfilter im Verstärker Y2.

Außerdem befindet sich auf der Bereichschalterplatine der FM-Verstärker und die Versorgungsspannungsregelung für den Oszillator (-18 V) und für den FM-Verstärker (+60 V).

4.6.1 Steuerung des Zählers, der Synchronisation und der 1,05-GHz-Frequenzerweiterung bzw. des 1,05-GHz-Frequenzverdopplers

Hierzu Stromlauf 250.1019 S

Die Tastenreihe S1 01 liefert die Steuersignale für den Zähler Y7:

- die Steuersignale für die Kommasteuerung und die 0,1 s/1-s-Torzeitsteuerung (ST114.7 und .19)
- über die Gatter BI, BII, BIII und den Transistor T1, abhängig von dem über ST114.9 gemeldeten Logikpegel der Taste HF-INT., die Steuersignale für die 0,2/2-s-Torzeitsteuerung bei interner Frequenzmessung 392...525 MHz oder externer Frequenzmessung 0,5...1 GHz (ST114.17) und für die 0,04/0,4-s-Torzeitsteuerung bei interner Frequenzmessung 784...1050 MHz (ST114.20).

Bei eingebauter Synchronisation SMDU-B1 wird in dieser angesteuert:

- der Programmteiler über ST114.10 und .14
- der Vorteiler in der Feinverstimmung Y201 über ST114.2, .3 und .13.

Bei eingebauter 1,05-GHz-Frequenzerweiterung SMDU-B3 werden die Frequenzbereiche 510...1050 MHz und die dazugehörigen Filter über ST114.4, .5, .6 und .10 geschaltet. Das Signal, das die 1,05-GHz-Frequenzerweiterung in Betrieb setzt, steuert gleichzeitig über den Transistor T2 und ST113.6 einen Feldeffekttransistor im Modulationseinsatz, so daß die Frequenzhubanzeige verdoppelt wird. Bei eingebautem 1,05-GHz-Frequenzverdoppler SMDU-B5 werden die gleichen Funktionen geschaltet, mit Ausnahme der Filter, da solche in dieser Ausführung nicht enthalten sind.

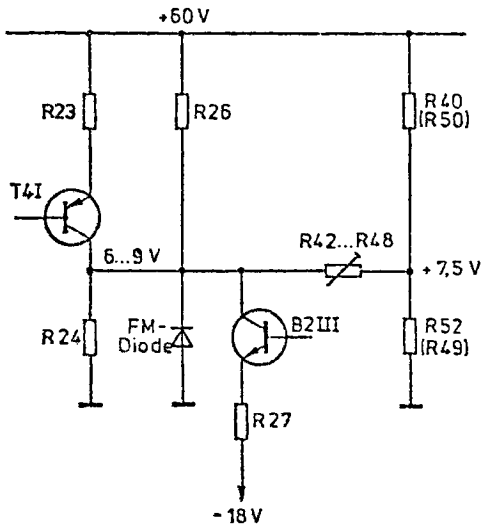
4.6.2 FM-Verstärker

Hierzu Stromlauf 250.1019 S

Der FM-Verstärker besteht aus den beiden Verstärkerstufen B2 II und T4 I. Die erste Stufe hat eine Spannungsverstärkung von 1; ihre Basisspannung von 0 V wird über den Transistor B2 I erzeugt und ist mit R14 und R17 einstellbar. Da sich beide Transistoren B2 in einem Transistorarray befinden, haben sie immer dieselbe Temperatur. Der temperaturabhängige Basisstrom von B2 II wird von B2 I so gesteuert, daß sich auch bei Temperaturänderung die Basisspannung von B2 II nicht ändert. Diese Temperaturkompensation verhindert, daß sich die Senderfrequenz bei unterschiedlichem Frequenzhub verändert.

Das Tiefpaßfilter C1, L2 im Emitterzweig des Transistors B2 II bewirkt ein Voreilen der Spannung am Kollektor von B2 II gegenüber dessen Basisspannung, so daß die Laufzeit des zwischen FM-Verstärker und FM-Dioden liegenden FM-Filters (siehe Stromlauf 249.4518 S) kompensiert wird. Die zweite Verstärkerstufe T4 I hat normalerweise eine Spannungsverstärkung von etwa 5 : 1, damit das Verstärkerrauschen gering bleibt. Bei der Schalterstellung 1000 kHz des FM-Schalters im Modulationseinsatz wird das Relais RS1 an +5 V gelegt und die Verstärkung auf 1 umgeschaltet. Die Transistoren T4 II, B2 IV sind symmetrisch zu B2 II, T4 I angeordnet und bilden damit die Temperaturdrift der Emitterspannung von T4 I nach, damit sich die FM-Diodenspannung nicht ändert, wenn das Relais RS1 schaltet. Die Emitterspannung von T4 I ist gleich der Emitterspannung von T4 II, welche mit R98 einstellbar ist.

Die Verstärkung der Verstärkerstufe T4 I wird bestimmt vom Verhältnis des Emitterwiderstandes zum Kollektorwiderstand. R23 ist der Emitterwiderstand bei den Frequenzhubbereichen 10/100 kHz und R23||R25 ist der Emitterwiderstand bei der Schalterstellung 1000 kHz des FM-Schalters. Die Diode Gl 14 dient der Temperaturkompensation der Basis-Emitterspannungen von B2 II und T4 I. Der wirksame Kollektorwiderstand setzt sich zusammen aus R24, R26, R10 auf der FM-Verdrosselung 249.5295, abhängig vom Frequenzbereich R42 bis R48 sowie R40 und R52 bzw. R49 und R50. Die Verstärkung ist beim Frequenzhubabgleich für jeden Frequenzbereich einzeln einstellbar. Um zu verhindern, daß beim



Abgleichen der Verstärkung auch die Gleichspannung am Kollektor von T4 I und damit die FM-Dioden-Vorspannung zu sehr verändert wird, befindet sich das jeweils eingeschaltete Potentiometer R42...R48 in der auf Seite -85 dargestellten Gleichspannungsbrücke. Im Interesse minimalen FM-Klirrfaktors wird die jeweils in Betrieb befindliche FM-Diode in ihrem optimalen Arbeitspunkt betrieben. Hierzu kann die FM-Steuerspannung am Kollektor von B2 III in ihrem Gleichspannungspegel variiert werden, ohne daß die Wechselspannungsamplitude beeinflußt wird. Dies geschieht über den Operationsverstärker B3 und den Transistor B2 III, dessen Kollektorstrom in die Brückenschaltung fließt. Der Kollektorstrom von B2 III ist von der Ausgangsspannung von B3 abhängig, die je nach Frequenzbereich an den Potentiometern R53...R58 einstellbar ist.

Bei eingebauter Synchronisation SMDU-B1 gelangt deren Nachstimmspannung über R41 an den Verstärker B3, an dessen Ausgang damit die Summe der Signale für Diodenvorspannung und Synchronisation zur Verfügung steht. Die temperaturabhängige Basis-Emitter-Spannungsänderung von B2 V erscheint invertiert am Ausgang von B3 und kompensiert damit die Temperaturdrift der Basis-Emitterspannung von B2 III, da sich beide Transistoren im selben Array befinden.

Der Tiefpaß L1, C4 am Emitter von B2 III bewirkt einen starken Verstärkungsabfall bei Frequenzen über 1 kHz. Dadurch werden Rauschspannungen, die von der Steuerspannung aus der Synchronisation SMDU-B1, vom Verstärker B3 und vom Transistor B2 III selbst stammen, weitgehend unterdrückt.

4.6.3 -18-V- und +60-V-Regelung

Hierzu Stromlauf 250.1019 S

Die für die HF-Oszillatoren und den FM-Verstärker benötigte hochstabile und weitestgehend rauschfreie Versorgungsspannung von -18 V wird einer Stabilisierungsschaltung entnommen. Die Referenzspannung wird mit der temperaturkompensierten ($< 1 \cdot 10^{-5}/^{o}C$) Zenerdiode Gl 16 erzeugt. Die Rauschspannung der Diode wird vom RC-Glied R62, C8 abgesiebt. Der Operationsverstärker B4 I als Regelverstärker steuert den Längstransistor T5. Die Spannung wird mit R64 abgeglichen. Die negative Versorgungsspannung des Operationsverstärkers wird mit Gl 17 stabilisiert.

Die für den FM-Verstärker benötigte Spannung von +60 V wird von der stabilisierten -18-V-Spannung abgeleitet. Die Widerstände R69, R72 bestimmen das Spannungsverhältnis. Als Regelverstärker dienen der Operationsverstärker B4 II und der Transistor T12, während T6 als Längstransistor arbeitet.

4.6.4 Oszillator-Umschaltung

Hierzu Stromlauf 250.1019 S

Die Tastenreihe S101 steuert mit den Kontakten 1, 2, 3 die Schaltspannungen für die einzelnen Oszillatorbereiche. Die Tasten 8, 7 und 5 schalten direkt die Oszillatorbereiche 49 bis 64,5 MHz, 63,5...88 MHz und 118...198 MHz. Die Endabschalter der Bereiche 85...119 MHz und 286...395 MHz werden dazu verwendet, um im Mischbereich (unterster Bereich) bei Frequenzen < 0,14 MHz und im verdoppelten Bereich (oberster Bereich) bei Frequenzen > 525 MHz die Oszillatoren abzuschalten. Dazu wird der Transistor T7 oder T8 aufgesteuert, wenn die Taste 2 oder 9 gedrückt ist, so daß die Steuerspannung an ST111.1 für den Oszillatorbereich 196...290 MHz nun von der Schaltstellung des Endabschalters S13 bzw. S16 abhängig wird (siehe Stromlauf 249.4518 S). Hat S13 bzw. S16 abgeschaltet, liegt eine Spannung von +15 V an ST111.4 bzw. ST111.5. Diese Spannung gelangt über Gl 22 bzw. Gl 21 und T8 bzw. T7 an ST111.1 und schaltet damit den Oszillatorbereich 196...290 MHz ab. Ist der Endabschalter S13 bzw. S16 dagegen in der EIN-Stellung, so liegt der Steuereingang des betreffenden Oszillatorbereiches über R88 an -15 V. Zum Einschalten des Bereichs 85...119 MHz bzw. 286...395 MHz gelangt eine negative Spannung über R85 bzw. R83 an den Steuereingang des betreffenden Bereichs; ausgeschaltet wird der Bereich durch eine positive Spannung vom Endabschalter S13 bzw. S16 über die Diode Gl 23 bzw. Gl 24. Die Schaltspannung des Frequenzbereiches 85...119 MHz ist mit R80 einstellbar, da sie gleichzeitig als Vorspannung einer Kapazitätsdiode dieses Bereiches verwendet wird.

4.6.5 Diodenschalter-Steuerung

Hierzu Stromlauf 250.1019 S

Die Tastenreihe S101 steuert mit den Kontakten 4, 5 und 6 den Diodenschalter Y24, der die Umschaltung zwischen Mischer Y22, direktem Signalzweig und Verdoppler Y26 vornimmt. Der Mischer wird über Taste 9 (0,14...50 MHz) und der Verdoppler über Taste 2 (392...525 MHz) direkt geschaltet, der direkte Zweig wird über die Tasten 3...8 und über ST113.3 mit positiver Spannung versorgt; die Widerstände R89 und R90 bewirken gleichzeitig das Sperren des Transistors T9. Ist keine der Tasten 3 bis 8 gedrückt, wird T9 leitend und schaltet die negative Spannung von -15 V an ST113.3.

Durch Anlegen von -15 V an ST113.14 ist es möglich, den Diodenschalter in allen drei Signalzweigen zu sperren und damit die HF-Spannung auszuschalten. Dies geschieht entweder über die Taste 40 HF AUS an der Frontplatte oder durch Kurzschließen der Kontakte 4 und 5 (z.B. durch den VOR-ILS-Meßzusatz) an der Buchse DEMOD. AUSGANG (Geräterückseite) und damit durch Ansteuerung der Schalttransistoren T1 und T2 in der Richtspannungskompensation Y41.

4.6.6 Ausgangsfilter-Steuerung

Hierzu Stromlauf 250.1019 S

Die Kontakte 7, 8, 9 der Tastenreihe S101 liefern die Spannungen für die Schaltdioden, mit denen die einzelnen Tiefpässe des Filters Y31 gewählt werden. Die Frequenzen der Bereiche 0,14...50 MHz, 49...64,5 MHz und 63,5...86 MHz werden über dasselbe Filter geleitet. Die diesen Bereichen zugeordneten Tasten 9, 8 und 7 sind deshalb über Dioden und über ST113.5 mit einer gemeinsamen Steuerleitung verbunden. Gleichzeitig wird der Transistor T11 durch diese Dioden gesperrt. Ist keine der drei Tasten 7, 8 oder 9 gedrückt, so sind die Dioden gesperrt und T11 wird über R93 durchgeschaltet, so daß -15 V an ST113.5 anliegt. Ebenso wird der gemeinsame Filterzweig für die Bereiche 386...395 MHz und 392...525 MHz über eine Diodenlogik und den Transistor T10 gesteuert.

4.7 Zähler Y7

Hierzu Übersichtsstromlauf 294.9021 S

4.7.1 Zähleransteuerung Y71

Hierzu Stromlauf 294.9580 S

Die Zähleransteuerung enthält die Verstärker für externe Signale von 15 Hz...30 MHz, für interne HF-Signale von 0,14...525 MHz, für interne NF-Signale von 15 Hz bis 150 kHz mit dazugehörigem Schmitt-Trigger und einen Vorverstärker für externe Signale von 20...525 MHz.

Der Verstärkerzweig für externe Signale im Bereich 15 Hz...30 MHz ist in Betrieb, wenn an den Anschlußpunkt 2 eine Spannung von -15 V angelegt wird; der Verstärker T7 für interne Signale im Bereich 0,14...50 MHz wird hierbei automatisch gesperrt. Der Verstärkerzweig besteht aus dem Diodenbegrenzer Gl 1...Gl 4, der als Überspannungsschutz am Eingang wirkt, dem FET-Verstärker T1, wobei L1 zur Verstärkungsanhebung im oberen Frequenzbereich dient, dem Diodenbegrenzer Gl 22, Gl 23 zur Unterdrückung von Amplitudenmodulation, dem Impedanzwandler T2 und der Verstärkerstufe T3. Die Kollektorspannung von T3 wird durch den Regelverstärker Bl I auf 0,6 V konstant gehalten. Die Referenzspannung für die Regelung wird an Gl 21 abgenommen.

Die Kollektorspannung von T3 bestimmt den Schaltzustand des Schmitt-Triggers T4, T5. Der Ausgangspegel am Anschlußpunkt 8 muß Low sein, wenn kein Eingangssignal anliegt, damit der Frequenzmesser an der letzten Stelle Null zeigt.

Über das RC-Glied R23, C5 werden Signale unter 100 kHz durch die Diode Gl 9 gleichgerichtet und über den Regelverstärker Bl II der Diode Gl 6 zugeführt. Dies bewirkt eine Unterdrückung von störenden hochfrequenten Signalen bei Eingangssignalen unter 100 kHz.

Interne Senderfrequenzen von 0,14...525 MHz gelangen über ST75 und Anschlußpunkt 3 an den Eingang des Trennverstärkers T10. Das verstärkte Signal gelangt über ein Widerstandsnetzwerk und über Anschlußpunkt 11 an den HF-Ausgang II und über Anschlußpunkt 12 an den Hubmesseranschluß ST172. Am Kollektor von T10 wird über R41 die Spannung für die Frequenzmessung der internen Signale von 0,14...50 MHz abgenommen. Der Tiefpaß L3, C17, L4, C18 bewirkt, daß nur Frequenzen unter 50 MHz an den Verstärker T7 gelangen. T7 ist in Betrieb, wenn am Anschlußpunkt 2 eine Spannung von +5 V und gleichzeitig am Anschlußpunkt 10 eine Spannung von -15 V liegt. Dadurch werden gleichzeitig der Transistor T1 und die Dioden Gl 7 und Gl 19 gesperrt, so daß die Zweige EXT. 15 Hz...30 MHz und NF INT. abgeschaltet sind. Das von T7 verstärkte Signal gelangt über Gl 11, den Impedanzwandler T2 und den Verstärker T3 an den Schmitt-Trigger T4, T5.

Interne Niederfrequenzsignale aus dem Modulationsgenerator gelangen über die Durchführung D76 und den Anschlußpunkt 9 an den Diodenschalter Gl 11 - Gl 19. Liegt eine Spannung von +5 V am Anschlußpunkt 10, dann ist Gl 19 durchgeschaltet. Das Signal gelangt direkt an die Basis von T2 und über T3 an den Schmitt-Trigger T4, T5.

Externe Signale von 20...525 MHz gelangen über ST72 und Anschlußpunkt 4 an den Vorverstärker T11. Die Dioden Gl 16, Gl 17 begrenzen das Eingangssignal und schützen T11 vor zu hohen Spannungen. Das verstärkte Signal gelangt über Anschlußpunkt 15 zum Vorteiler Y72.

4.7.2 Vorteiler Y72

Hierzu Stromlauf 294.9515 S

Auf der Vorteilerplatine befindet sich ein Verstärker für externe Signale im Bereich 20 bis 525 MHz, ein Diodenschalter für die Umschaltung zwischen internen und externen Signalen und ein 10:1-Vorteiler mit nachfolgendem Verstärker für die Anpassung an TTL-Pegel.

Die vom Vorverstärker in der Zähleransteuerung Y71 kommenden externen Signale von 20...525 MHz gelangen über Anschlußpunkt 1 an den zweistufigen Verstärker T1, T2 und werden von dessen Ausgang über C13 an den Diodenschalter weitergeleitet. Das Signal wird außerdem über Anschlußpunkt 5 dem Hubmesseranschluß ST171 zugeführt.

Mit Hilfe des Diodenschalters Gl 1...Gl 11 kann zwischen der Messung HF INT. und EXT. 20...525 MHz gewählt werden. Das durchgeschaltete Signal gelangt an den Begrenzertransistor T5, der dem Vorteiler B1 den richtigen Eingangspegel zuführt.

Eine spezielle Schaltung sorgt dafür, daß der Frequenzmesser bei zu geringem und zu hohem Eingangspegel des Vorteilers keine falsche Anzeige liefert. Die HF-Spannung vor dem 10:1-Teiler B1 wird mit Gl 17 gleichgerichtet, mit C37 gesiebt und über B2 I dem Operationsverstärker B2 II zugeführt. Der Transistor T6 wird somit

gesperrt, wenn der Mindestpegel am Eingang von B1 unterschritten wird. Ist das ankommende Signal amplitudenmoduliert, so entsteht an C37 eine NF-Spannung mit einem Gleichspannungsanteil, der von der negativen Halbwelle der HF-Spannung stammt. Da B2 I zusammen mit Gl 19 und C38 einen Spitzenwertgleichrichter darstellt, entsteht an C38 eine Gleichspannung, die der HF-Spannung im Modulationstal entspricht. Die Abschaltung bei Minimalwertunterschreitung wird deshalb auch bei amplitudenmodulierten Signalen beim richtigen Minimalwert wirksam.

Ist der Eingangspegel so hoch, daß sich am Ausgang 7 von B2 II eine positive Spannung ergibt, so wird die Pin-Diode Gl 16 in der Zähleransteuerung 294.9580 in die Sperrichtung gesteuert, so daß die Eingangsspannung von T11 zurückgeregelt wird.

Das Ausgangssignal mit ECL-Pegel des 10:1-Teilers B1 wird durch die Transistoren T6, T7 auf TTL-Pegel verstärkt und über Anschlußpunkt 8 an die Zählersteuerung Y73 und über Anschlußpunkt 9 und ST77 an die Synchronisation SMDU-B1 weitergeleitet.

4.7.3 1. Dekade Y73

Hierzu Stromlauf 294.9621 S

Die erste Dekade besteht aus dem 50-MHz-Zähler B1 mit dem zugehörigen Speicher B10.

Der Zähler wird über die Und-Gatter B2 I...III und den Transistor T1 angesteuert. Mit den Gattern wird auf die verschiedenen Zählerkanäle umgeschaltet. Der Zählimpuls gelangt über das Flipflop B5 II an die Gatterausgänge 2, 3 und 11 von B2.

Auf derselben Platine befinden sich auch der 100:1-Vorteiler für die Referenzfrequenz (B3) und der 400-kHz-Frequenzdiskriminator, der eine Schaltspannung zum Umschalten von Zeitkonstanten im Modulator Y28 und im Demodulator Y41 erzeugt.

Die über C1 aus der Zähleransteuerung Y71 kommenden Signale werden mit dem Tiefpaß L1 - C2 vorgefiltert und durch den Komparator B4 auf TTL-Pegel verstärkt. Das Flipflop B5 I bewirkt eine Frequenzteilung und erzeugt ein 1:1-Rechteck. Diese Rechteckspannung wird durch den Tiefpaß L2 - C4 annähernd in eine Sinusform gebracht und über den RC-Tiefpaß R3 - C6, dem Gleichrichter Gl 3, bzw. über den RC-Hochpaß C5 - R7 dem Gleichrichter Gl 4 zugeführt. Die Grenzfrequenzen dieser beiden Filter sind so gelegt, daß bei ca. 400 kHz die gleichgerichteten Spannungen gleich groß sind. Bei einer Abweichung der Frequenz wird der Verstärker B6 angesteuert, der als Schmitt-Trigger geschaltet ist. Eine genaue Einstellung des Schaltpunktes ist mit R10 möglich.

4.7.4 Zähler mit Anzeige Y74

Hierzu Stromlauf 294.9650 S

Auf dieser Platine befinden sich die Zählersteuerung, die Zähldekaden 2 bis 7 mit den zugehörigen Speichern, Dekodierern und Anzeigen sowie Dekodierer und Anzeige der ersten Dekade.

Die Zählersteuerung hat die Aufgabe, dem digitalen Zähler die notwendigen Impulse zu liefern. Hierzu gehört vor allem ein Zählzeitimpuls mit genauer Impulsdauer und hoher Flankensteilheit. Es werden verschiedene, wählbare Zählzeiten benötigt, die von etwa 0,04 s...10 s reichen. Deshalb ist die Zählersteuerung mit einer Zählzeitsteuerung versehen, mit der die gewünschte Zählzeit eingestellt werden kann. Neben dem Zählzeitimpuls muß die Zählersteuerung den Speicherübernahmeimpuls liefern, der bewirkt, daß die binäre Zahleninformation, die am Zählerausgang anliegt, in den nachfolgenden Anzeigespeicher übernommen wird. Außerdem liefert die Zählersteuerung einen Zählerrücksetzimpuls, mit dem der Zählerinhalt vor dem Beginn einer neuen Zählperiode gelöscht wird.

Die quarzgenaue 10-MHz-Referenzfrequenz wird mit den Teilern B3 (1. Dekade), B13, B17 und B18 auf die Frequenz heruntergeteilt, die der gewünschten Zählzeit entspricht. Über die Zählzeitsteuerung werden die Teiler B14, B13 II und B17 I entsprechend der gewünschten Zählzeit entweder eingeschaltet oder mit NAND-Gattern überbrückt. Es lassen sich damit die Zählzeiten 0,04/0,4/4/0,2/2/20/0,1/1/10 s einstellen.

Die Schaltung wird im Folgenden bei einer Zählzeit von 1 s betrachtet. Die Gatter B15 III und B15 IV sind gesperrt und das Gatter B15 II ist geöffnet, wodurch der Teiler B14 überbrückt ist. Durch ein L-Signal an BU2.10 wird das Gatter B16 I gesperrt und der Teiler B13 II zum Zählen freigegeben. Bei einer Zählzeit von 1 s liegt somit am Ausgang von B16 II eine Frequenz von 10 kHz.

Durch ein L-Signal an BU4.9 kann zusätzlich der Teiler B17 I eingeschaltet werden. Hiermit werden alle Zeitvorgänge um den Faktor 10 gedehnt, so daß sich die zehnfache Zählzeit ergibt.

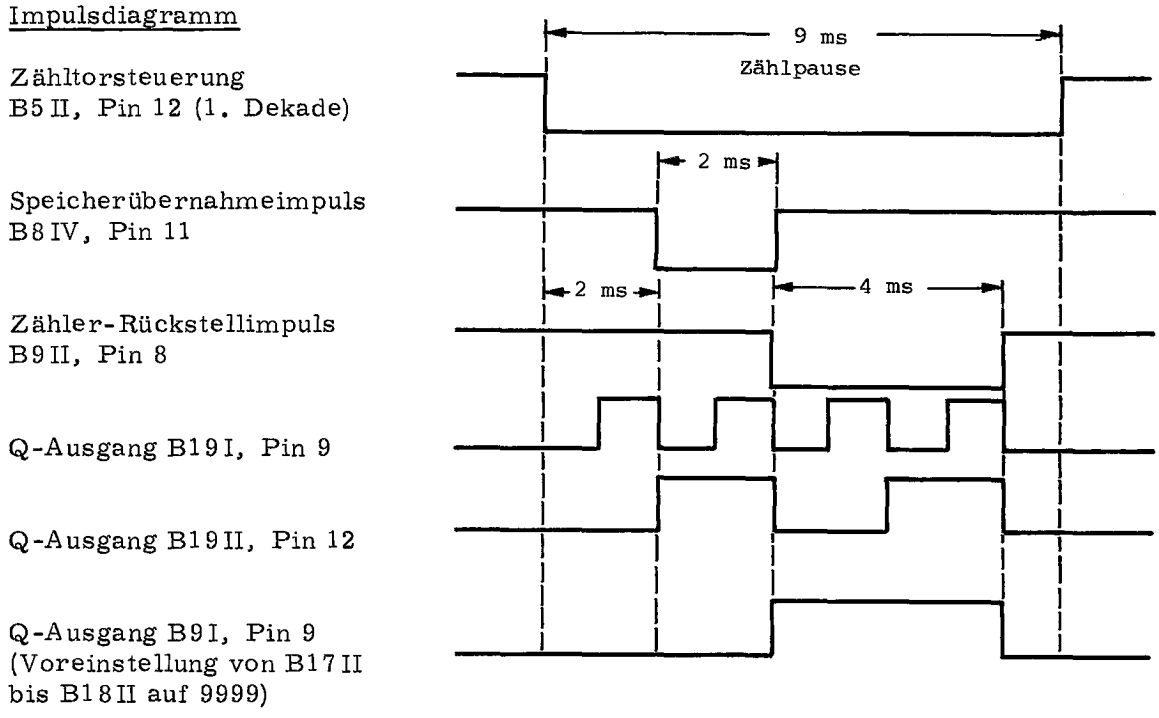
Mit den Teilern B17 II, B18 I und B18 II wird die Frequenz bis auf 1 Hz heruntergeteilt. Der 2:1-Teiler B5 II liefert dem Zähltor B2 die Zählzeit 1 s. Während der Zählperiode liegt am $\overline{Q}$-Ausgang des Flipflops B9 II H-Potential; das Zähltor ist geöffnet. Der Q-Ausgang von B9 II liegt dementsprechend auf L-Potential und setzt die Flipflops B9 I, B19 I und B19 II über deren Clear-Eingänge zurück, wodurch ihre Q-Ausgänge auf L-Potential schalten.

Nach 1 s ist der Zählvorgang beendet. Der $\overline{Q}$-Ausgang des Flipflops B9 II schaltet auf L-Potential; das Zähltor wird gesperrt. Gleichzeitig wird die Blockierung der Flipflops B9 I, B19 I und B19 II aufgehoben. Da der Takteingang 5 des Flipflops B19 I bei einer Zählzeit von 1 s mit dem 1-kHz-Signal der Teilerkette B13 I und B13 II ange-

steuert wird, kippt der Q-Ausgang von B19I in die H-Lage. Beim Zurückkippen in die L-Lage schaltet das Flipflop B19II von L auf H, öffnet das NAND-Gatter B8I und liefert damit den Speicherübernahmeimpuls, der über B8IV negiert dem Speicher der 1. Dekade zugeführt wird. Dieser Impuls ist durch die 4:1-Teilung von B19II und B19I gegenüber dem Stoppimpuls für den Zähler um 2 ms verzögert.

Nach weiteren 2 ms kippt der $\overline{Q}$-Ausgang von B19I in die L-Lage und liefert den Rückstellimpuls für die 1. Dekade. Gleichzeitig wird B8I gesperrt und der Speicherübernahmeimpuls beendet. Beim Umkippen von B9I wird außerdem dessen Q-Ausgang auf H gesetzt und damit die Teilerkette B17II...B18II auf 9999 voreingestellt, wodurch die Zählpause verkürzt wird. Beim Zurückkippen des Flipflops B9I nach 4 ms wird diese Voreinstellung freigegeben. Beim nächsten Impuls schaltet der Q-Ausgang von B9II und B5II von L auf H und öffnet damit das Zähltor erneut.

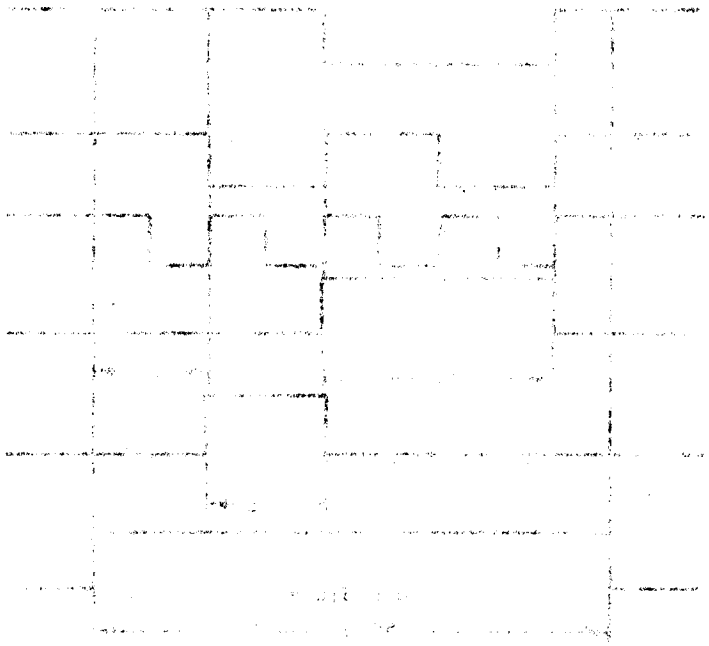
Impulsdiagramm



4.7.5 Zählerumschaltung Y75

Hierzu Stromlauf 294.9867 S

Auf der Platine der Zählerumschaltung befinden sich die Drucktastenschalter zur Wahl der Zählerbetriebsart. Sie steuern zusammen mit Logiksignalen von der Bereichschalterplatine (ST80.2 bis .5) die für die gewählte Betriebsart notwendige Zählzeit über die Gatter B1III, B1IV, B2III, B2IV, B2II, B2I, B4II, B1II und B4I. Die Steuerung der Zählgatter (ST2.3 bis .4) erfolgt über die Gatter B3III und B4IV, die Kommasteuerung (ST1.1, .2, .3, .15, .16) über B5 und B6. Die zweite Ebene der Drucktastenschalter S71 übernimmt über ST6 die Umschaltung der einzelnen Zählerkanäle in der Zähleransteuerung und im Vorteiler.



4.8.2 AM/FM-Umschaltung Y86

Hierzu Stromlauf 250.2744 S

In der AM/FM-Umschaltung erfolgt die Aufbereitung der Modulationsspannung für interne und externe Amplituden- und Frequenzmodulation. Die Ausgangsspannung des Modulationsgenerators wird den beiden Signalzweigen AM und FM der AM/FM-Umschaltung zugeführt. Im FM-Zweig sind folgende Auswahlmöglichkeiten vorhanden:

- moduliert oder unmoduliert
- interne oder externe Modulation
- Modulation mit einer Preemphasis von 6 dB/Oktave.

Im AM-Zweig kann zwischen interner und externer Modulation und unmoduliertem Betrieb gewählt werden. Es ist auch möglich, die beiden Modulationsarten AM und FM gleichzeitig einzuschalten.

4.8.3 NF-Aufbereitung

Hierzu Stromlauf 250.2644 S (Y82) und 250.2296 S (Y83)

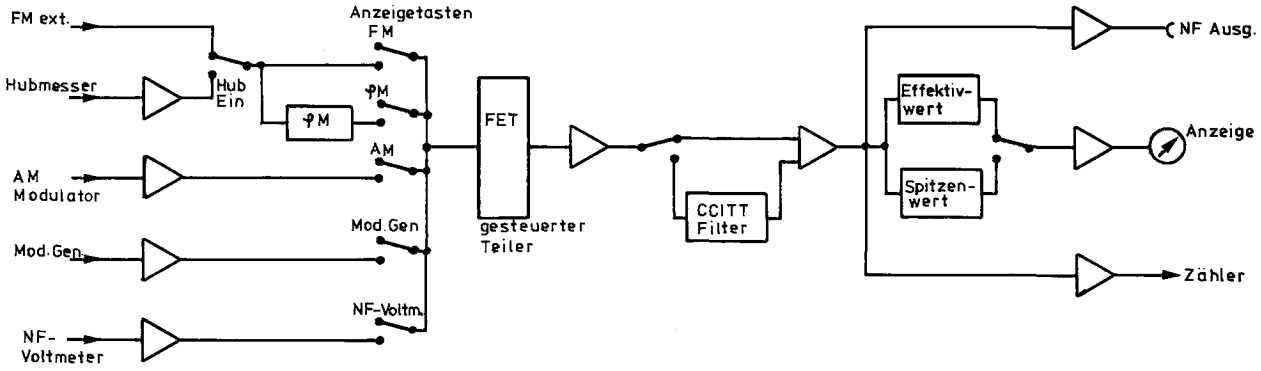


Bild 4-2 Blockschaltbild der NF-Aufbereitung

Alle NF-Signale werden in getrennten Vorstufen so verstärkt, daß am Teiler bei Vollausschlag eine Spannung von U_{eff} = 3 V liegt.

Der Modulationsgenerator wird direkt, das NF-Voltmeter wird über einen Impedanzwandler mit einem 10-dB-Teiler (im 249.3011 S) mit den Tasten ANZEIGE S81 an den Teiler geschaltet. Der AM-Modulator liefert eine Spannung von 480 mV für 100 % AM-Modulation; die weitere Verstärkung liefert B3 (im Übersichtsstromlauf 250.2015 S).

Das demodulierte Signal des Hubmessers Y81 besteht aus einem Gleich- und einem Wechselanteil. Der Gleichanteil steuert über die Komparatoren B8 (im Effektiv- und

Spitzenwertmesser Y83) die BEREIT-Leuchtdiode, die die Meßbereitschaft des Hubmessers anzeigt. Der Kondensator C2 trennt Gleich- und Wechselanteil; R12 ist der Abschlußwiderstand des NF-Filters im Hubmesser 250.3228. Den Wechselanteil des Hubmessersignals verstärkt B1 (in der 1-kHz-Bandsperre und Teiler 250.2644). Durch Umschalten des Signals auf den invertierenden oder den nichtinvertierenden Eingang von B3 kann zwischen negativer und positiver Hubanzeige gewählt werden.

Zum Messen des Phasenhubes wird in den NF-Zweig des Hubmessers eine Deemphasis (im 250.2644 S) mit 6 dB/Okt. geschaltet. B10I dient als Impedanzwandler, B10II bestimmt mit seinem Gegenkopplungsnetzwerk den Frequenzgang der Deemphasis.

Am Ausgang von B10II steht die bewertete Spannung für den Bereich $\frac{\Delta f}{f_{mod}} = 2$ zur Verfügung.

Mit dem Tastensatz ANZEIGE wird eine der fünf Anzeigearten

- Frequenzhub (FM)
- Phasenhub (φM, 6 dB/OKT.)
- Modulationsgrad (AM)
- Modulationsgenerator (MOD.GEN.)
- NF-Voltmeter (NF-VOLTM.)

gewählt und das entsprechende Signal auf den Teiler geschaltet. Der 6stufige, durch Feldeffekttransistoren in 10-dB-Schritten schaltbare Spannungsteiler R73 bis R78 teilt das NF-Signal auf die erforderliche Anzeigespannung (10 mV für Vollausschlag) herunter. Die Steuerung der FETs erfolgt über die Steuerlogik Y85.

Es ist immer nur ein FET eingeschaltet ($U_{Gate} = 0$ V), die anderen sind gesperrt ($U_{Gate} < -10$ V). Die Verstärkung des nachfolgenden B11 kann mit Hilfe des FET T12 um 10 dB erhöht werden. Somit sind insgesamt sieben Anzeigebereiche einstellbar.

Die weitere Signalverarbeitung erfolgt im Effektiv- und Spitzenwertmesser Y83 (250.2296 S). Hier kann ein CCITT-Filter zur Bewertung des NF-Signals eingeschaltet werden. Der Summationsverstärker B1 verstärkt das jeweils anliegende Signal auf den zur Gleichrichtung nötigen Pegel von $U_{eff} = 3$ V (Vollausschlag). Der Impedanzwandler B7 liefert das NF-Signal an die Buchse 42 (MOD.-NF) an der Frontplatte.

Die Gleichrichtung des zu messenden Signals erfolgt entweder mit einem Effektivwert- (B3) oder mit einem Spitzenwertgleichrichter (B6), die von der Steuerlogik Y85 über die FETs T2 und T4 eingeschaltet werden. Sie sind bei den folgenden Anzeigearten in Betrieb:

Anzeigeart		Effektivwert	Spitzenwert
FM			X
φM			X
AM			X
Mod. Gen.		X	
NF-Voltm.		X	
Hubmesser	Nutzhub		X
	Störhub	X	
Klirrfaktor		X	

Der Effektivwertmesser mißt den echten Effektivwert

$$U_{eff} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T U^2 \, dt}$$

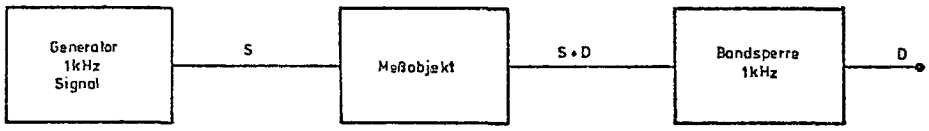
B3 quadriert und radiziert, die Integration erfolgt über R21 und C17. Der Spitzenwertmesser wird von dem schnellen Operationsverstärker B6, der Diode GL4 und C16 gebildet. C16 wird über GL4 auf den positiven Spitzenwert aufgeladen. GL4 ist so in den Gegenkopplungszweig von B6 geschaltet, daß der Anstieg der Spannung mit der vollen Leerlaufverstärkung des Operationsverstärkers erfolgt. Um die Entladezeitkonstante des Spitzenwertmessers klein zu halten, wird C16 bei einer Verringerung der Spannung über T1 und R5 entladen. Das Einsetzen der Entladung bestimmen GL2, R27 und C15 (etwa 40 ms). Die von R5 bestimmte Entladezeit ist wesentlich geringer als die Einstellzeit des Drehspulinstrumentes.

Die Gleichspannungen werden über die FETs T2 oder T4 dem Anzeigeverstärker B5 zugeführt. Die Verstärkung von B5 wird mit Hilfe des FET T6 von V = 1 auf V = 2 umgeschaltet. Die Verstärkung V = 2 ist nur für FM- und φM-Anzeige bei der 1,05-GHz-Frequenzerweiterung erforderlich. Die Steuerspannung für den FET T6 wird mit der Verdopplertaste (ohne 1,05-GHz-Frequenzerweiterung arretiert) und mit den Tasten 23 FM und φM (Bild 2-1) über T9 geschaltet.

Die Diode GL11 schützt das Anzeigeinstrument vor negativen Spannungen, der Spannungsbegrenzer B5 II verhindert eine Überlastung des Drehspulinstrumentes. Der Vollausschlag wird bei 300 mV erreicht, der Begrenzereinsatz erfolgt bei 350 mV. Somit ist eine mögliche Dauerüberlastung auf etwa 17 % begrenzt.

4.8.4 Klirrfaktor und SINAD-Messer

4.8.4.1 Allgemeine Funktion



Zur Klirrfaktormessung wird dem Eingang des Meßobjektes ein klirrarmes (K < 0,5 %) 1-kHz-Signal (S) zugeführt. Das Ausgangssignal enthält neben dem 1-kHz-Signal (Grundwelle) die im Meßobjekt entstehenden Oberwellen (D). Aus diesem Frequenzgemisch wird mit Hilfe eines Filters das 1-kHz-Signal ausgeblendet und anschließend werden die Effektivwerte der Ein- und Ausgangsspannung des Filters ins Verhältnis gesetzt. Hiermit enthält man den Klirrfaktor des Meßobjektes.

Klirrfaktor: $\frac{D}{S + D}$ S: Signal, f = 1 kHz
D: Distortion

Bei der Signal-Rauschmessung (SINAD) enthält das Ausgangssignal des Meßobjektes neben den Oberwellen einen zusätzlichen Rauschanteil (Meßobjekt z.B. Funkempfänger). Dieses Rauschsignal wird bei der SINAD-Messung mitbewertet.

Signal-Rauschverhältnis: $\frac{S + N + D}{N + D}$ S = Signal, f = 1 kHz
N = Noise
D = Distortion

4.8.4.2 Pegelregelung

Hierzu Stromlauf 250.2644 S

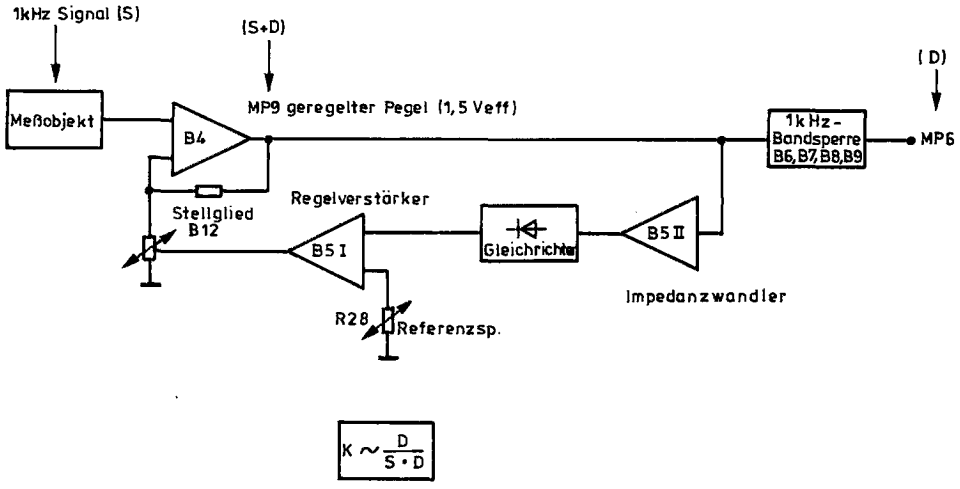


Bild 4-3 Klirrfaktormesser mit Pegelregelung

Die Pegelregelung hält den NF-Pegel vor der 1-kHz-Bandsperre konstant, so daß die mit einem Effektivwertmesser gemessene Spannung am Ausgang der 1-kHz-Bandsperre direkt proportional dem Klirrfaktor ist. Das Instrument zeigt dann bei entsprechendem Abgleich ($U_1 = U_2 \triangleq 100$ %) den Klirrfaktor an.

Das NF-Signal wird über den Spannungsteiler R22, R23 dem Verstärker B4 I zugeführt. Der in den Gegenkopplungszweig geschaltete Optokoppler B12 ändert seinen Widerstand - und damit die Spannungsverstärkung von B4 I - in Abhängigkeit des über R25 eingeprägten Stromes. Die Regelspannung wird über die Gleichrichter GL6, GL5 mit den Siebgliedern C5, C6, R31 und R27 gewonnen und über den Regelverstärker B5 I dem Optokoppler B12 zugeführt. Seinen minimalen Widerstand (2 kΩ) erreicht der Optokoppler bei einem Strom von etwa 40 mA. Der Gleichrichter arbeitet als kombinierter Spitzen-/ Mittelwertgleichrichter. Er wird durch die Widerstände R27 und R31 so eingestellt, daß bei verrauschten Signalen die maximale Abweichung des gleichgerichteten Signals gegenüber einem Effektivwertgleichrichter 11 % beträgt.

Bei einer Unterschreitung des zulässigen Pegels (1,25 V) am MP9 schaltet der Komparator B4 II die Leuchtdiode „uncal." ein und unterbricht mit Hilfe von T16 den Signalzweig. Die Eingangsspannung beträgt dann etwa 50 mV. Der Abgleich des Pegels am MP9 erfolgt durch Verändern der Referenzspannung des Regelverstärkers mit R28. Damit ist gleichzeitig die Anzeigespannung abgeglichen.

4.8.4.3 1-kHz-Bandsperre

Hierzu Stromlauf 250.2644 S

Die 1-kHz-Bandsperre besteht aus drei Kreisen, deren Resonanzfrequenzen unterschiedlich abgeglichen sind.

Der erste Schwingkreis wird durch eine Wienbrücke realisiert, hier ist neben dem Frequenzabgleich (R39) ein Symmetrieabgleich (R41) erforderlich.

Die nachfolgenden Serienschwingkreise sind über B9 I und B9 II entkoppelt; die Schwingkreiskapazität wird durch C9 bzw. C11 gebildet. Die Induktivität ist elektronisch durch B7 und T2, T3 bzw. durch B8 und T4, T5 realisiert (Gyratorschaltung). Die Durchgangsdämpfung des Klirrfaktormessers gleicht Verstärker B9 II aus; am MP6 liegt bei Vollausschlag (100 %) eine Spannung von $U_{eff} = 3$ V an.

4.8.5 Steuerlogik Y85

Hierzu Stromlauf 274.9861 S

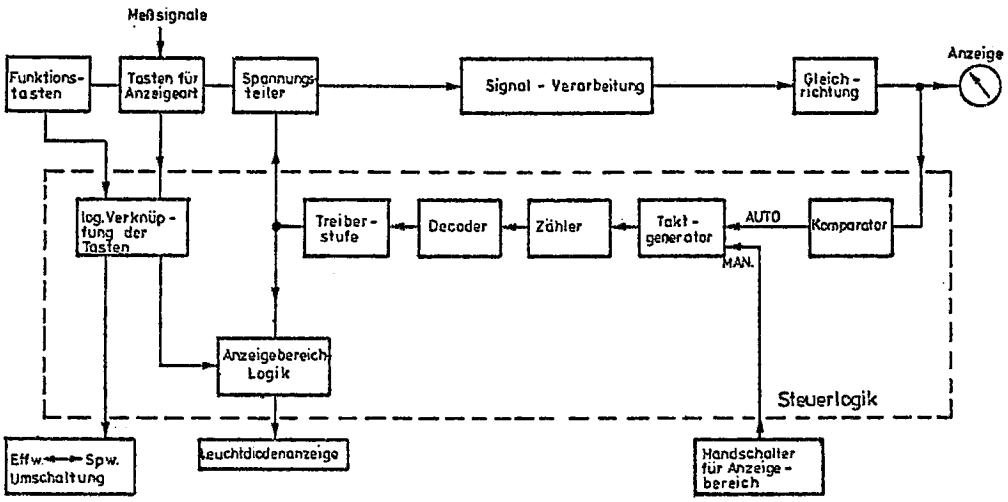


Bild 4-4 Blockschaltbild der Steuerlogik im Modulationseinsatz

4.8.5.1 Automatischer Betrieb

Das Gleichspannungssignal des Anzeigeverstärkers wird den Komparatoren B1 I, B1 II und B2 zugeführt. Die Komparatoren B1 I, B1 II setzen über das Gatter B3 den Taktgenerator in Betrieb, wenn die Anzeigespannung > 1,05 V oder < 0,3 V ist. Als Taktgenerator dient der monostabile Multivibrator B4 I, dessen Taktfrequenz von R28 und C20 bestimmt wird. Der monostabile Multivibrator B4 II verlängert den sehr kurzen Taktimpuls (30 ns) und führt ihn dem Zähler B5 zu. Die Vorwärts-Rückwärts-Steuerung des Zählers B5 erfolgt durch den Komparator B2.

Bei einer Anzeigespannung > 0,65 V wird vorwärts gezählt, bei einer Anzeigespannung < 0,3 V ist die Rückwärtszählung eingeschaltet.

Die Signale an den Dateneingängen A, B, C und D (Pin 9) legen den Anfangszustand des Zählers fest. An den Eingängen A, B und D liegt fest der Pegel Low; der Eingang C enthält je nach Anzeigeart High- oder Low-Pegel. Der BCD-Dezimal-Decoder B6 steuert über die Treiber B9 und B20 die FET s des Spannungsteilers in der Baugruppe 1-kHz-Bandsperre und Teiler Y82 I. Die sieben Anzeigebereiche für FM, φM, MOD. GEN. und NF-VOLT M. erfordern sieben Zählschritte; die fünf Anzeigebereiche für AM und Klirrfaktor benötigen fünf Zählschritte. Die Ausblendung der ersten beiden Zählschritte geschieht durch Vorprogrammierung der Dateneingänge. Diese erfolgt, sobald eine der Tasten AM oder Klirrfaktor gedrückt wird; den LOAD-Impuls setzt der

Decoder B6 über B13 IV, B15 IV, wenn der Zähler in einen der auszublendenden Bereiche schaltet.

Anzeigeart	Dateneingänge des Zählers A B C D
FM/φM/MOD.GEN./NF-VOLTM.	0 0 0 0
AM, Klirrfaktor	0 0 1 0

Wird kein Signal zugeführt, soll der Teiler B5 im empfindlichsten Bereich stehen bleiben. Der Decoder B6 (Pin 1) sperrt das NOR-Gatter B3 II und schaltet damit den Taktgenerator B4 I ab. Liegt ein größeres Signal an als der max. Anzeigebereich zuläßt, sperrt der Decoder B6 (Pin 7) über den Inverter B8 das NOR-Gatter B3 I und schaltet ebenfalls den Taktgenerator B4 I ab.

4.8.5.2 Manuelle Bereichwahl

Bei manuellem Betrieb soll der Meßbereich unabhängig vom Signalpegel der Komparatoren frei wählbar sein. Der Schalter BEREICH schaltet in den Stellungen STOP und MAN. den Taktgenerator B4 I über dessen Eingang 11 („clear") ab. Die Zählrichtung des Zählers B5 wird über B12 I auf aufwärts festgelegt (LOW-Pegel am Eingang 5 „DN/UP"). Bei jedem Umschalten des Schalters BEREICH von STOP auf MAN. wird über B3 III ein Impuls auf den monostabilen Multivibrator B4 II gegeben, der den Zähler um einen Bereich weiter schaltet. Ist der 7. Dezimalbereich erreicht, wird der Zähler durch den LOAD-Impuls auf den einprogrammierten Anfangswert zurückgeschaltet. Die NAND-Gatter B10 unterdrücken das Prellen des Schalters.

4.8.5.3 Anzeigebereichlogik

Die Anzeigelogik verknüpft die Anzeigetasten mit den Funktionstasten: Hub, Klirrfaktor und SINAD.

Diese Logik steuert:

- die Anzeigearten mV, %, kHz und rad
- die Anzeigebereiche 1 bis 100
  0,3 bis 100
  10 bis 10 000
- die automatische Effektivwert-/Spitzenwertumschaltung
- die Leuchtdioden für 6, 12 und 20 dB SINAD.

Die Verknüpfungen der einzelnen Funktionen sind in der Tabelle 4-1 angegeben.

Tabelle 4-1 Logische Verknüpfungen

Anzeige-Tasten	Bereich	Anzeige	Gleichrichter	Meßart
FM	.100 bis .300	kHz	Effektivwert	interne Modulation
	1 bis 100	kHz	Spitzenwert	
φM	.100 bis .300	rad	Effektivwert	
	1 bis 100	rad	Spitzenwert	
AM	1 bis 100	%	Spitzenwert	AM intern
MOD. GEN.	10 bis 10000	mV	Effektivwert	Spannung
NF-VOLTM.	10 bis 10000	mV	Effektivwert	Spannung

Kombination der Anzeige und Funktionstasten

Taste	Bereich	Anzeige	Gleichrichter	Meßart	
FM + Hub	.100 bis .300	kHz	Effektivwert	Störhub	
	1 bis 100	kHz	Spitzenwert	Nutzhub	
φM + Hub	.100 bis .300	rad	Effektivwert	Störhub	
	1 bis 100	rad	Spitzenwert	Nutzhub	
FM + Hub + Klirrfaktor φM + Hub + Klirrfaktor	1 bis 100	%	Effektivwert	Klirrfaktor	Leuchtdiode „uncal." bei zu geringem Pegel
NF-VOLTM. + Klirrfaktor	1 bis 100	%	Effektivwert		
FM + Hub + SINAD φM + Hub + SINAD	1 bis 100 u. 6 dB SINAD 12 dB SINAD	%	Effektivwert	Signal/Rausch-Verhältnis	
NF-VOLTM. + SINAD	20 dB SINAD	%	Effektivwert	SINAD	
Keine Taste gedrückt		keine Anzeige			

4.8.5.4 Erweiterung der Anzeigebereiche

Die Anzeigebereichlogik ist durch Umlöten von T2 auf verschiedene Anzeigebereiche einstellbar.

Verdrahtung	Anzeigebereich	Anzeigeart
a) keine Brücke	10 mV - 10 V	MOD. GEN. und NF-VOLTM.
b) Brücke 1-3	1 mV - 1 V	NF-VOLTM.
c) Brücke 1-2	1 mV - 1 V	MOD. GEN. und NF-VOLTM.

Die Verstärkung im Signalzweig ist für die Variation b) um den Faktor 10 zu erhöhen. Hierzu ist beim Impedanzwandler 274.8165 der folgende Umbau durchzuführen:

Den Operationsverstärker B1 (LM 310) gegen LM 318 (BO 252.5240) austauschen und die Widerstände R9 und R10 entfernen.

4.8.6 Hubmesser

Hierzu Stromlauf 250.3228 S

4.8.6.1 Betriebsart SIMPLEX

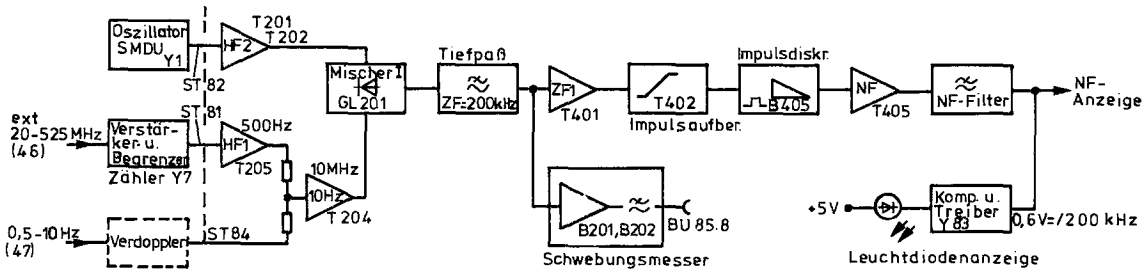


Bild 4-5 Betriebsart SIMPLEX

Das HF-Signal des Meßobjektes wird in einer Vorverstärker- und Begrenzerstufe Y72, die sich im Zähler Y7 befindet, auf einen konstanten Pegel von U_{eff} = 40 mV gebracht. Dieses Signal wird der Baugruppe Hubmesser zugeführt, und zwar der Trennverstärkerstufe T205. Von hier gelangt es zur Diode Gl 201, an der das HF-Signal mit der Meßsenderfrequenz des Grundgeräteoszillators Y1 gemischt wird, die dem HF-Verstärker über ST82 zugeführt wird. Die entstehende Differenzfrequenz von 200 kHz gelangt über ein Tiefpaßfilter und die Gatter B101 (durchgeschleift) zum ZF-Verstärker T401 und weiter zur Impulsaufbereitungsstufe T402. Das nun vorhandene 200-kHz-Rechtecksignal wird in dem Impulsdiskriminator B403 weiterverarbeitet. Der monostabile Multivibrator B403 markiert jede positive Flanke des Rechtecksignals mit einem Impuls konstanter Breite, so daß bei einer Frequenzänderung des ZF-Signals eine Rechteckkurve mit frequenzabhängigem Tastverhältnis am Kollektor von T405 liegt. Der Impedanzwandler T408 paßt das NF-Filter an den Diskriminator B403 an. Das NF-Filter mit einer oberen Grenzfrequenz von etwa 20 kHz bildet aus den 200-kHz-Impulsen des ZF-Signals den Gleichspannungsmittelwert. Dieser Gleichspannung ist bei Modulation das demodulierte NF-Signal überlagert. Das NF-Signal wird der NF-Aufbereitung in der Baugruppe Effektiv- und Spitzenwertmesser Y83 zugeführt. Der Gleichspannungsanteil des NF-Signals steuert über zwei Komparatoren die Leuchtdiode „HUB BEREIT". Diese leuchtet, sobald eine dem 200-kHz-ZF-Signal entsprechende Gleichspannung von etwa 0,6 V an den Komparatoren anliegt.

4.8.6.2 Betriebsart DUPLEX

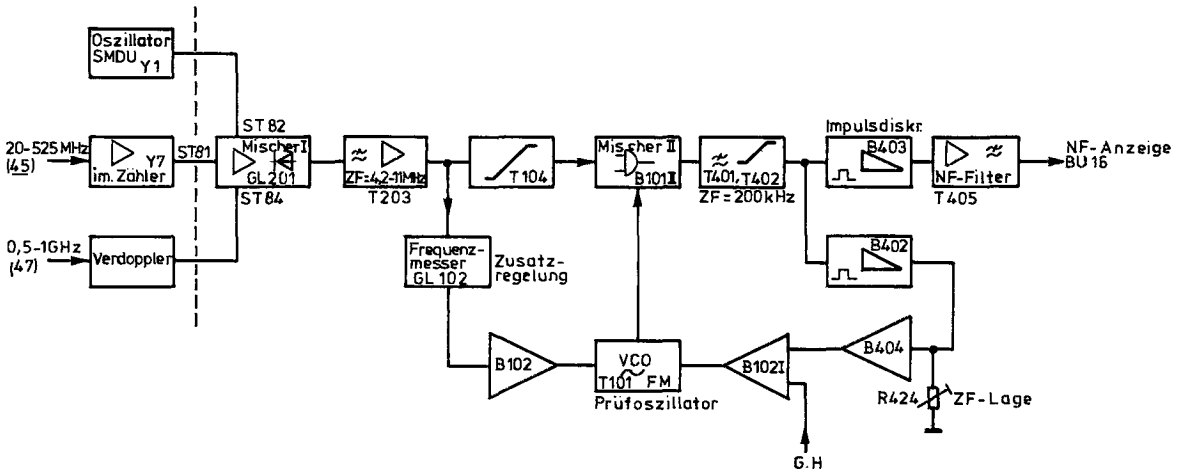


Bild 4-6 Betriebsart DUPLEX

Bei der Betriebsart DUPLEX werden wie bei der Betriebsart SIMPLEX das HF-Signal des Meßobjektes und die Meßsenderfrequenz in der Diode GL201 gemischt. Das entstehende ZF-Signal (ZF = 4,2 bis 11 MHz) wird verstärkt (T203) und begrenzt (T104) dem Mischer B101 zugeführt. Hier wird das Signal mit der Frequenz des spannungsgesteuerten Hilfsoszillators gemischt, so daß sich die ZF = 200 kHz ergibt.

Die Frequenz des Hilfsoszillators wird so nachgesteuert, daß die am Mischer B101 entstehende Differenzfrequenz konstant bleibt (ZF = 200 kHz). Die Steuerspannung wird von dem Impulsdiskriminator B402 von dem auf TTL-Pegel aufbereiteten Rechtecksignal abgeleitet. An dem Integrationskondensator C429 entsteht eine frequenzproportionale Gleichspannung, die der Regelverstärker B404 verstärkt und die über den Summationsverstärker B102 I die Kapazitätsdiode GL101 des Hilfsoszillators steuert. Die Kapazitätsdiode GL101 bildet zusammen mit dem Serienkondensator C108 die Schwingkreiskapazität des Oszillators. Der nachstimmbare Frequenzbereich des Oszillators beträgt etwa 4,0 bis 10,5 MHz.

Mit dem Potentiometer R424 ist die Referenzspannung des Regelverstärkers B404 und damit die Frequenz-Lage der Zwischenfrequenz einstellbar (Sollwert = 200 kHz).

Der Regelverstärker ist als Integrator geschaltet und unterdrückt bei Modulation die von Diskriminator B402 demodulierte NF.

Suchschaltung

Die Nachstimmautomatik arbeitet nur, wenn die Differenzfrequenz von 1. ZF-Signal und Hilfsoszillatorsignal bei 200 kHz liegt. Nur dann erhält der Pegelverstärker B404 ein Gleichspannungssignal, das im Regelbereich des Verstärkers B102 I liegt, und der Hilfsoszillator kann nachgesteuert werden. Nach dem Einschalten oder bei einem Frequenzwechsel sorgt eine Suchschaltung dafür, daß der Hilfsoszillator den Suchbereich (4 bis 10,5 MHz) durchfährt. Als Suchschaltung dient die Entladeschaltung des Integrationskondensators (C431) im Gegenkopplungszweig des Regelverstärkers B404. Sie wird ausgelöst bei einer ZF > 210 kHz; dann schaltet der Komparator B405 den FET T405 ein und C431 entlädt sich. Durch die Entladung ändert sich die Ausgangsspannung des Regelverstärkers und der Hilfsoszillator wird nachgesteuert. Das Abschalten des Entladevorganges verzögern die Zeitkonstante von R433/C426 und die Hysterese des Komparators so lange, bis der Oszillator seine niedrigste Frequenzlage erreicht hat. Danach steuert der Regelverstärker den Hilfsoszillator über den Nachstimmbereich, bis die ZF von 200 kHz erreicht ist und die Regelung einrastet.

Ist die ZF > 3 MHz, so erhält der Diskriminator über das vorgeschaltete Tiefpaßfilter kein Signal, und der Suchvorgang unterbleibt. Hat die Regelung einmal gefangen, stimmt sich der Hilfsoszillator bei kontinuierlichen Frequenzänderungen bis zu 6,5 MHz direkt ohne Auslösen der Suchschaltung nach.

Zusatzregelung für den Hilfsoszillator

Die Zusatzregelung (GL102) erzeugt eine dem HF-Signal frequenzproportionale Gleichspannung, die über B102 II und die Z-Diode GL103 den Hilfsoszillator so voreinstellt, daß der Nachziehbereich zum ZF-Signal des Mischers I (4,2 bis 10,7 MHz) immer kleiner als der jeweilige Oberwellenabstand ist. Liegt kein HF-Signal an, schwingt der Oszillator auf etwa 7,5 bis 7,9 MHz. Hiermit wird verhindert, daß die Regelschaltung auf einer Oberwelle fängt.

4.8.6.3 Betriebsart Relais Mode

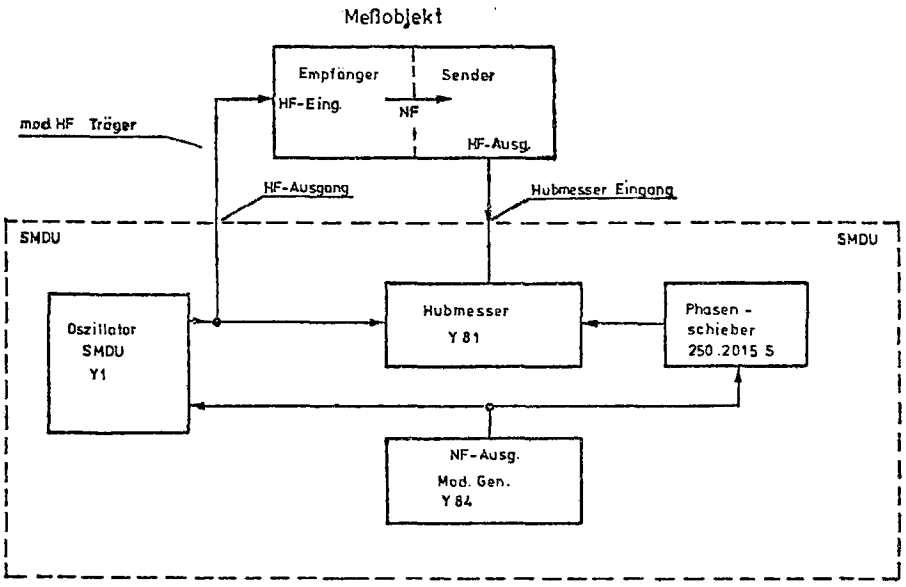


Bild 4-7 Betriebsart Relais Mode

Die Betriebsart RELAIS MODE ermöglicht das Messen mit nur einem Meßsender an Sende-Empfangsgeräten. Das modulierte Oszillatorsignal des SMDU wird gleichzeitig zum Aufsteuern des Empfängers und zum Hubmessen des Senders benutzt.

Die bei der Hubmessung störende Modulation des SMDU-Oszillators wird durch einen Kompensationshub des Hilfsoszillators im Hubmesser wieder aufgehoben. Zur Einstellung des Kompensationshubes sind ein Amplituden- und ein Phasenabgleich erforderlich, die mit den Potentiometern NULL I (29) und NULL II (32) vorgenommen werden. Der Phasenschieber wird von B2 mit C1 und R92 gebildet (im 275.0022 S). Die maximale Phasenverschiebung beträgt $+180^{o}$, wenn der Kippschalter 27 (Bild 2-1) auf f_{UP} und -180°, wenn er auf f_{LOW} steht. Das Ausgangssignal (ST85.3) des Phasenschiebers wird über den Summationseingang des Verstärkers B102I (im 250.3228 S) zur Nachstimmspannung für den Hilfsoszillator addiert und erzeugt den erforderlichen Hub des Oszillators.

4.9 Netzteil Y9

Hierzu Stromlauf 250.2815 S

Im Netzteil werden vier verschiedene, geregelte Spannungen erzeugt:

a) +5,2 V für die Versorgung aller Baugruppen mit digitalen Funktionen (Zähler Y7, Bereichschalter Y10, Mischoszillator Y6, Modulationseinsatz Y8, Synchronisation SMDU-B1, 1,05-GHz-Frequenzerweiterung SMDU-B3 oder 1,05-GHz-Frequenzverdoppler SMDU-B5.

b) +15 V für die Versorgung von HF- und NF-Verstärkern, Operationsverstärkern und Diodenschaltern.

c) -15 V für die Versorgung von Operationsverstärkern und Diodenschaltern.

d) +21 V für die Versorgung des HF-Endverstärkers.

Außerdem liefert das Netzteil folgende ungeregelte Spannungen:

a) +12 V zum Schalten der HF-Relais im Überspannungsschutz SMDU-B2, in der 1,05-GHz-Frequenzerweiterung SMDU-B3 oder dem 1,05-GHz-Frequenzverdoppler SMDU-B5 sowie für die Versorgung der Anzeigelampen in der Anzeige Y74.

b) +24 V als Oberspannung für die Versorgung der HF-Verstärker in der 1,05-GHz-Frequenzerweiterung SMDU-B3 oder im 1,05-GHz-Frequenzverdoppler SMDU-B5.

c) -24 V als Oberspannung für die Versorgung des Oszillators Y1 und des FM-Verstärkers im Bereichschalter Y10 mit -18 V.

d) +65 V als Oberspannung für die Versorgung des FM-Verstärkers im Bereichschalter Y10.

Die geregelten Spannungen +5,2 V, +21 V und -15 V sind einstellbar, während die +15-V-Spannungen durch die Regler B3 und B4 fest vorgegeben sind. Die Regelschaltungen für 5,2 V und -15 V enthalten zusätzlich die Transistoren T1 bzw. T3. Damit ist der maximal entnehmbare Ausgangsstrom wesentlich höher, als ihn der entsprechende Regler B1 bzw. B5 allein liefern könnte. Der Transistor T2 sorgt für die Strombegrenzung in der 5,2-V-Regelung.

4.10 Synchronisation SMDU-B1

Hierzu Übersichtsstromlauf 249.6340 S

4.10.1 Feinverstimmung Y201

Hierzu Stromlauf 249.6610 S

Auf der Feinverstimmungsplatte befinden sich der Samplefrequenzteiler, der Programmteiler und der Feinverstimmungsoszillator mit Mischer und Frequenzdiskriminator. Der Programmteiler und der Feinverstimmungsoszillator sind stets im Betrieb, während

der Samplefrequenzteiler nur bei gedrückter Taste SYNCHRON eingeschaltet ist. Der Rasterabstand wird durch den Samplefrequenzteiler und den Programmteiler bestimmt, er ist gleich Samplefrequenz mal Teilungsverhältnis des Programmteilers.

Programmteiler

Das zu synchronisierende Eingangssignal am Anschlußpunkt 10 ist bereits vorgeteilt:

im Frequenzbereich 0,14...396 MHz um den Faktor 10,

im Frequenzbereich 392...525 MHz um den Faktor 20,

im Frequenzbereich 520...1050 MHz um den Faktor 40 (nur bei eingebauter 1,05-GHz-Frequenzerweiterung SMDU-B3 oder eingebautem 1,05-GHz-Frequenzverdoppler SMDU-B5).

Das Signal am Anschlußpunkt 10 wird mit B21 I/II im Verhältnis 4:1 heruntergeteilt. Die folgenden beiden 2:1-Teiler B22 I und B22 II sind überbrückbar. Im Frequenzbereich 392...525 MHz wird der Teiler B22 II durch Anlegen von H-Signal an ST1.5 überbrückt. Im Bereich 510...1050 MHz (nur bei eingebauter 1,05-GHz-Frequenzerweiterung SMDU-B3 oder eingebautem 1,05-GHz-Frequenzverdoppler SMDU-B5) wird der Teiler B22 I durch Anlegen von H-Signal an ST1.7 überbrückt. Die weiteren Teilungsverhältnisse werden durch die Stellungen des Schalters RASTERABST. (S202 I) folgendermaßen festgelegt:

Rasterabstand	H-Signal an	Eingeschaltete Teiler	Teilungsverhältnis	Teilungsverhältnis von B21 I/II, B22 I/II	Ges. Teil.-verh.	Samplefrequenz
12,5 kHz	ST1.4	B26 I	5	2x2x2x2 = 16	80	15,625 Hz
20 kHz	ST1.1	B25 I/II, B27 II	2x2x2	16	128	15,625 Hz
25 kHz	ST1.2	B26 I, B27 II	5x2	16	160	15,625 Hz
50 kHz	ST1.3	B26 I/II, B27 II	5x2x2	16	320	15,625 Hz
100 kHz	ST1.10	B26 I/II, B27 II	5x2x2	16	320	31,25 Hz
150 kHz	ST1.11	B26 I, B27 I, B27 II	5x3x2	16	480	31,25 Hz

Samplefrequenzteiler

Bei Synchronisation ohne Feinverstimmung wird das 10-MHz-Quarzreferenzsignal vom Anschlußpunkt 1 über B2 IV/I an den Frequenzteiler geleitet. Bei Synchronisation mit eingeschalteter Feinverstimmung wird die variable Frequenz des Verstimmungsoszillators als Referenzsignal verwendet und über B2 II/III/I an den Frequenzteiler geführt.

Der Samplefrequenzteiler besteht aus den vier 10:1-Teilern B11...B14, aus dem 16:1-Teiler B15 und aus den beiden 2:1-Teilern B16 I/II, wobei der erste Teiler B16 I durch das Gatter B17 für die Rastabstände 100 kHz und 150 kHz überbrückt werden kann. Bei

einer Eingangsfrequenz von 10 MHz ergeben sich an den Anschlußpunkten 8 und 9 folgende Samplefrequenzen:

die Rasterabstände 12,5/20/25/50 kHz ergeben eine Samplefrequenz von 15,625 Hz,

die Rasterabstände 100/150 kHz ergeben eine Samplefrequenz von 31,25 Hz.

Verstimmungsoszillator

Der Verstimmungsoszillator ist spannungsgesteuert und besteht aus dem Schwingtransistor T2, dem Resonanzkreis L2, C16...C18 und der Abstimmdiode Gl 4. Dem Oszillator folgen der Emitterfolger T3 zur Entkopplung und der Schalttransistor T4. Das in seiner Frequenz variable 10-MHz-Signal gelangt über die Gatter B2 II und B1 III zum Mischgatter B1 II. Die Referenzfrequenz aus dem 10-MHz-Quarzoszillator Y63 wird vom Anschlußpunkt 1 über B1 IV an das Mischgatter B1 II geleitet. Über den Tiefpaß C1, L1, C2 wird die Differenzfrequenz an das Schaltgatter B1 I und dann an den Vorteiler B3 I/II gegeben. Mit Hilfe der Gatter B5 I/II/IV kann der Vorteiler wahlweise eingeschaltet werden: Die Differenzfrequenz von B1 I wird

für die Frequenzbereiche 0,14...50/196...525 MHz ungeteilt über B5 I,

für den Bereich 118...198 MHz um 2:1 geteilt über B5 II

und für den Bereich 49...119 MHz um 4:1 geteilt über B5 IV

an die beiden Diskriminatoren B4 und B6 gegeben. Monoflop B4 ist ein Hilfsdiskriminator zur Fanghilfe und Monoflop B6 ist der Hauptdiskriminator. Das Ausgangssignal des Hauptdiskriminators B6 steuert einen Spannungsschalter, der aus dem Differenzverstärker B7 I bis IV und der Konstantstromquelle B7 V, T1, B8 besteht. Der Operationsverstärker B10 stabilisiert die negative Speisespannung. Der Integrator B9 wirkt als Tiefpaß und als Komparator zur Einstellung der gewünschten Oszillatorfrequenz. Die Feinverstimmspannung als Referenzspannung wird über ST1.8 an Pin 3 des Integrators B9 gelegt. Der Hilfsdiskriminator B4, der Schalttransistor T5 und der Integrator B18 dienen als Fanghilfe, wenn die Oszillatorfrequenz zu gering ist. Dann wird über die Diode Gl 3 der Oszillator in der entgegengesetzten Richtung stark verstimmt.

4.10.2 Sampler Y202

Hierzu Stromlauf 249.6656 S

Das TTL-Signal des Programmteilers in der Feinverstimmung Y201 kommt am Anschlußpunkt 1 an und wird in eine um Null symmetrische Dreieckspannung umgeformt. Der Rechteck-Dreieck-Spannungswandler besteht aus den Schaltern T1, T4, den Stromquellen T2, T3 und den Stromreglern B1, B2. Der Operationsverstärker B3 stabilisiert die negative Speisespannung; als Referenzelement dient die Diode Gl 9. Die Kombination T5, T6 stellt einen temperaturkompensierten Impedanzwandler dar.

Bei L-Signal am Eingang wird T1 durchgesteuert und über T2 wird C3 mit einem konstanten Strom geladen. Der Strom wird von B1 so geregelt, daß die positive Spitzenspannung am Meßpunkt MP1 konstant ist, unabhängig von der Periodendauer des TTL-Eingangssignals. H-Signal am Eingang sperrt T1 und T4 wird leitend. Nun wird C3 über T3 entladen und anschließend in negativer Richtung geladen. Durch die Stromregelung mit B2 wird eine konstante negative Spitzenspannung erreicht.

Die Dreieckspannung wird durch C9 galvanisch getrennt und gelangt über den Impedanzwandler T7 zum ersten Abtasttransistor T9. Mit dem Widerstand R30 kann eine Offsetspannung für das Samplesystem eingestellt werden. Während der Öffnungszeit von T9 ist das Signal an C11 (meßbar am MP2 hinter dem Impedanzwandler T10) gleich der Dreieckspannung an T6. Sperrt T9, dann speichert C11 den Momentanwert der Spannung im Umschaltzeitpunkt. Gleichzeitig öffnet T11 und C12 übernimmt die Spannung an C11. Diese Spannung wird über den Impedanzwandler T12 und den Anschlußpunkt 4 zum Diodenfilter Y203 weitergeleitet. Wenn die Dreieckspannung in Phase mit der Abtastspannung ist, entsteht eine konstante Spannung am MP2 und am Anschlußpunkt 4. Sind die Signale nicht phasengleich, ändert sich die Spannung laufend.

4.10.3 Diodenfilter Y203

Hierzu Stromlauf 249.6691 S

Das Diodenfilter besteht aus dem Tiefpaß C1, C2, dem Impedanzwandler T1 und dem Verstärker B1. Um eine konstante Schleifenverstärkung zu erzielen, wird die Verstärkung von B1 beim Umschalten des Rasterabstandes verändert. Die Nachstimmspannung am Anschlußpunkt 2 gelangt über ST203.9 und ST114.12 zum FM-Verstärker im Bereichschalter Y10 (hierzu Abschnitt 4.6.2).

4.10.4 Regelteil Y204

Hierzu Stromlauf 249.6691 S

Die Versorgungsspannung des Feinverstimmungsoszillators Y201 erfordert eine zusätzliche Regelung auf ±13,5 V. Die Spannung wird aus den geregelten ±15 V gewonnen. Da die zwei Regler gleich aufgebaut sind, wird nur der positive beschrieben.

Die Oberspannung ist am Punkt 1 angelegt. Über R1 und R2 wird T1 geöffnet. Die geteilte Ausgangsspannung wird durch den Regelverstärker B1 mit dem Referenzpegel von Gl 1 verglichen. Das Regelsignal an B1/6 steuert dann die Basis des Transistors T1 an. Die Transistoren T1 und T2 sind auf Steckfassungen montiert und dienen zusätzlich als Kurzschlußsicherung.

4.11 Überspannungsschutz Y5 (SMDU-B2)

Hierzu Stromlauf 249.7346 S

Der Überspannungsschutz schützt die Endstufe Y30, den Regelverstärker Y38 und den HF-Teiler Y4 gegen versehentlich an den HF-Ausgang an der Frontplatte angelegte HF- und Gleichspannungen. Er unterbricht mit Hilfe des Relaiskontaktes rs1 die Verbindung zwischen dem HF-Teiler und dem HF-Ausgang. Die Spannung wird nach dem kapazitiven Spannungsteiler C51, C52 mit der Diode Gl 51 gleichgerichtet und dem Operationsverstärker B1 zugeführt. Eine an HF-Ausgang anliegende Gleichspannung gelangt über Gl 1 oder Gl 2 an den Operationsverstärker, dessen Ausgangssignal über Gatter und über T1 und T2 das Reedrelais RS1 ansteuert. Beim Ansprechen der Schaltung wird über B3 III die Leuchtdiode an der Frontplatte zum Leuchten gebracht. Das Monoflop B2 bewirkt eine verzögerte Rückstellung der Schaltung.

4.12 1,05-GHz-Frequenzerweiterung SMDU-B3

Hierzu Stromlauf 249.9484 S und 249.9549 S

Die 1,05-GHz-Frequenzerweiterung besteht aus den vier Hauptgruppen

Verdoppler	Y301
Bandpässe	Y302
Endstufe	Y303
Filteransteuerung	

Im Frequenzbereich 0,14...525 MHz wird das HF-Signal vom Verstärker Y2 über rs2 und rs3 direkt an den HF-Teiler Y4 geleitet.

Im Frequenzbereich 510...1050 MHz wird das HF-Signal (205...525 MHz) über rs2 zum Verdoppler Y301 geleitet. Hier wird das Signal gefiltert, verdoppelt und dann verstärkt (Abschnitt 4.12.1).

Vom Verdoppler gelangt das HF-Signal zu vier umschaltbaren Bandpässen Y302 (Datenblatt 911.2508 K im Anhang), die die Subharmonischen 0,5 f und 1,5 f abschwächen. Die Bandpässe werden mit einer von der Bereichumschaltung Y10 und vom Mikroschalter am Oszillator Y1 gesteuerten Schaltlogik umgeschaltet (Abschnitt 4.12.2).

Das HF-Signal wird weiter in der Endstufe Y303 (Datenblatt 912.4604 K), einem in Dünnschichtbauweise ausgeführten Leistungsverstärker, verstärkt und über rs3 weiter an den HF-Teiler Y4 geleitet.

4.12.1 Verdoppler

Hierzu Stromlauf 249.9549 S

Das zu verdoppelnde HF-Signal wird in einem Tiefpaß mit der Grenzfrequenz 550 MHz gesiebt (249.9619) und mit dem Dämpfungsglied R8, R9, R10 auf den richtigen Pegel gebracht.

Der Symmetrietransformator TR11 leitet das HF-Signal an die Verdopplerdioden Gl 11 I, Gl 12 I und Gl 12 II. Diese Dioden sind als Zweiweggleichrichter geschaltet, so daß die Grundwelle und die dritte Harmonische stark unterdrückt werden. Das verdoppelte HF-Signal wird in den zwei Transistorstufen T11 und T12 verstärkt. Die Dioden werden von einem Vorstrom (Gleichstrom) durchflossen, dessen Verteilung auf die beiden Diodenzweige mit R13 verändert werden kann; dadurch läßt sich das HF-Signal symmetrieren.

4.12.2 Verdopplersteuerung

Hierzu Stromlauf 249.9484 S

Die vier Bandpässe Y302 werden durch Diodenschalter geschaltet. Zum Einschalten der Filter werden -15 V und zum Sperren +15 V benötigt. Die Steuerung der Diodenschalter geschieht mit den Bereichtasten über ST303 Kontakt 12, 13 und 14 und durch einen Mikroschalter am Oszillator über ST303 Kontakt 8, 9, 10 und 11. Die Logik der Steuerung ist aus der Tabelle 4-1 ersichtlich.

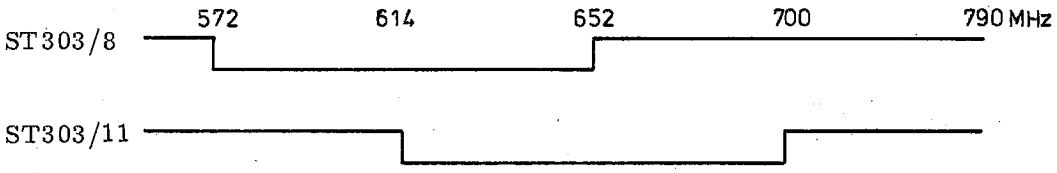
Außer der Schalterlogik befindet sich die Spannungsregelung B4 für die Endstufe Y303 und die Ansteuerung des Relais auf dieser Platine. Bei +5 V von der Verdopplertaste an ST303/2 werden die Transistoren T1, T2 und T3 leitend. Dadurch werden die Koaxialschalter RS2 und RS3 auf Verdoppeln umgeschaltet. Gleichzeitig werden durch RS1 die Versorgungsspannungen für die Bandpässe eingeschaltet.

Tabelle 4-1

Stecker ST303	Bandpaß I	Bandpaß II	Bandpaß III		Bandpaß IV	
Kontakt	480-580 MHz	572-701 MHz	694-858 MHz		851-1050 MHz	
8	X	0 V/5 V*	5 V*	0 V*	X	Mikroschalter (Oszillator)
9	0 V	0 V	0 V		0 V	
10	X	X	X	X	0 V	
11	X	5 V/0 V	5 V*	0 V*	X	
12	0 V	0 V	0 V	5 V	+5 V	Tasten
13	0 V	5 V	5 V	0 V	0 V	
14	+5 V	0 V	0 V	0 V	0 V	
		572-790 MHz		784-1050 MHz		

X Spannung beliebig

* Impulsdiagramm für Kontakt 8 und 11



4.13 1,05-GHz-Frequenzverdoppler SMDU-B5

Hierzu Stromlauf 249.9549 S

Der 1,05-GHz-Frequenzverdoppler besteht aus den Baugruppen

Verdoppler Y301

Endstufe Y303

Im Frequenzbereich 0,14...525 MHz wird das HF-Signal vom Verstärker Y2 über rs2 und rs3 direkt an den HF-Teiler Y4 geleitet.

Im Frequenzbereich 510...1050 MHz wird das HF-Signal (205...525 MHz) über rs2 zum Verdoppler Y301 geleitet. Hier wird das Signal gefiltert, verdoppelt und die verdoppelte Frequenz verstärkt. Der Verdoppler funktioniert in der gleichen Weise wie bei SMDU-B3 (Abschnitt 4.12.1). Die Spannungsregelung B4 für die Endstufe Y303 und die Ansteuerung des Relais befinden sich auf der Platine 275.1335. Bei +5 V von der Verdopplertaste an ST303/2 werden die Transistoren T2 und T3 leitend. Dadurch schalten die Koaxialschalter RS2 und RS3 auf Verdoppeln um.

4.14 1-GHz-Frequenzmesser SMDU-B4

Hierzu Stromlauf 250.0012 S

Der 1-GHz-Frequenzmesser besteht aus den drei Platinen

Stellglied	250.0164
Verstärker	250.0212
Zähler	250.0270

4.14.1 Stellglied

Das zu zählende HF-Signal kommt am Stecker ST401 an und wird dem PIN-Dioden-Stellglied abgeschwächt.

Wenn die Regelspannung am Punkt 3 etwa 7 V beträgt, sind die Dioden Gl 1, Gl 3 und Gl 5 leitend und die Dioden Gl 2 und Gl 4 gesperrt. Der Regler hat die maximale Sperrdämpfung. Erhöht sich die Spannung am Punkt 3, so werden die Dioden Gl 1 und Gl 4 zunehmend leitend. Dadurch steigt der Strom durch R1 und R2 an, die Spannung wird höher und Gl 1, Gl 3 und Gl 5 beginnen zu sperren. Bei etwa 11 V am Punkt 3 ist die geringste Durchlaßdämpfung erreicht.

4.14.2 Verstärker

Das HF-Signal wird hier zunächst mit dem Dünnfilmverstärker B11 (Datenblatt 910.4620 K) um etwa 20 dB verstärkt und an den Dünnfilm-Trennverstärker B12 (Datenblatt 912.1305 K) geleitet. Hierwird das Signal weiter verstärkt und über den Ausgang A2, Punkt 6 zum Zähler geführt. Am Ausgang A2 wird der Pegel des Signals gemessen und im Komparator B10I mit einem Referenzsignal verglichen, das mit R14 eingestellt werden kann. Das Ausgangssignal (A2) des Komparators B10I steuert das Stellglied an. Dadurch erhält man ein konstantes Ausgangssignal am Punkt 6.

Übersteigt das Regelsignal am Ausgang des Komparators B10I die mit R15 und R16 eingestellte Spannung (Eingangsspannung zu klein), so schaltet der zweite Komparator B10II auf positive Spannung am Ausgang. Das Signal wird zum Zähler geleitet.

Das HF-Signal wird aus dem Ausgang A1 des Trennverstärkers über den Stecker ST403 und das Kabel K403 zum Hubmesser geführt. Der Ausgangspegel beträgt etwa 50 mV.

4.14.3 Zähler

Die Frequenz des Eingangssignals wird zunächst mit B20 durch 4 geteilt. Dieser ECL-1-GHz-Frequenzteiler benötigt eine Betriebsspannung von 7,4 V. Diese Spannung wird mit B22 geregelt und kann mit R22 eingestellt werden.

Mit dem zweiten ECL-Teiler B2 I wird die Frequenz um den Faktor 5 geteilt, so daß am Eingang von B2 I eine insgesamt um 20 geteilte Frequenz vorhanden ist. Der ECL-Pegel wird durch T20 und T21 in einen TTL-Pegel umgewandelt. T22 dient als Leistungstreiber für das 50-MHz-Signal, das über den Stecker ST402 und das Kabel K402 zum Zähler geleitet wird.

Wenn das Schaltsignal am Punkt 7 der Verstärkerplatine 250.0212 auf positive Spannung umschaltet, wird Gl 21 leitend und T20 schaltet durch. Dadurch kann kein Signal von B21 zum Ausgang (Punkt 3) gelangen. Der Zähler zeigt „0" an.

5. Instandsetzung

In diesem Abschnitt vorkommende Werte sind nicht garantiert; verbindlich sind nur die Technischen Daten im Datenblatt.

5.1 Erforderliche Meßgeräte

Pos.	○ Geräteart, erforderl. Daten ● Empfohlenes R&S-Gerät	Typ	Bestell-Nr.	Anwendung Abschnitt
1	○ HF-Millivoltmeter ● HF-DC-Millivoltmeter mit 50-Ω-Durchgangskopf 50 µV...1050 V (DC) 0,5 mV...10,5 V (HF)	URV -	216.3612.02 243.9418.54	5.3.5 5.3.7
2	○ Leistungsmesser, 50 Ω ● Thermischer Leistungsmesser mit 50-Ω-Meßkopf 0,1...330 mW, 0...15 GHz	NRS -	100.2433.92 100.2440.50	5.3.6.1
3	○ NF-Millivoltmeter 10 Hz...500 kHz, Bereich 100 µV ● NF-Millivoltmeter 10 Hz...1 MHz 0,1 mV...300 V	UVN	100.0160.02	5.3.2 5.3.6.12 5.4 5.3.7
4	○ Digitalvoltmeter Auflösung 0,1 mV			5.3.1 5.3.2 5.3.3
5	○ Gleichspannungsvoltmeter hochohmig ● Vielfachmeßgerät VOLTAN 10 MΩ‖30 pF	UVV	110.4716.02	5.3.3 5.3.4 5.3.6 5.3.7
6	○ Frequenzzähler für 10 MHz und 240 MHz Auflösung 0,1 Hz			5.3.3 5.3.7
7	○ NF/HF-Generator 15 Hz...50 MHz ● Dekadischer HF-Meßsender 0,01...500 MHz	SMDW	103.9968...	5.3.4 5.3.7
8	○ Oszilloskop 10 µV/cm ● Oszilloskop Tektronix mit Einschub	7000 7A7		5.3.2

Pos.	○ Geräteart, erforderl. Daten ● Empfohlenes R&S-Gerät	Typ	Bestell-Nr.	Anwendung Abschnitt
9	○ Modulationsmesser z.B. AMF 2 der Fa. Radiometer			5.3.5 5.4
10	○ Klirrfaktormesser			5.3.5
	● Direktzeigender Klirrfaktor-messer 0,2...30 % bei 40 Hz/1/5/15 kHz	FTZ	100.6100.02	
	● Frequenzanalysator 5 Hz...60 kHz	FAT 1	100.8683...	
11	○ Geräuschspannungsmesser mit CCITT- oder CCIR-Bewertung			5.3.5
	● NF-Geräuschspannungs-messer mit CCITT-Be-wertung	UPGS	248.0019.02	
	● NF-Geräuschspannungs-messer mit CCIR-Be-wertung	UPGR		
12	○ Feldstärkemesser 0,14...50/350...500 MHz			5.3.6
	● Feldstärkemeßgerät 0,1...30 MHz	HFH	100.1014.02	
	● VHF-UHF-Meßempfänger mit den Einschüben	ESU	100.1143.02	
	160...470 MHz	-	100.1195.02	
	460...900 MHz	-	100.1208.02	
13	○ Frequenzanalysator 0,14...1000 MHz			5.3.2 5.3.5 5.3.6 5.3.7
	● Analyskop	EZF	100.8831.52	
	und UHF-Tuner 6 kHz...1400 MHz	EZFU	210.0011.03	
14	○ Wobbelmeßplatz 0,1...525 MHz			5.3.4 5.3.6.7
	● Polyskop III	SWOB		
	Sichtgerät		104.5050.92	
	Breitbandsendeteil, 50 Ω 1...300 MHz und 460...860 MHz		215.0010.51	
	Wobbeloszillator 290...470 MHz		200.7713.02	

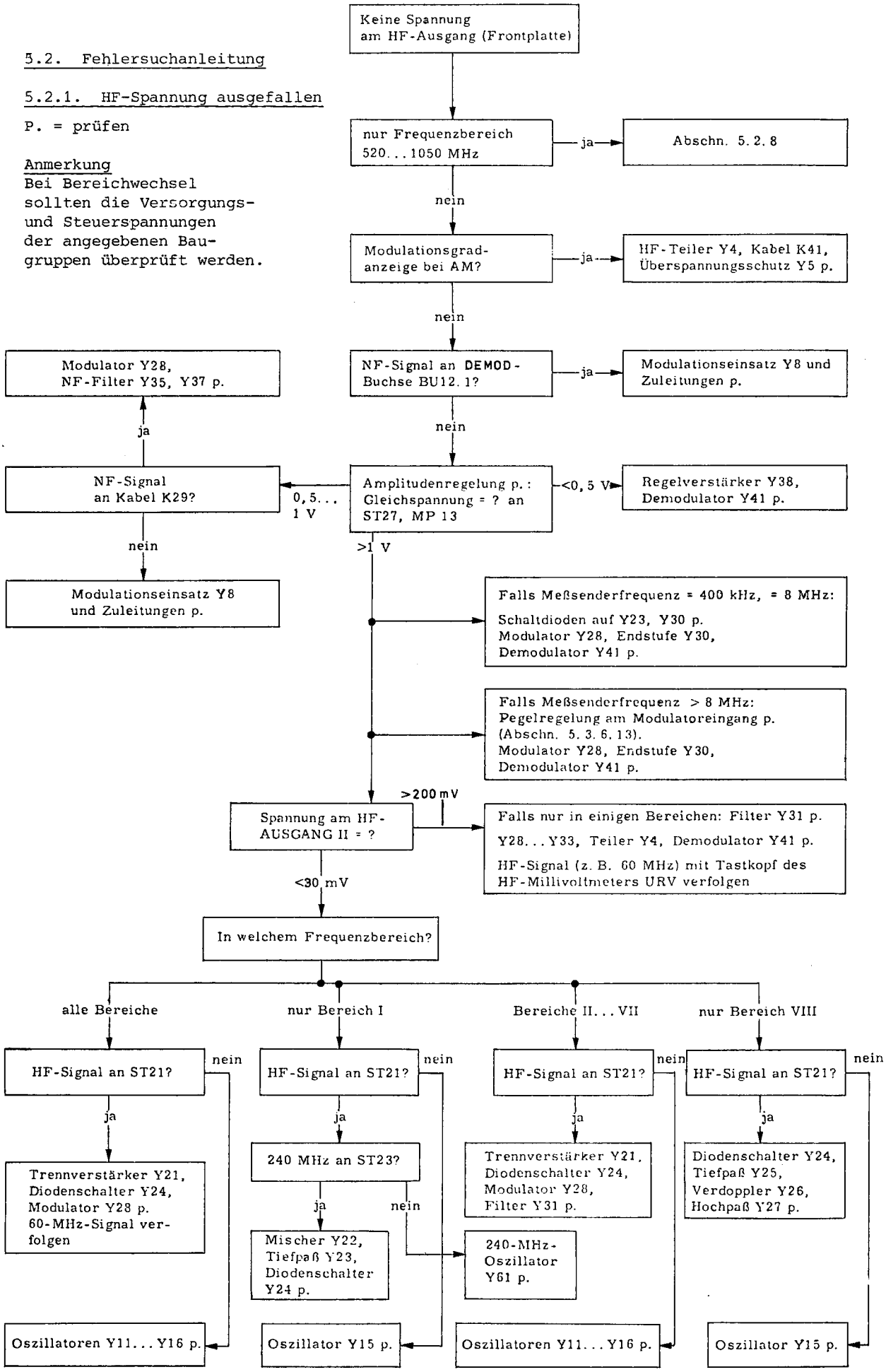
Pos.	○ Geräteart, erforderl. Daten ● Empfohlenes R&S-Gerät	Typ	Bestell-Nr.	Anwendung Abschnitt
15	○ Impedanzwobbler für den HF-Frequenzbereich des SMDU ● Impedanzwobbler 10...1000 MHz	ZWD	202.2083.50	5.3.6.8
16	○ HF-Leistungsmeßsender ● Leistungsmeßsender 25...1000 MHz, 2 W an 50 Ω	SMLU	200.1009...	5.3.6.11
17	○ Tiefpaß für den HF-Frequenzbereich des SMDU			5.3.6.12

5.2. Fehlersuchanleitung

5.2.1. HF-Spannung ausgefallen

P. = prüfen

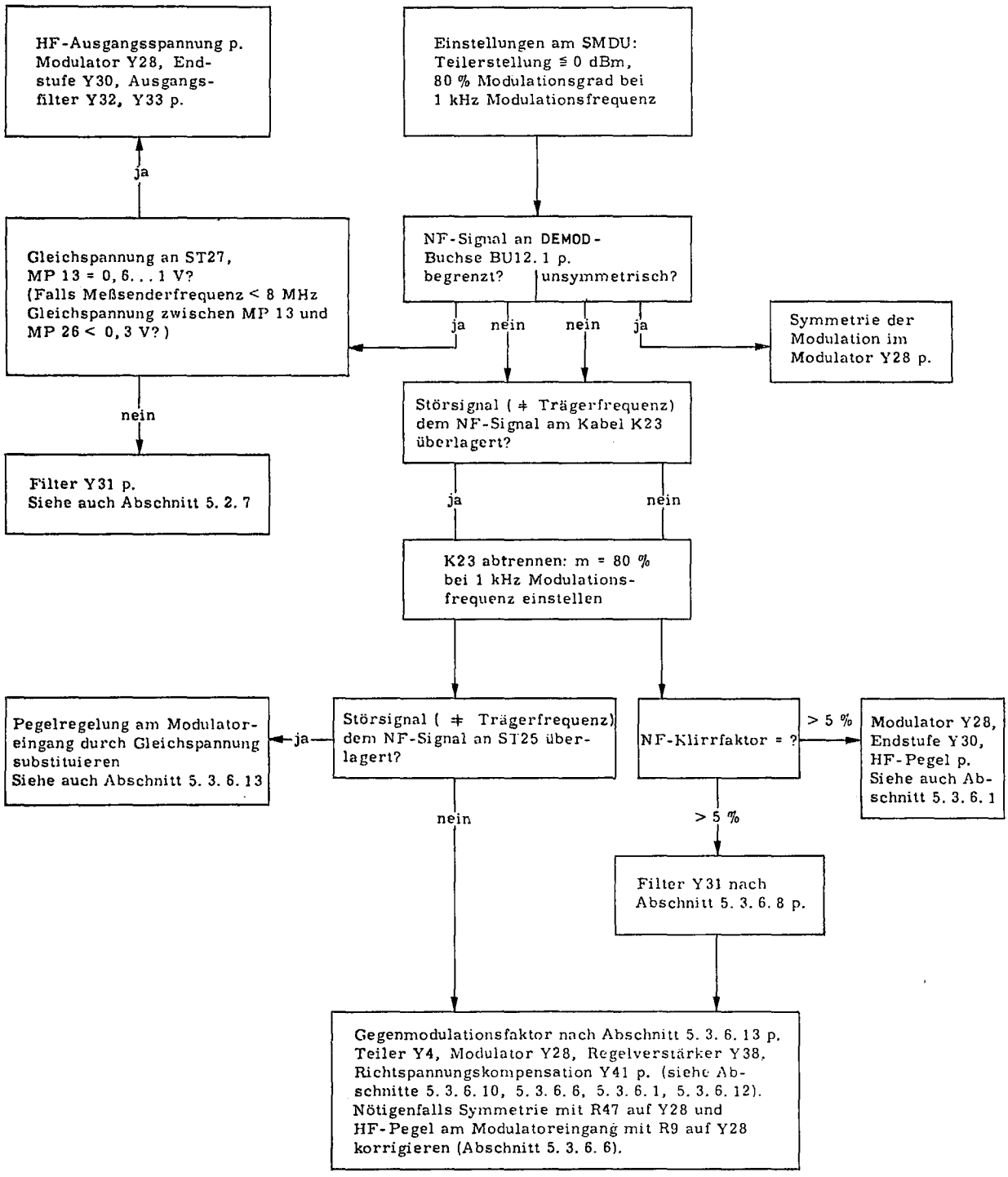
Anmerkung
Bei Bereichwechsel sollten die Versorgungs- und Steuerspannungen der angegebenen Baugruppen überprüft werden.



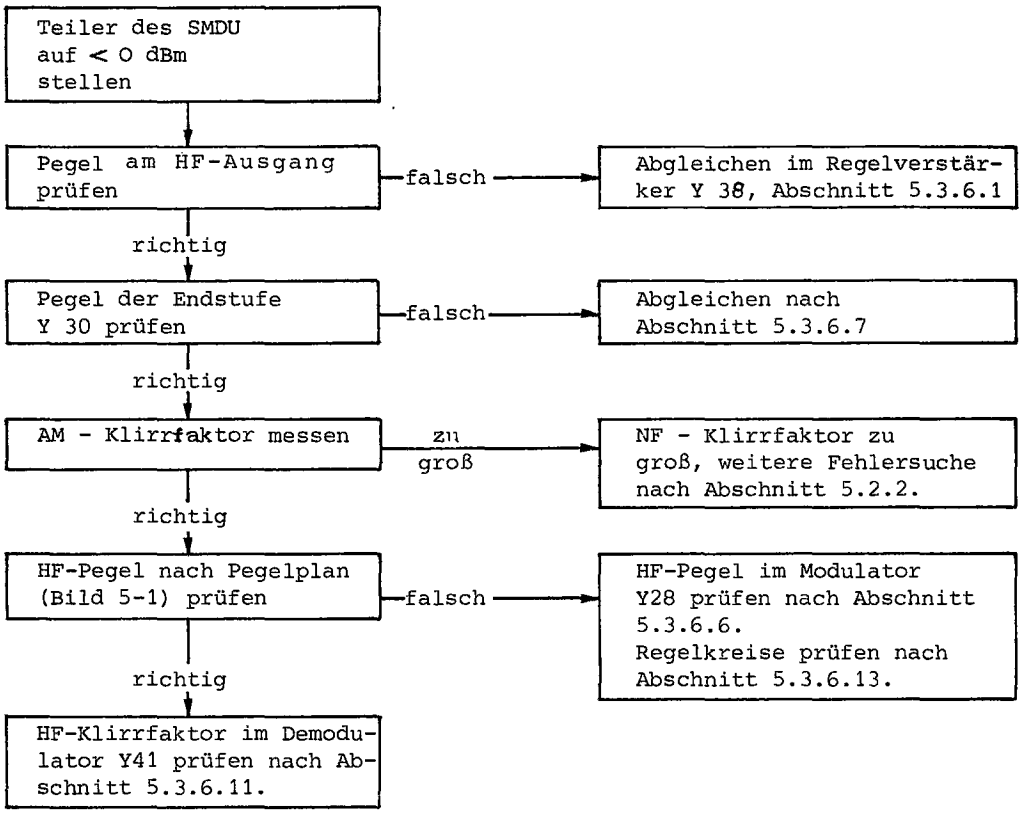
5.2.2 AM-Klirrfaktor zu hoch

Tritt ein Fehler nur in einzelnen Frequenzbereichen oder bei den Umschaltpunkten 400 kHz oder 8 MHz auf, sind besonders die Schaltfunktionen zu überprüfen. Siehe hierzu auch die Fehlersuchtabelle im Abschnitt 5.2.1.

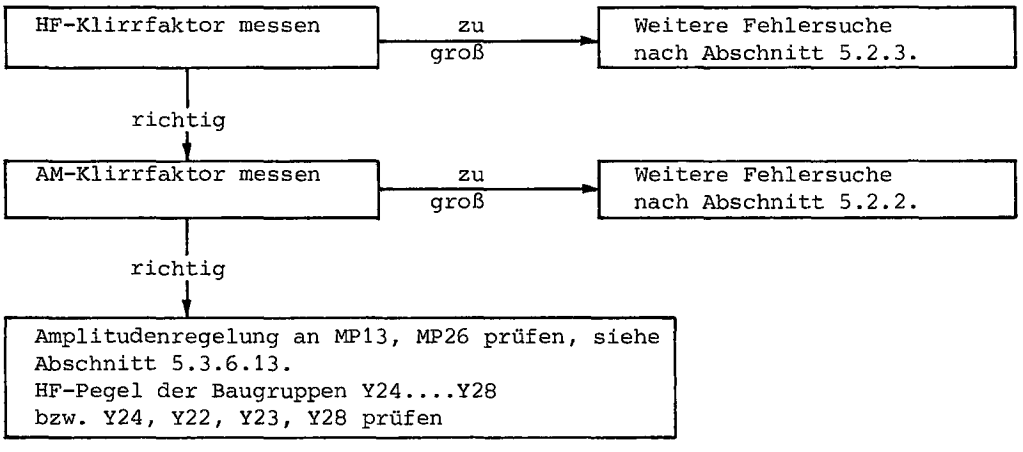
p. = prüfen



5.2.3. Oberwellenabstand zu gering



5.2.4. Nebenwellenabstand zu gering



5.2.5 Fehler der Zeitbasis

Fehlererscheinung	Fehler	Fehlerursache
Keine Ausgangsspannung an der Buchse BU61	T3 oder T4 im 240-MHz-Teiler und Mischer Y62 defekt oder Fehler im 10-MHz-Quarzoszillator Y63	Fremdspannung an BU61
Frequenzfehler an BU61 (Sollwert: 10,000 MHz)	Quarzoszillator verstimmt oder Fehler in der Thermostatenregelung oder Quarz defekt	
Keine Ausgangsspannung an ST61	+15 V an der Durchführung D61 des 240-MHz-Oszillators Y61 fehlen	Fehler im Bereichschalter Y10 oder im Verbindungskabel
	Oszillator (T1) oder Verstärker (T2 und T3) des 240-MHz-Oszillators defekt	
Frequenzfehler an ST61 (Sollwert: 240,0000 MHz)	Fehlabgleich (L1, C1) im 240-MHz-Oszillator Y61	
	Fehler in der Synchronisationsschleife	Fehler im 240-MHz-Teiler und Mischer Y62
Ausgangsspannung an ST61 zu klein	Verstärker (T2, T3) des 240-MHz-Oszillators defekt	Fremdspannung an ST61
Störhub an ST61 zu groß	Fehler in der Synchronisationsschleife	Fehler im 240-MHz-Teiler und Mischer Y62

5.2.6 Fehler im Modulationseinsatz

5.2.6.1 Fehler der Modulation

Hierzu Stromlauf 250.2015 S

Keine Frequenzmodulation einstellbar

Mögliche Ursache: Modulationsgenerator schwingt nicht. (Achtung: Modulationsgenerator ist nur eingeschaltet, wenn die Taste MOD. 12 oder 14 (Bild 2-1) gedrückt ist.)

Tasten MOD. und FM INT. 14 drücken und Knopf 17 an den rechten Anschlag drehen. Anzeigetaste FM 23 drücken und 22 auf AUTO stellen. Nun sollte am Anschlußpunkt ST83.9 des Modulationseinsatzes eine Wechselspannung > 4,25 V anliegen (hierzu Stromlauf 250.2015 S).

Weicht die Spannung wesentlich ab oder ist sie überhaupt nicht vorhanden, so kann die Fehlersuche auf den Modulationsgenerator (hierzu 250.2696 S) und die AM/FM-Umschaltung (hierzu 250.2744 S) beschränkt werden. Bei vorhandener Spannung am ST83.9 ist die Fehlerursache im Anzeigeteil (hierzu 250.2644 S und 250.2296 S) zu suchen; hierzu Abschnitt 5.2.6.2.

Keine Amplitudenmodulation einstellbar

Tasten MOD. und AM INT. 12 drücken und Knopf 35 an den rechten Anschlag drehen. Taste AM 23 drücken und mit Schalter 22 einen Anzeigebereich von 100 % einstellen. Am ST83.12 muß eine Spannung $U_{eff} > 0,6$ V anliegen und am ST83.28 muß eine Spannung $U_{eff} \approx 0,5$ V anliegen.

Fehlt die Spannung am ST83.12, so ist die Fehlerursache im Modulationsgenerator (hierzu 250.2696 S) oder in der AM/FM-Umschaltung (hierzu 250.2744 S) zu suchen. Fehlt nur die Spannung am ST83.28, dann liefert der AM-Modulator im Verstärker Y2 keine NF-Spannung (hierzu Übersichtsstromlauf 249.7846 S). Bei vorhandener Spannung am ST83.28 und fehlender Modulationsanzeige ist die Fehlerursache im Anzeigeteil (hierzu 250.2644 S und 250.2296 S) zu suchen; hierzu Abschnitt 5.2.6.2.

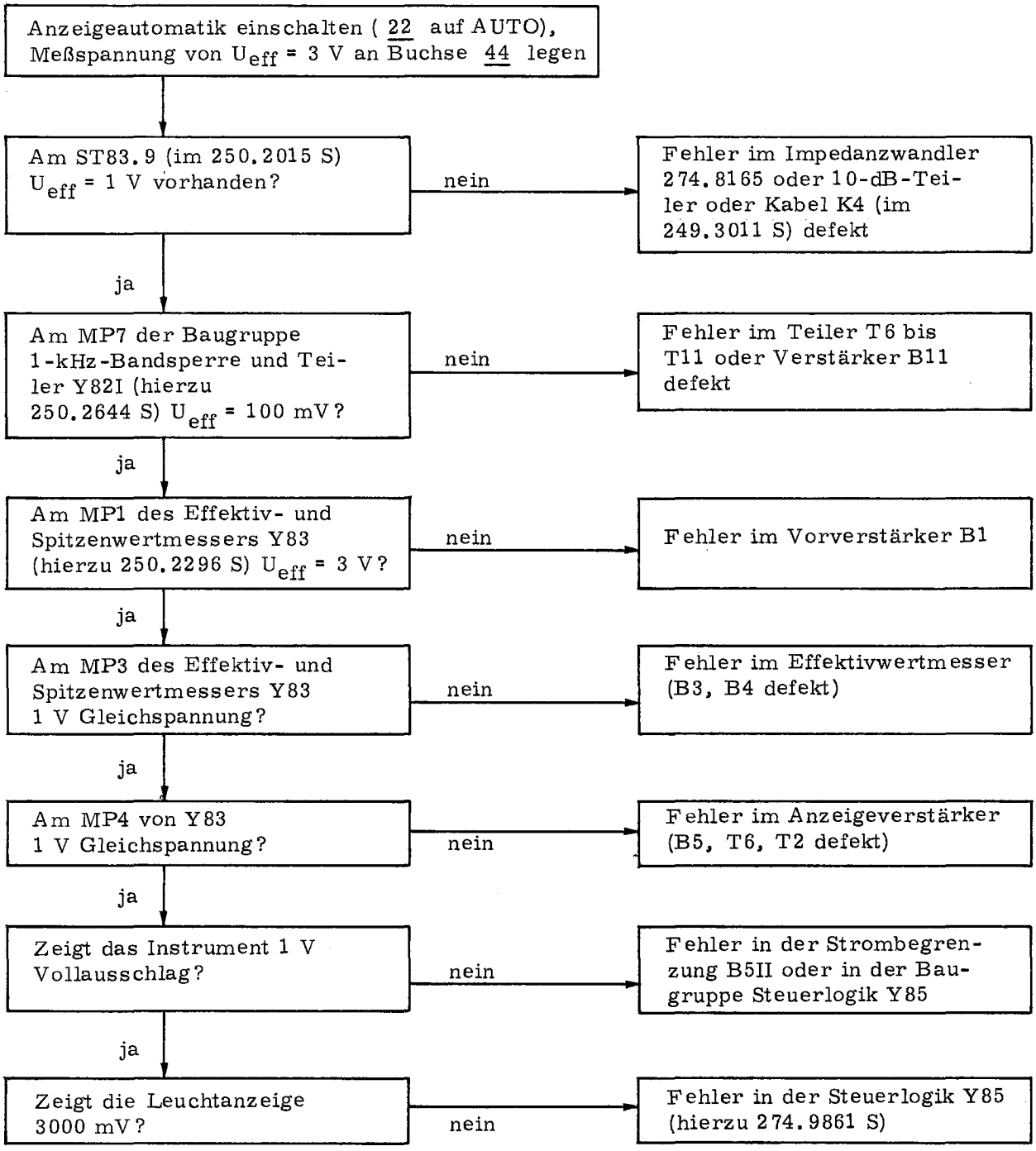
Frequenzanzeige NF INT. fehlt, Modulation vorhanden

Wenn am ST83.22 $U_{eff} \approx 0,5$ V anliegen, dann ist entweder das Kabel K171 zwischen ST83.32 und Zähler Y7 oder der Zähler defekt (hierzu Übersichtsstromlauf 249.5672 S).

5.2.6.2 Fehler der Anzeige

Hierzu Stromlauf 250.2015 S

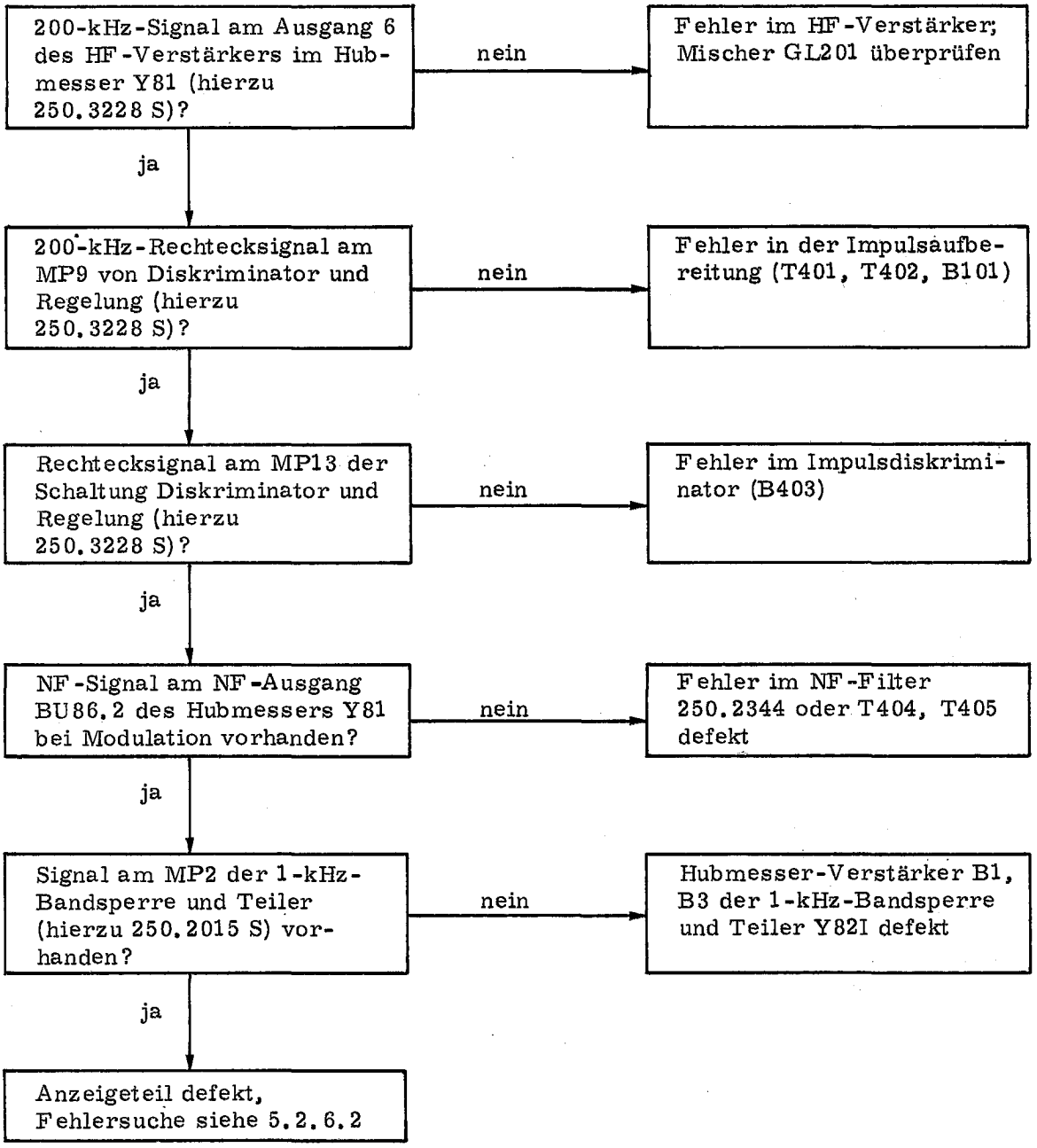
Keine Messung mit NF-Voltmeter möglich.



5.2.6.3 Fehler im Hubmesser

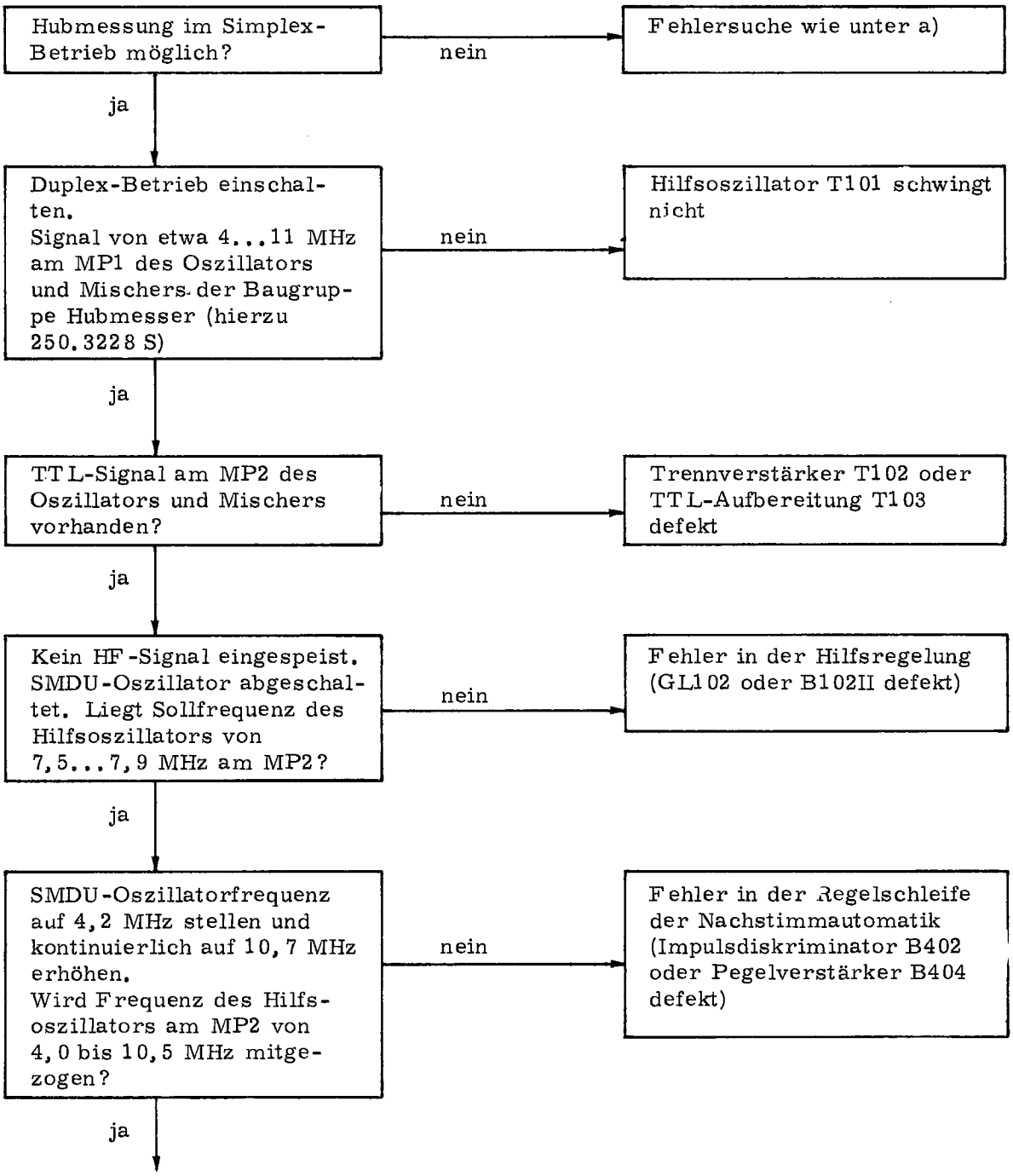
a) Hubmessung im Simplex-Betrieb

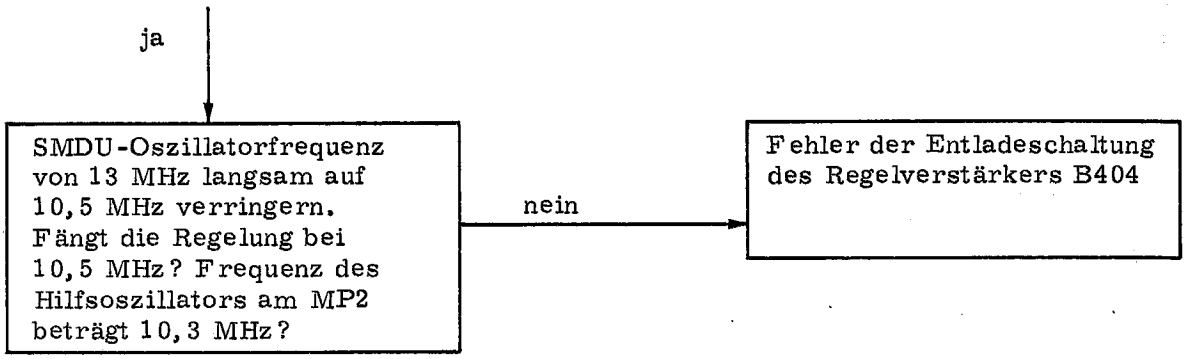
An Buchse EXT. FREQ. + HUBMETER Meßsender anschließen (f = 100 MHz) und Betriebsart Simplex nach 2.3.6.1 einstellen.



b) Hubmessung im Duplex-Betrieb

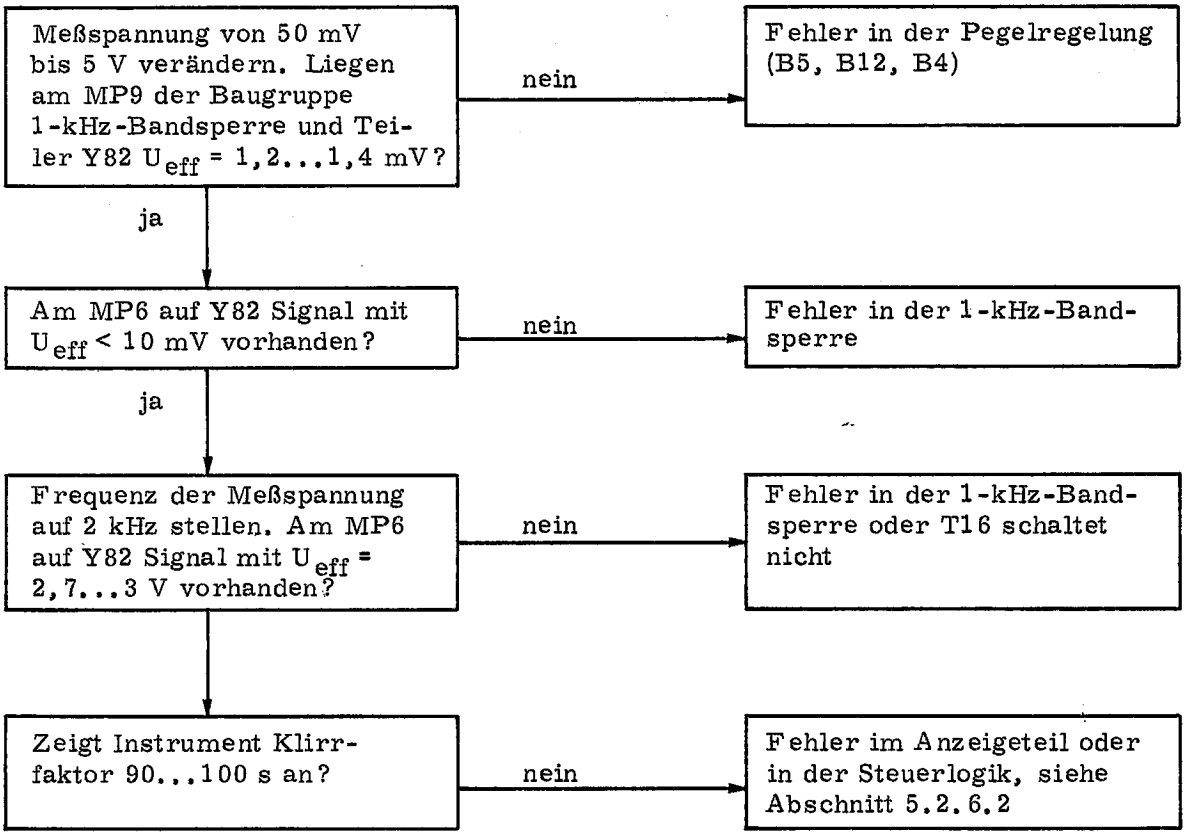
Vor der Fehlersuche im Duplex-Betrieb ist zu prüfen, ob der Hubmesser im Simplex-Betrieb arbeitet.





5.2.6.4 Fehler bei der Klirrfaktormessung

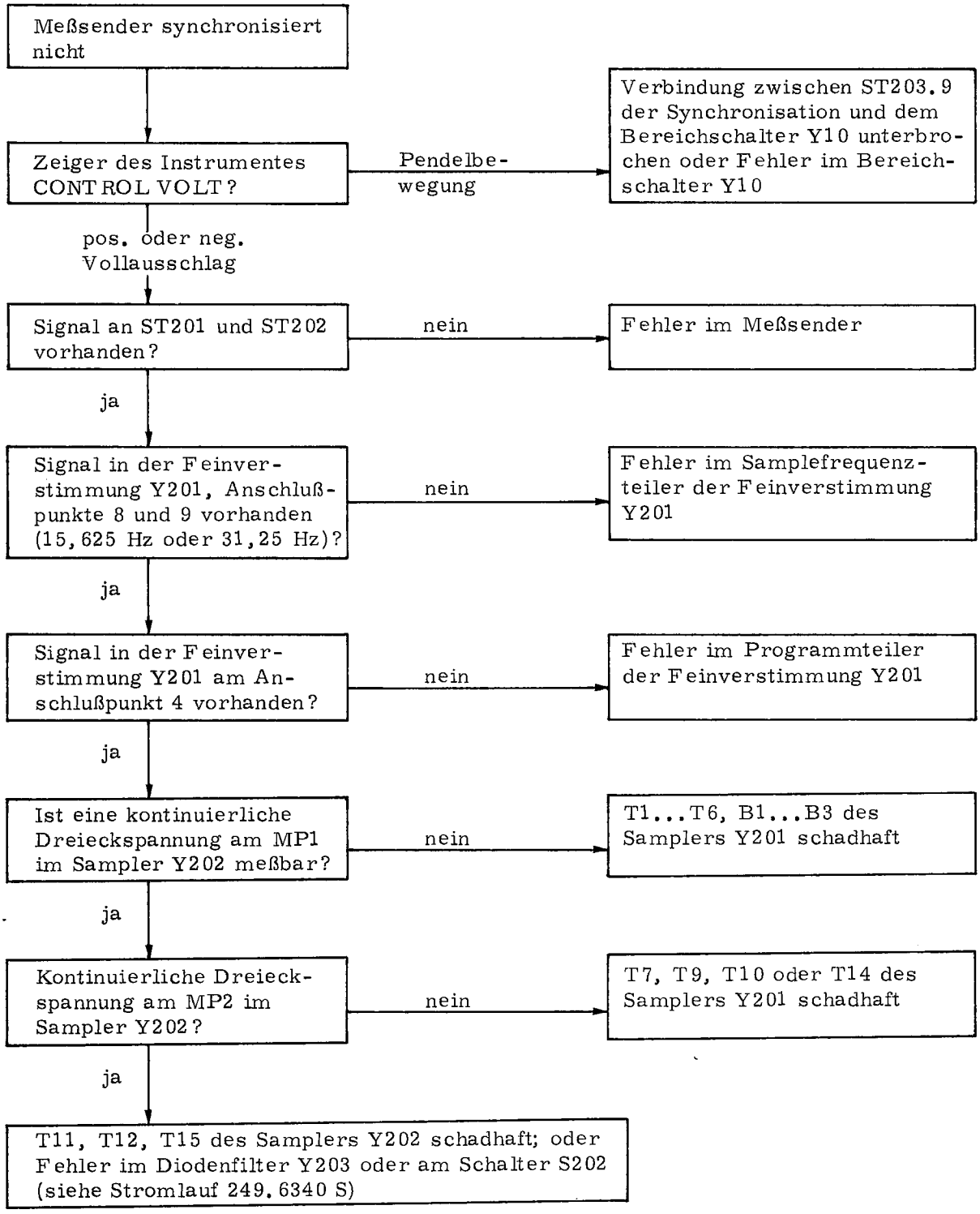
1-kHz-Meßspannung mit U_{eff} = 0,5 V an die Buchse BU11.a7 NF-Voltmeter legen.



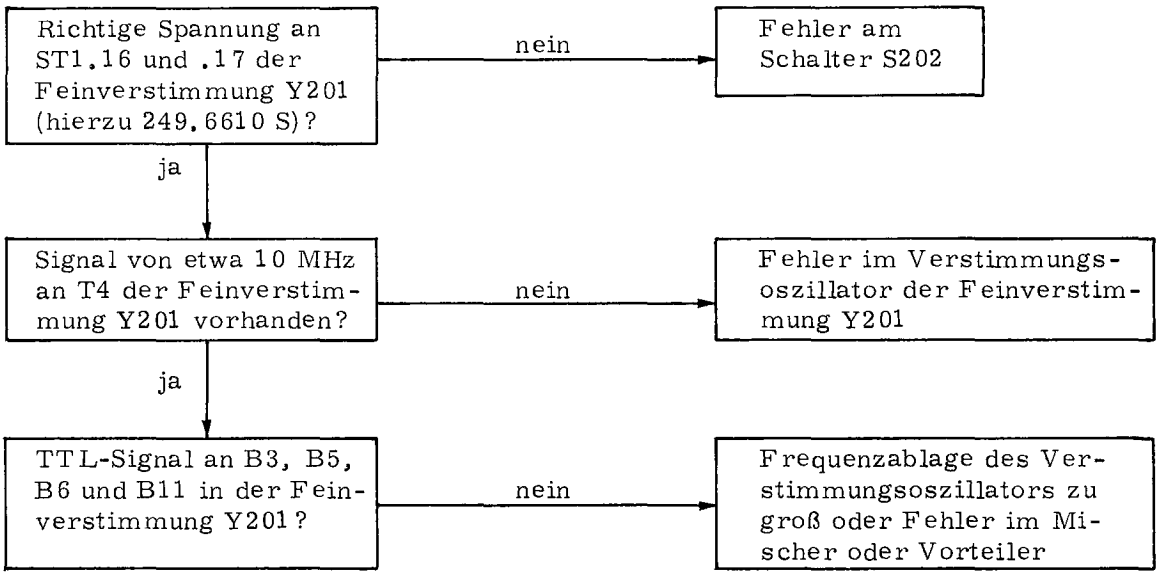
5.2.7 Fehler in der Synchronisation

(nur bei eingebauter Synchronisation 249.6840)

a) Synchronisation ohne Feinverstimmung (Taste FEINVERST. gelöst)

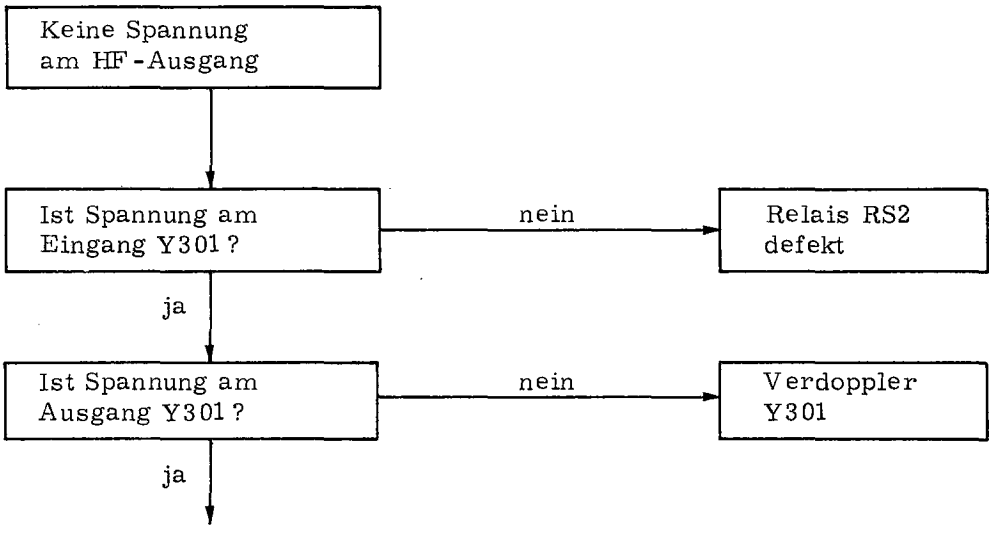


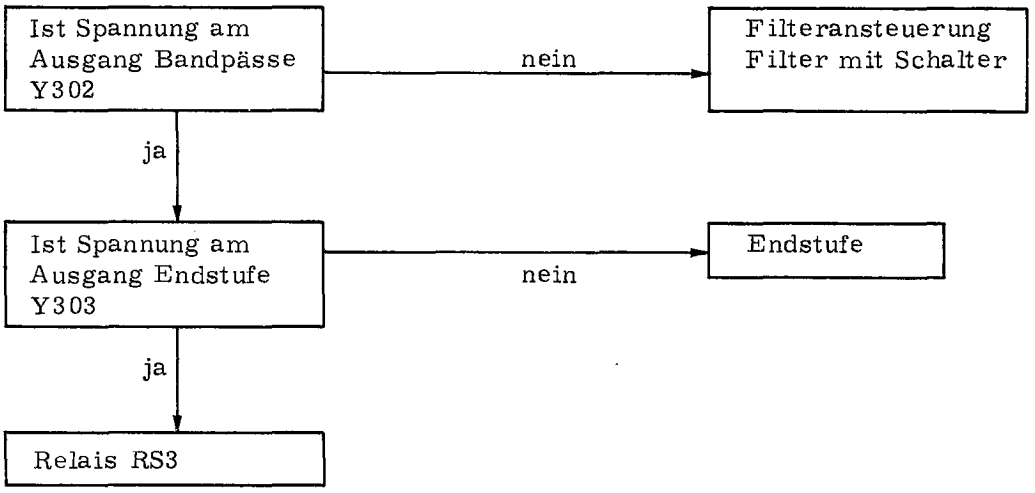
b) Synchronisation ohne Feinverstimmung ordnungsgemäß; keine Synchronisation oder großer Störhub beim Einschalten der Feinverstimmung (Taste FEINVERST. gedrückt)



5.2.8 Fehler in der 1,05-GHz-Frequenzerweiterung SMDU-B3

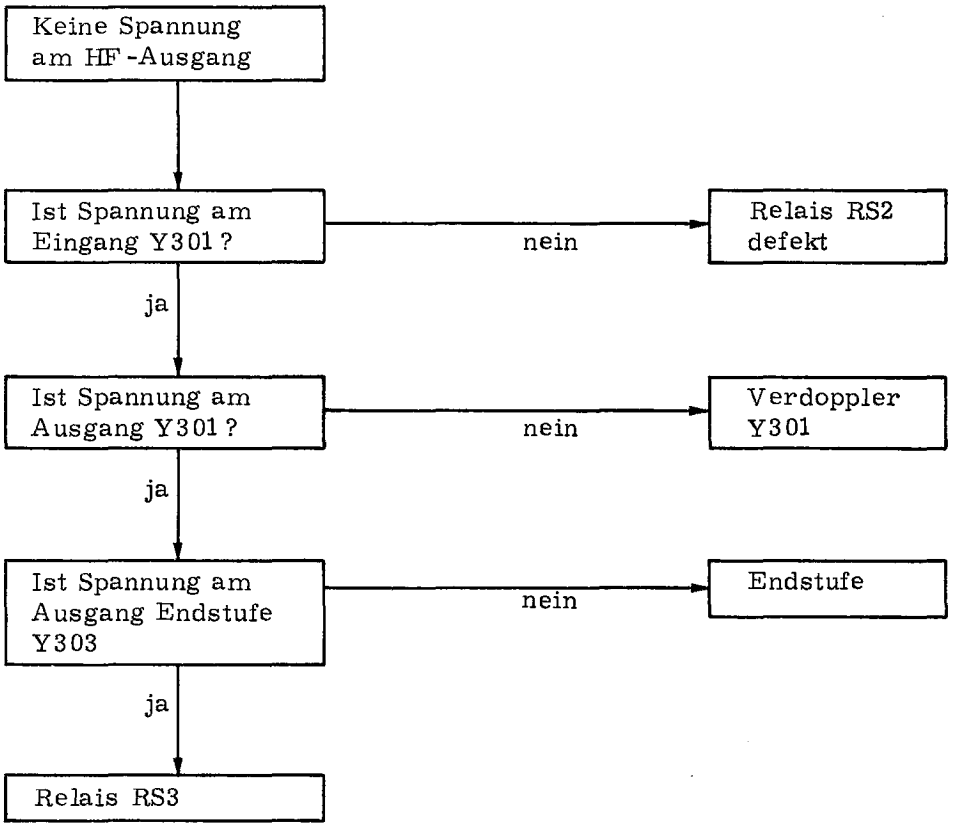
(nur bei eingebauter 1,05-GHh-Frequenzerweiterung 249.9484 ...)





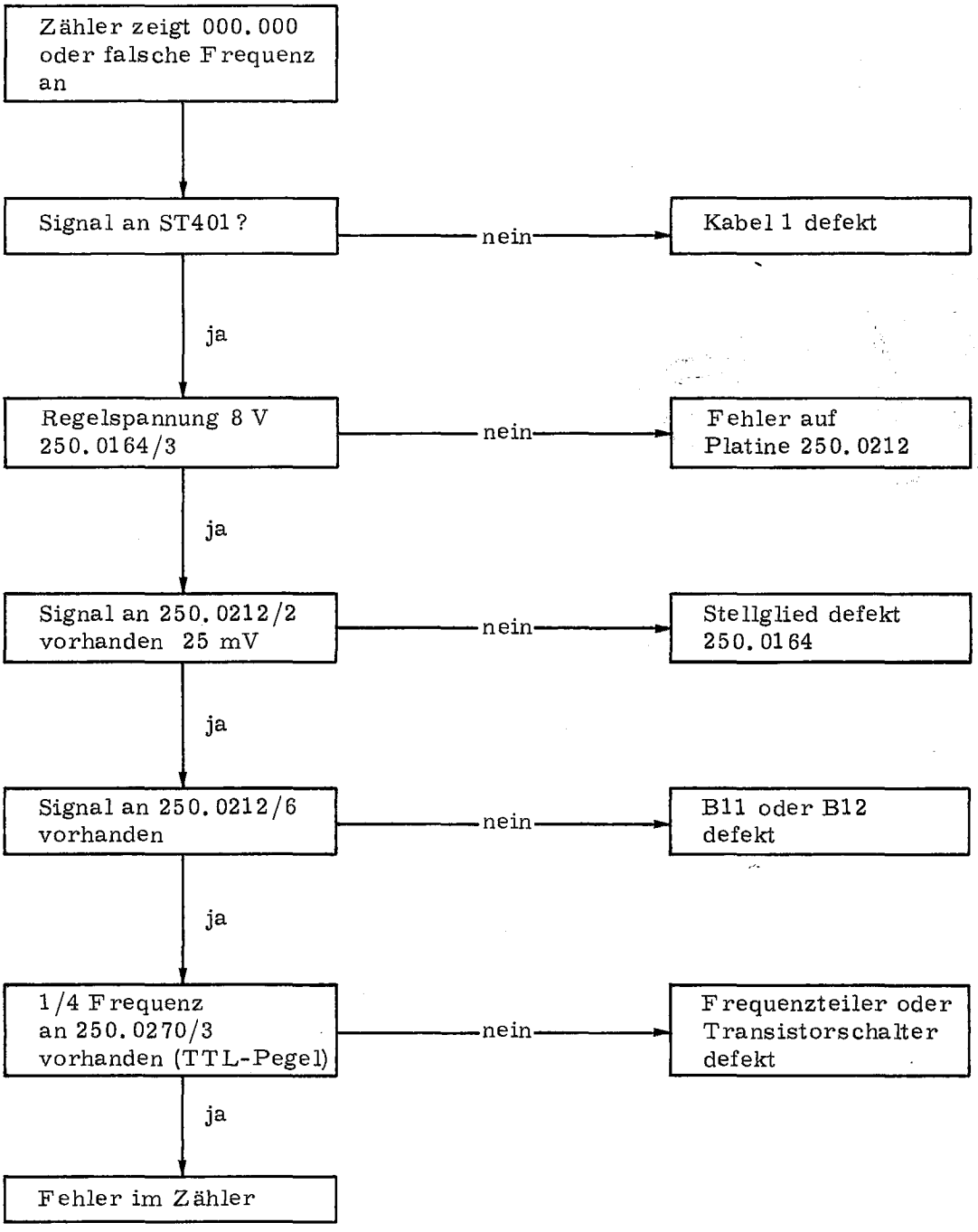
5.2.9 Fehler im 1,05-GHz-Frequenzverdoppler SMDU-B5

(nur bei eingebautem 1,05-GHz-Frequenzverdoppler 275.1312.02)



5.2.10 Fehler im 1-GHz-Frequenzmesser SMDU-B4

(nur bei eingebautem Frequenzmesser 250.0012)



5.3 Prüfen und Abgleichen

Das Öffnen der Baugruppen ist im Abschnitt 5.4 beschrieben.

Die auf den Stromläufen angegebenen Gleichspannungswerte sollten auf ±10 % eingehalten werden.

Prüfen der HF-Pegel: Soweit nicht anders vermerkt, sind die HF-Eingänge und HF-Ausgänge der Baugruppen im SMDU auf einen Wellenwiderstand von 50 Ω ausgelegt. Auf Abschluß mit 50 Ω ist deshalb unbedingt zu achten.

5.3.1 Netzteil Y9

Messen der Ausgangsspannungen und Brummspannungen nach den Angaben im Stromlauf 250.2815 S. Der Abgleich der Ausgangsspannungen erfolgt mit dem betreffenden Potentiometer R4, R14 oder R18 bei Nennstrom.

5.3.2 Bereichschalter Y10

Hierzu Stromlauf 250.1019 S

Um Abgleicharbeiten am Bereichschalter vornehmen zu können, müssen die mechanischen Arbeiten nach Abschnitt 5.4.3 durchgeführt werden.

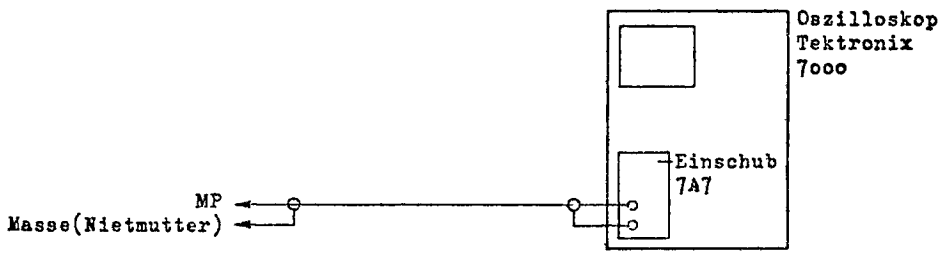
Die Logikpegel an den Steckerleisten ST111, ST113 und ST114 können nach Bild 5-2 überprüft werden.

Abgleich der Oszillatorbetriebsspannung: Verbindungskabel K101 lösen. Digitalvoltmeter am ST111.7 anschließen und mit R64 auf -18,00 V ±2 mV abgleichen.

Kontrolle der Versorgungsspannung für die FM-Steuerung: Digitalvoltmeter am Meßpunkt MP2 anschließen und Spannung kontrollieren; sie soll 59,4...60,6 V betragen. Die Spannung kann nicht direkt eingestellt werden, da sie von der -18-V-Oszillatorbetriebsspannung abgeleitet ist.

Messung der Störspannung der Oszillator- und FM-Betriebsspannung

Meßaufbau:



Es ist eine Störspannung von U_{SS} = 20 µV bei -18 V und U_{SS} = 40 µV bei 60 V bei einer Bewertung bis 100 kHz zulässig.

Abgleich der Eingangs-Offsetspannung der FM-Steuerung: An der Frontplatte des SMDU auf FM EXT. schalten und maximalen Hub einstellen. Mit R14 zwischen Meßpunkt MP1 und Masse eine Spannung von 2,58...2,62 V einstellen. Digitalvoltmeter mit einer Auflösung von mindestens 0,1 mV an den FM-Eingang ST113.7/.16 anschließen und mit R17 die Spannung auf Null einstellen.

Abgleich der Offsetspannung beim Umschalten der FM-Empfindlichkeit: Digitalvoltmeter mit einer Auflösung von mindestens 0,1 mV an den FM-Ausgang ST101 anschließen. Beim Umschalten der FM-Empfindlichkeit von 100 kHz auf 500 kHz (+5 V an ST113.8) darf sich die Spannung am FM-Ausgang um nicht mehr als 0,1 mV ändern. Die Einstellung erfolgt mit R98 bei der FM-Empfindlichkeit 500 kHz.

Die Kontrolle der Steuerspannungen für Zähler und Synchronisation an ST114, für die Oszillatorbereiche an ST111 und für die schaltbaren Tiefpässe an ST113 erfolgt nach den Angaben im Bild 5-2 (im Anhang).

Überprüfung des FM-Verstärkers: An der Frontplatte des SMDU den Bereich 85 bis 119 MHz wählen. Gleichspannungen nach den Angaben im Stromlauf kontrollieren.

NF-Generator (10 Hz...500 kHz, Klirrfaktor < 0,3 ‰) mit dem FM-Eingang ST113.7/.16 verbinden und eine Spannung von 3,5 V einstellen. Die Einspeisung kann auch über die Buchse FM EXTERN an der Frontplatte erfolgen, wenn externe Frequenzmodulation eingeschaltet wird. NF-Voltmeter (0...500 kHz, Meßbereich > 100 µV) an den NF-Ausgang ST101 anschließen (das Kabel zum Oszillator K101 muß angeschlossen bleiben). Es ist zu beachten, daß am Ausgang eine Gleichspannung von etwa 7 V liegt (evtl. Trennkondensator einfügen). Die NF-Ausgangsspannung muß etwa 0,8 V betragen. Der Frequenzgang zwischen 10 Hz und 150 kHz darf maximal 1 % betragen, bei 500 kHz ist eine Abweichung von 3 dB zulässig. Der Klirrfaktor darf bis 53 kHz maximal 0,5 ‰ betragen und bis 150 kHz auf 1 ‰ ansteigen. Die Störspannung (Bewertung 20 Hz bis 20 kHz) darf einen Wert von U_{ss} = 20 µV nicht überschreiten.

Überprüfung des Synchronisationseingangs: NF-Generator (10 Hz...10 kHz) an den Synchronisationseingang ST114.12/.11 anschließen und eine Spannung von 0,7 V einstellen. Am FM-Ausgang ST101 die NF-Spannung messen, sie soll etwa 0,7 V betragen. Im Bereich 0...1 kHz ist ein Frequenzgang von 1 dB zulässig, über 1 kHz muß die Spannung abfallen und bei 10 kHz muß eine Dämpfung von 26 dB erreicht werden.

Überprüfen des Steuereingangs für Hubmessung (nur bei der Ausführung 249.3011.06): In den ST113.9 die Spannung -15 V einspeisen. Dann verringert sich die Oszillatorfrequenz um die Zwischenfrequenz 200 kHz; es werden also z.B. statt 100 MHz nur 99,8 MHz gemessen.

5.3.3 Mischoszillator Y6

Hierzu Stromlauf 249.6810 S

5.3.3.1 10-MHz-Quarzoszillator Y63

Nach Quarzwechsel den Quarz einsetzen und die Platine 249.7081 wieder in das Gehäuse einbauen.

Hochohmiges Gleichspannungsvoltmeter an den Meßpunkt MP anschließen. Mit TR1 minimale Gleichspannung an MP einstellen und damit den Resonanzkreis abgleichen.

Einstellen der Temperatur des Quarzumkehrpunktes: Frequenzmesser mit einer Auflösung > 10^{-8} an die Buchse BU61 anschließen. Strommesser in die +15-V-Spannungszuführung einschalten; der Thermostat nimmt im kalten Zustand etwa 280 mA auf. Nach 5...10 min stellt sich ein konstanter Strom ein. Den Widerstand R2 stufenweise nach der E-24-Reihe zwischen 100 Ω und 500 Ω variieren. Nach jedem Widerstandswechsel etwa 5 min warten und dann die Frequenz ablesen. Der Widerstandswert für die niedrigste Frequenz wird eingelötet.

Frequenzabgleich: Frequenzmesser an Buchse BU61 anschließen und mit C4 (nötigenfalls C5) auf 10 MHz ±0,2 Hz abgleichen.

5.3.3.2 240-MHz-Oszillator Y61

Abgleich des Schwingkreises: An der Frontplatte den Bereich 0,14...50 MHz einschalten. Einen Frequenzmesser an ST61 anschließen. Ein Oszilloskop an den Meßpunkt MP und ein Gleichspannungsvoltmeter an den Anschlußpunkt 3 des 240-MHz-Teilers und Mischers Y62 anschließen. Frequenz mit C1 etwa auf 240 MHz und dann mit L1 genau auf 240,0000 MHz einstellen. Dabei muß am Meßpunkt MP das im Stromlauf 249.7017 S gezeichnete Oszillogramm zu messen sein. Die Regelspannung am Anschlußpunkt 3 soll 7 V betragen.

5.3.4 Zähler Y7

Mechanische Arbeitsvorgänge zum Öffnen des Zählers siehe Abschnitt 5.4.1. Die Logikpegel am ST80 können nach Bild 5-3 überprüft werden.

5.3.4.1 Zähleransteuerung Y71

Gleichspannungen nach den Angaben im Stromlauf 294.9580 S kontrollieren.

Taste EXT. 15 Hz...30 MHz an der Frontplatte drücken; die Schaltspannung am Anschlußpunkt 2 geht von +5 V nach -15 V. NF/HF-Generator (15 Hz...30 MHz) an den Subminaxstecker ST73 anschließen und 10 mV einspeisen. Ausgangsspannung mit Oszilloskop am Anschlußpunkt 8 kontrollieren; beim Durchdrehen des gesamten Fre-

quenzbereiches muß ein einwandfreies TTL-Signal vorhanden sein. Die Eingangsspannung von 10 mV auf 3 V erhöhen. Auch bei dieser Spannung muß ein einwandfreies TTL-Signal entstehen.

Taste NF-INT. drücken; am Anschlußpunkt 10 müssen nun +5 V liegen. NF-Generator (15 Hz...150 kHz) an Durchführung D76 oder ST80.20 anschließen und 0,2 V einspeisen. Beim Durchdrehen der Frequenz muß am Anschlußpunkt 8 immer ein einwandfreies TTL-Signal gemessen werden.

Taste HF-INT. drücken; am Anschlußpunkt 2 müssen +5 V und am Anschlußpunkt 10 müssen -15 V liegen. HF-Generator (0,14...50 MHz) an den Subminaxstecker ST75 anschließen, eine Spannung von 50 mV einspeisen und erneut das TTL-Signal am Anschlußpunkt 8 kontrollieren.

Zur Überprüfung des Trennverstärkers wird ein Wobbelgerät (z.B. SWOB III) zwischen ST75 und ST78 oder ST172 angeschlossen und die Verstärkung im Bereich 0,14...525 MHz kontrolliert. Die Verstärkung muß beim Messen am ST78 oder ST172 0 ±1 dB betragen. Der nicht benutzte Ausgang muß bei der Messung mit 50 Ω abgeschlossen werden.

Die dynamische Prüfung des Vorverstärkers für externe Signale im Bereich 10 bis 525 MHz erfolgt zusammen mit der Prüfung des Vorteilers Y72 (siehe Abschnitt 5.3.4.2).

5.3.4.2 Vorteiler Y72

Potentiometer R52 an rechten Anschlag stellen und die Gleichspannungen nach den Angaben im Stromlauf 294.9515 S kontrollieren.

Taste HF-INT. an der Frontplatte drücken; die Schaltspannung am Anschlußpunkt 2 geht von -15 V nach +8,5 V. HF-Generator (49...395 MHz) an den Subminaxstecker ST74 anschließen und eine Spannung von 50 mV einspeisen. Die Ausgangsspannung am Pin 7 des Operationsverstärkers B2 II muß nun > 0 V betragen. Die im Verhältnis 10:1 geteilte Frequenz kann am ST77 kontrolliert werden; im gesamten Frequenzbereich muß ein einwandfreies TTL-Signal zu messen sein.

Zur Überprüfung des Verstärkers T1, T2 wird ein Wobbelgerät (z.B. SWOB III) zwischen ST72 und ST171 angeschlossen und die Verstärkung im Bereich 10...525 MHz kontrolliert. Die Verstärkung muß mindestens 9 dB betragen.

Taste EXT. 20...525 MHz drücken; am Anschlußpunkt 2 müssen nun +15 V anliegen. HF-Generator (20...525 MHz) an den Subminaxstecker ST72 anschließen. Das Potentiometer R52 muß nun so eingestellt werden, daß T6 durch -13 V am Pin 7 von B2 II gesperrt wird, bevor die HF-Spannung so niedrig wird, daß sie für einwandfreie Teilung in B1 nicht mehr ausreicht. Die Messung erfolgt mit einem Oszilloskop am Anschluß-

punkt 8. Abgeglichen wird bei Einspeisung einer Frequenz von 525 MHz. Bei einer Eingangsspannung von 10 mV darf die beschriebene Abschaltautomatik im gesamten Frequenzbereich nicht ansprechen. Es muß ein einwandfreies TTL-Signal am Anschlußpunkt 8 zu messen sein, auch bei Erhöhung der Eingangsspannung bis 3 V.

5.3.4.3 1. Dekade Y73

Die Gleichspannungen nach den Angaben im Stromlauf 294.9621 S kontrollieren.

Die Überprüfung der Zählgattersteuerung erfolgt nach der Tabelle im Stromlauf.

Die Vorteiler der 10-MHz-Referenzfrequenz B3 I und B3 II müssen am Lötpunkt 1 100 kHz (TTL) liefern.

Zum Überprüfen des 400-kHz-Frequenzdiskriminators speist man am Lötpunkt 22 eine Spannung von ca. 20 mV bei einer Frequenz von ca. 400 kHz ein. Beim Erniedrigen der Frequenz von 400,0 auf 395 kHz muß die Schaltspannung am Lötpunkt 14 von ca. -13 V auf ca. +13 V umspringen. Beim Erhöhen der Frequenz muß bei 425 bis 440 kHz ein Umspringen der Schaltspannung von +13 V auf -13 V zu beobachten sein.

5.3.4.4 Zähler und Anzeige Y74

Gleichspannungen nach den Angaben im Stromlauf 294.9650 S kontrollieren.

Steuerspannungen für die Zählzeitumschaltungen an BU29/10/11/12 nach den Angaben im Stromlauf anlegen und am Pin 13 von B9 II die Zählzeiten mit einem Oszilloskop kontrollieren. Übernahme- und Rückstellimpuls können nach den Angaben des Impulsdiagrammes im Abschnitt 4.7.4 überprüft werden. Die angegebenen Zeiten beziehen sich auf eine Zählzeit von 1 Sekunde. Bei anderen Zählzeiten verändern sich die Impulszeiten entsprechend.

Die Logikpegel an BU3 und BU5 nach Bild 5-4 (Anhang) prüfen.

5.3.4.5 Zählerumschaltung Y75

Prüfen der Logikpegel und Spannungen am ST80 nach Bild 5-3.
Prüfen der Zählgattersteuerung und der Zählzeit nach den Tabellen im Stromlauf 294.9867 S.

5.3.5 Oszillator Y1

Die beschriebenen Prüf- und Abgleichvorgänge sind nacheinander für jeden der Oszillatoren Y11 bis Y16 durchzuführen. Um Abgleicharbeiten durchführen zu können, muß der Oszillator Y1 nach Abschnitt 5.4.2 geöffnet werden.

Abgleichen des Transistorstromes: HF-Spannung mit einem HF-Millivoltmeter (z.B. URV) mit Tastkopf am Anschlußpunkt 1 der Oszillatorauskopplung 249.5243 messen. Am Bereichende mit R1 (am Oszillator Y1) den Transistorstrom so einstellen, daß die HF-Spannung ihr Maximum erreicht. Dann den Schleifer von R1 so weit nach rechts drehen, bis die HF-Spannung um 10 % abgesunken ist.

Prüfen der ausgekoppelten HF-Spannung: Mit einem HF-Millivoltmeter (z.B. URV) mit Tastkopf am Kabel K112 die HF-Spannung im gesamten Frequenzbereich messen. Die Spannung muß 100...200 mV betragen. Eine Spannungskorrektur kann durch Verändern von R1...R6 auf der Oszillatorauskopplung 249.5243 erfolgen.

Abgleichen der Frequenzgrenzen: Zuerst den Bereichanfang mit L1 bzw. C7 und dann das Bereichende mit C6 abgleichen. Die beiden Einstellungen beeinflussen sich gegenseitig, deshalb den Abgleich mehrmals wiederholen. Im Bereich 196...290 MHz muß die Frequenz 240 MHz exakt eingestellt werden, damit der Anfang des Bereiches 0,14...50 MHz genau stimmt.

Abgleichen des Frequenzhubes: Modulationsmesser (z.B. AFM 2 von Radiometer) an den HF-Ausgang anschließen. An der Frontplatte FM EXT. wählen, den Drehknopf FM zur Frequenzhubeinstellung an den rechten Anschlag stellen und in die Buchse FM eine externe Hubsteuerspannung von $\pm 1,1\ V_s$ einspeisen. Den Frequenzhub am Bereichanfang messen und dann am Bereichende mit C11 denselben Hub einstellen. Messung am Bereichanfang und Einstellung am Bereichende wiederholen, bis der Hub an beiden Punkten gleich groß ist. Zwischen den einzelnen Abgleichschritten die Frequenzgrenzen überprüfen und nötigenfalls nachgleichen.

Die Hubempfindlichkeit wird mit dem betreffenden Potentiometer im Bereichschalter Y10 eingestellt (siehe nachstehende Tabelle). Den Hub bei mehreren Frequenzen innerhalb des Bereiches messen; er soll im Mittelwert 100 kHz betragen.

Oszillatorbereich	49... 64,5 MHz	63,5... 88 MHz	85... 119 MHz	118... 198 MHz	196... 290 MHz	286... 395 MHz	392... 525 MHz
Potentiometer im Bereichschalter Y10	R48	R47	R46	R45	R44	R43	R42

Abgleichen des FM-Klirrfaktors: Modulationsmesser mit angeschlossenem Klirrfaktormesser (z.B. FTZ) an den HF-Ausgang anschließen. Den SMDU mit der Modulationsfrequenz 1 kHz und dem Frequenzhub 100 kHz modulieren. Der Klirrfaktor der Modulationsfrequenz muß < 0,3 ‰ sein; deshalb sollte die Modulation mit einem externen NF-Generator erfolgen. Nach den Angaben der folgenden Tabelle den Klirrfaktor des demodulierten Signals messen und mit dem betreffenden Potentiometer im Bereichschalter Y10 auf Minimum abgleichen.

Oszillatorbereich	49... 64,5 MHz	63,5... 88 MHz	85... 119 MHz	118... 198 MHz	196... 290 MHz	286... 395 MHz
Meßfrequenz	55 MHz	74 MHz	85 MHz	155 MHz	240 MHz	340 MHz
Potentiometer im Bereichschalter Y10	R58	R57	R56	R55	R54	R53

Den Klirrfaktor am Bereichanfang und Bereichende messen; er soll < 5 ‰ sein (< 0,15 % in den Bereichen 85...119/196...290 MHz). Eine Korrektur kann mit C10 erfolgen; anschließend muß jedoch der Frequenzhub nachgeglichen werden.

Im Bereich 85...119 MHz muß der Klirrfaktor zusätzlich noch bei 119 MHz gemessen und mit R80 im Bereichschalter Y10 auf Minimum abgeglichen werden. Dabei soll die Spannung am Schleifer von R80 zwischen -10 V und -16 V liegen. Anschließend den Klirrfaktor bei mehreren Frequenzen dieses Bereiches messen; er muß immer < 0,15 % sein.

Prüfen des Oberwellen- und Nebenwellenabstandes: Analyskop (z.B. EZF und EZFU) an das Ausgangskabel K112 des Oszillators anschließen und den Oszillator durchstimmen. Der Oberwellenabstand im gesamten Frequenzbereich muß > 35 dB sein. Es dürfen keine nichtharmonischen Nebenwellen vorhanden sein.

Prüfen der Skalengenauigkeit: An mehreren Stellen des Bereiches die Frequenz nach der analogen Trommelskala einstellen und den genauen Wert am Zähler ablesen. Die Abweichung muß < 1 % sein (< 5 % + 300 kHz im ersten Bereich).

Prüfen des Störhubes: In jedem Frequenzbereich ist bei mindestens einer Frequenz (Bereichmitte) der Störhub zu ermitteln. Ausgangsspannung des SMDU auf mindestens 100 mV einstellen. Modulationsmesser an den HF-Ausgang anschließen und abstimmen. Am SMDU 1 kHz Frequenzhub bei 1 kHz Modulationsfrequenz einstellen. Spannung am NF-Ausgang des Modulationsmessers mit NF-Geräuschspannungsmesser UPGS (Bewertung nach CCITT) oder UPGR (Bewertung nach CCIR) messen. Die Anzeige des Geräuschspannungsmessers entspricht 1 kHz Hub. Frequenzmodulation des SMDU abschalten und den Pegelabfall am Geräuschspannungsmesser ermitteln. Er ist ein Maß für die Größe des Störhubes; z.B. entsprechen 50 dB Pegelabfall einem Störhub von 30 Hz. Der Störfrequenzhub kann nicht abgeglichen werden.

Zulässiger Störfrequenzhub:

	Bandbreite: 0,3...3 kHz (CCITT)	20 Hz...15 kHz (CCIR)
0,14...400 MHz	< 7 Hz	< 20 Hz (typ. 10 Hz)
400...800 MHz	< 10 Hz	< 40 Hz (typ. 20 Hz)
800...1050 MHz	< 16 Hz	< 60 Hz (typ. 30 Hz)

5.3.6 Verstärker Y2

Die HF-Eingänge und HF-Ausgänge des Verstärkers Y2 müssen, sofern nicht anders angegeben, ständig mit 50 Ω abgeschlossen sein.

5.3.6.1 Regelverstärker Y38

Prüfen

Gleichspannungen und NF-Pegel nach den Angaben im Stromlauf 249.8765 S überprüfen.

Prüfen der Entzerrung der Demodulatorkennlinie: Die Gleichspannung an R10 muß 1,25...1,36 V betragen.

Am Anschlußpunkt 1 eine Gleichspannung von -0,8 V mit einer überlagerten NF-Spannung von U_{eff} = 0,8 V und 5 kHz einspeisen. Der Oberwellenabstand sollte > 60 dB sein, nötigenfalls ist ein Tiefpaß zu benutzen. Mit einem Analyskop (z.B. EZF) am Anschlußpunkt 7 den Oberwellenabstand messen. Der Oberwellenabstand soll

- für die 1. Harmonische etwa 40...42 dB
- für die 2. Harmonische > 65 dB
- für höhere Harmonische > 55 dB betragen.

Abgleichen

Die Spannung am HF-Ausgang (Frontplatte) wird mit R12 so abgeglichen, daß bei der Meßsenderfrequenz 60 MHz und der Teilerstellung 0 dBm am HF-Ausgang 1 mW an 50 Ω liegen. Gemessen wird mit einem thermischen Leistungsmesser (z.B. NRS).

Die Gleichspannung am DEMOD. AUSGANG wird mit R26 eingestellt. Bei 330 MHz und 115 MHz sollten 0 ±10 mV an BU12.1 (im 249.3011 S) anliegen.

Die beiden Abgleichvorgänge beeinflussen einander geringfügig und müssen eventuell wiederholt werden.

5.3.6.2 Trennverstärker Y21

Eine Gleichspannung von 0,5 V an den Anschlußpunkt 2 anlegen. Nach den Angaben im Stromlauf 249.8213 S die Gleichspannungen und HF-Pegel überprüfen. Die HF-Pegel werden mit einem HF-Millivoltmeter (z.B. URV) mit Tastkopf bei etwa 60 MHz und 350 MHz gemessen.

Mit einem HF-Millivoltmeter (z.B. URV) mit Tastkopf ist der Ausgangspegel der Trennstufe T21, T22 am Anschlußpunkt 5 zu überprüfen; er soll etwa 100 bis 150 mV betragen, wenn in den Eingang (Anschlußpunkt 1) eine HF-Spannung von 100 bis 150 mV eingespeist wird.

Zum Prüfen des PIN-Reglers wird der Anschlußpunkt 5 mit 50 Ω abgeschlossen und eine Gleichspannung an den Anschlußpunkt 2 angelegt. Bei einer angelegten Gleichspannung von +1 V soll die Dämpfung des PIN-Reglers etwa 26 dB und bei +0,5 V etwa 10...15 dB betragen.

5.3.6.3 Mischer Y22 und Tiefpaß Y23

Gleichspannungen nach den Angaben im Stromlauf 249.8265 S und 249.8313 S kontrollieren.

Mit einem HF-Millivoltmeter (z.B. URV) mit Tastkopf ist die Verstärkung zwischen Mischereingang (1) und Tiefpaßausgang (1) zu überprüfen; sie soll etwa 0 dB betragen.

5.3.6.4 Verdoppler Y26

Den Bereich 392...525 MHz einschalten und die Meßsenderfrequenz auf 392 MHz einstellen. Mit R3 wird das Oszillatorsignal von 196 MHz am Ausgang des Verdopplers Y26 auf ein Minimum abgeglichen. Man mißt am HF-Ausgang (Frontplatte) mit einem Meßempfänger (z.B. ESU); der Nebenwellenabstand soll > 90 dB sein.

5.3.6.5 Diodenschalter Y24

Gleichspannungen nach den Angaben des Stromlaufes 249.8365 S und HF-Pegel nach Bild 5-1 überprüfen. Soll die Sperrdämpfung des Diodenschalters überprüft werden, muß an die Anschlußpunkte 7 und 10 je ein Koaxialkabel angeschlossen werden. Bei der Messung wird der Bereich 392...525 MHz gewählt und der Oszillator abgeschaltet, indem man ihn aus dem Schwingbereich herausdreht (Beschriftung der Skalentrommel muß verschwinden).

5.3.6.6 Modulator Y28

Prüfen

Das Kabel K23 am Anschlußpunkt 7 des Modulators lösen; die Modulationsgegenkopplung ist nun unwirksam. Falls der NF-Eingang am Anschlußpunkt 9 gelöst wird, muß dieser Eingang mit 2,2 kΩ abgeschlossen werden. Gleichspannungen nach den Angaben im Stromlauf 249.8565 S messen. Schaltspannungen an den Anschlußpunkten 3, 4, 13 und entsprechende Pegel an Gl 3...Gl 6, Gl 9, Gl 10 und R45 überprüfen.

Der Frequenzgang des Modulators wird zwischen den Anschlußpunkten 10 und 12 mit einem Wobbelmeßplatz (z.B. SWOB III) gemessen. Im Frequenzbereich 10...525 MHz soll die Verstärkung 13 dB ±2 dB betragen. Im selben Frequenzbereich soll die Verstärkung des Zweitausgangsverstärkers zwischen den Anschlußpunkten 10 und 1 etwa 0 dB -2 dB betragen.

Der Klirrfaktor bei Amplitudenmodulation wird am HF-Ausgang mit einem Demodulator (z.B. von Radiometer) mit angeschlossenem Klirrfaktormesser geprüft. Den Modulationsgrad auf 30 % bei der Modulationsfrequenz 1 kHz einstellen. Kabel K23 vom Anschlußpunkt 7 lösen. Am Anschlußpunkt 10 soll der HF-Pegel etwa 100 mV betragen. Der AM-Klirrfaktor soll bei 60, 100 und 300 MHz < 3 % und bei 525 MHz < 5 % sein.

Der einstellbare Modulationsgrad bei Betrieb ohne AM wird ebenfalls bei gelöstem Kabel K23 geprüft. Am Eingang des NF-Filters Y37 das Kabel K28 vom Durchführungskondensator C23 lösen und aus einem externen NF-Generator die Frequenz 1 kHz über C23 einspeisen. Den SMDU mit ausgeschalteter AM und einer Frequenz über 10 MHz betreiben. Oszilloskop an den HF-Ausgang anschließen, den Pegel des NF-Generators verändern und den Modulationsgrad messen. Es muß ein Modulationsgrad von etwa 10 % ohne Begrenzung der AM einstellbar sein.

Abgleichen

Die Verstärkung zwischen den Anschlußpunkten 10 und 12 wird mit R47 auf den maximalen Wert (etwa 19 dB) eingestellt und anschließend um 6 dB verringert. Dann wird der AM-Klirrfaktor mit R47 abgeglichen. Hierzu die Meßsenderfrequenz 330 MHz mit der Modulationsfrequenz 1 kHz und dem Modulationsgrad 85 % amplitudenmodulieren.

Die Modulationsgegenkopplung wird durch Lösen des Kabels K23 ausgeschaltet. Mit R47 auf minimalen AM-Klirrfaktor am HF-Ausgang abgleichen.

Bei unmoduliertem Betrieb soll ein Modulationsgrad von etwa 10 % ohne Begrenzen der AM eingestellt werden können. Der Widerstand R55 an der Basis des Transistors B2 II ist entsprechend zu wählen.

R9 wird so eingestellt, daß am Eingang des Modulators etwa 100 mV liegen. Hierzu bei der Meßsenderfrequenz 60 MHz die Spannung am HF-AUSGANG II messen und mit R9 auf 90...100 mV abgleichen.

5.3.6.7 Endstufe Y30

Prüfen

Überprüfen der Gleichspannungen nach den Angaben im Stromlauf 249.8865 S. Schaltspannung am Anschlußpunkt 4 und dazugehörige Gleichspannungen an den Dioden Gl 1, Gl 2, Gl 6...Gl 8 prüfen. Zum Prüfen des PIN-Reglers geht man wie unter Abschnitt 5.3.6.2 vor.

Der Frequenzgang der Endstufe wird zwischen den Anschlußpunkten 3 und 7 mit einem Wobbelmeßplatz (z.B. SWOB III) gemessen. Am Anschlußpunkt 1 soll eine Gleichspannung von 1,5 V im Frequenzbereich 15...525 MHz liegen. In diesem Frequenzbereich soll die Verstärkung 18 dB ±1 dB betragen.

Abgleichen

Mit R12 und R21 werden die Kollektorströme von T1 bzw. T2 so eingestellt, daß der Oberwellenabstand am HF-Ausgang > 35 dB für Frequenzen > 5 MHz und > 26 dB für Frequenzen < 5 MHz ist. Am Emitter von T2 soll 1,5 V nicht überschritten werden.

5.3.6.8 Filter Y31

Schaltspannungen nach den Angaben im Stromlauf 249.8813 S prüfen. Beim Messen des Frequenzgangs mit einem Impedanzwobbler (z.B. ZWD) müssen Durchlaßdämpfungen < 1 dB und Sperrdämpfungen > 20 dB erzielt werden. Es ist nach folgender Tabelle zu prüfen:

Bereich	1...3	4	5	6	7, 8
Durchlaßbereich	< 86 MHz	86...130 MHz	120...200 MHz	200...300 MHz	300...525 MHz
Sperrbereich	> 98 MHz	> 170 MHz	> 236 MHz	> 392 MHz	-
Reflexionsfaktor im Durchlaßbereich	< 30 %	< 30 %	< 30 %	< 30 %	< 20 %

5.3.6.9 Ausgangsfilter Y32/Y33

Das Durchlaßverhalten wird mit einem Impedanzwobbler (z.B. ZWD) geprüft. Im Durchlaßbereich bis 530 MHz soll die Durchgangsdämpfung < 1 dB sein. Im Sperrbereich oberhalb 588 MHz soll die Sperrdämpfung > 30 dB sein. Dämpfungspole treten auf bei 588 MHz, 624 MHz, etwa 750 MHz und etwa 1200 MHz.

5.3.6.10 HF-Teiler Y4

Hierzu Stromlauf 249.3711 S

Bei der Teilerstellung < 0 dBm sind der Eingangswiderstand (45...60 Ω) am ST41 und der Ausgangswiderstand (42,5...57,5 Ω) an BU41 zu prüfen.

Zum Prüfen der Teilereichung wird ein Meßempfänger (z.B. HFH) über eine genaue Eichleitung (z.B. DPVP) an den HF-Ausgang des SMDU angeschlossen. Gemessen wird bei 30 MHz. Beliebige Dämpfungsschritte in entgegengesetzter Richtung am SMDU-Teiler und an der Eichleitung einstellen. Die Abweichung kann am Meßempfänger abgelesen werden; sie soll < 0,25 dB sein.

5.3.6.11 Demodulator Y41

Der Demodulator ist als Dünnschichtschaltung aufgebaut und kann nicht repariert werden. Er kann unter der Sachnummer 910.2904 nachbestellt werden.

Zum Prüfen bleibt der Demodulator im Teiler eingebaut; lediglich der Deckel wird aufgeschraubt.

Der Frequenzgang und damit auch die verschiedenen Ladezeitkonstanten werden durch Messen der Richtspannung am Stecker ST42 ermittelt. Die HF-Eingangsspannung am ST41 soll 1 V betragen; der Teiler ist auf < 0 dBm zu stellen. Im gesamten Frequenzbereich des SMDU darf sich die Richtspannung um höchstens ±2 % ändern. Hierbei sind auch die Schaltspannungen am Stecker ST43 zu überprüfen:

Frequenz am ST41	140...400 kHz	0,4...8 MHz	> 8 MHz
Spannung am ST43.3	+15 V	-15 V	-15 V
Spannung am ST43.4	+15 V	-15 V	-15 V

Der Klirrfaktor des demodulierten Signals am ST42 wird bei Einspeisung eines HF-Signals mit 80 % Modulationsgrad gemessen:

Frequenz am ST41 m = 80 %	140...400 kHz	0,4...8 MHz	> 8 MHz
Modulationsfrequenz	< 5 kHz	< 15 kHz	< 50 kHz
zul. NF-Klirrfaktor	< 2 %	< 2 %	< 2 %

Der HF-Klirrfaktor wird am HF-Ausgang gemessen. Teiler auf < 0 dBm stellen und am ST41 eine HF-Spannung mit dem Pegel 1 V und einem Oberwellenabstand > 55 dB einspeisen (z.B. SMLU mit nachgeschaltetem Tiefpaß PTU). Der Oberwellenabstand am HF-Ausgang wird mit einem Analyskop (z.B. EZF) gemessen; er soll > 45 dB sein.

5.3.6.12 Richtspannungskompensation Y41

Funkgeräteausführung 249.3011.06

Das NF-Signal zur Modulationsgradanzeige wird mit R2 eingestellt. Der Anschlußpunkt 7 muß über K27 mit dem Modulationseinsatz verbunden oder mit einer Last von 2,2 kΩ abgeschlossen sein. Teiler auf < 0 dBm stellen und bei der Modulationsfrequenz 1 kHz den Modulationsgrad 80 % einstellen. Der NF-Pegel am Anschlußpunkt 7 soll U_{eff} = 400 mV betragen.

Funkgeräteausführung 249.3011.07

Achtung: Vor dem Abgleich der NF- und der Richtspannung sollten der Offset-Abgleich und der Abgleich der HF-Ausgangsspannung im Regelverstärker Y38 überprüft werden (hierzu Abschnitt 5.3.6.1).

Das NF-Signal zur Modulationsgradanzeige wird mit R2 eingestellt. Der Anschlußpunkt 7 muß über K27 mit dem Modulationseinsatz verbunden oder mit einer Last von 2,2 kΩ abgeschlossen sein. Teiler auf < 0 dBm stellen und bei der Modulationsfrequenz 90 oder 150 Hz den Modulationsgrad genau auf 40,0 % einstellen. Der NF-Pegel am Anschlußpunkt 7 soll U_{eff} ±200 mV betragen. Der Abgleich der ILS-Spannung erfolgt bei 115 MHz und 330 MHz auf den NF-Pegel 990 mV ±1 mV zwischen den Kontakten 1 und 2 der Buchse DEMOD. AUSGANG mit R4. Die Richtspannung wird mit R8 eingestellt: Digitalvoltmeter zwischen die Kontakte 1 und 2 (Masse) der Buchse DEMOD. AUSGANG an der Geräterückseite anschließen. HF-Träger durch Verbinden der Kontakte 4 und 5 der Buchse DEMOD. AUSGANG ausschalten und mit R8 die Gleichspannung -3,5 V ±5 mV einstellen. Die beiden Abgleiche eventuell wiederholen.

5.3.6.13 Prüfen der Regelschleifen

Hierzu Funktionsbeschreibung und Bild im Abschnitt 4.5

Amplitudenregelung: Die Schleife der Amplitudenregelung über den gesamten Verstärker Y2 einschließlich Demodulator Y41 und Regelverstärker Y38 schließen. Die Modulationsgegenkopplung ist auszuschalten, indem man das Kabel K23 vom Anschlußpunkt 7 des Modulators Y28 löst. Durch Einstellen einer Meßsenderfrequenz unter 8 MHz ist die Pegelregelung am Modulatoreingang auszuschalten. Nun wird die Gleichspannung am Meßpunkt ST27.13 gemessen; bei einer Gleichspannung von etwa +0,6 V ist die Amplitudenregelung eingeschwungen.

Pegelregelung am Modulatoreingang: Geprüft wird bei ausgeschalteter Modulationsgegenkopplung (Kabel K23 gelöst). Eine Meßsenderfrequenz über 10 MHz einstellen. Die Gleichspannung an ST27.13 soll +0,7...1 V und an ST27.26 +1,4 V...1,9 V betragen. Der HF-Pegel am HF-Ausgang II soll 90...100 mV im Frequenzbereich 90 bis 440 MHz und etwa 50 mV bei 525 MHz betragen.

Modulationsgegenkopplung: Bei unterbrochener Gegenmodulationsschleife (K23 vom Anschlußpunkt 7 des Modulators gelöst) am SMDU einen Pegel < 0 dBm, die Modulationsfrequenz 1 kHz und einen Modulationsgrad von 80 % einstellen. Nun ist die Gegenmodulationsschleife durch Anschließen des Kabels K23 zu schließen. Der Modulationsgrad soll nun etwa 9...10 % betragen.

5.3.7 Modulationseinsatz Funkgeräte Y8

Hierzu Stromlauf 250.2015 S

5.3.7.1 Modulationsgenerator Y84

Hierzu Stromlauf 250.2696 S

Prüfen der Festfrequenzen: Die Festfrequenzen nacheinander einschalten und mit einem Zähler messen.
Maximal zulässige Abweichung vom Sollwert: ±1 %

Abgleich: Kein Abgleich vorgesehen.

Prüfen der Frequenzbereiche: Die Frequenzbereiche nacheinander einschalten, mit dem Drehknopf FREQ. 21 den Anfangs- und den Endwert eines jeden Bereiches einstellen und mit einem Zähler messen.

Der jeweilige Frequenzbereich muß mindestens den Sollbereich umfassen; die Anfangs- und die Endwerte sollten sich überlappen.

Abgleich: Für den Abgleich des Anfangs- bzw. des Endwertes sind R10 und R20 vorgesehen. Das Einstellen der Skala erfolgt durch Verdrehen der Skalenscheibe auf der Achse des Drehknopfes FREQ.

Prüfen der Ausgangsspannung: An Bu15.a10 oder Bu17.b10 (im 250.2015 S) wird die Ausgangsspannung gemessen. Der Sollwert beträgt U_{eff} = 4,3 V ±2 % bei den Festfrequenzen. Die Spannung an Buchse MOD. GEN. 41 wird bei einer Last von 200 Ω gemessen. Die Spannung muß bei voll aufgedrehtem Einsteller PEGEL mindestens U_{eff} = 5 V bei den Festfrequenzen betragen.

Prüfen des Klirrfaktors: Der Klirrfaktor wird an Bu15.a10 oder Bu17.b10 unter den gleichen Bedingungen wie die Spannung gemessen.
Sollwert: < 0,5 % für alle Bereiche.

5.3.7.2 AM/FM-Umschaltung Y86I

Hierzu Stromlauf 250.2744 S

Prüfen des FM-Pfades: Interne Frequenzmodulation einschalten, Modulationsfrequenz von 1 kHz einstellen, Hubbereichschalter auf 100 kHz und FM-Hubeinstellung an den rechten Anschlag stellen. Messen der Spannung an Bu17.b6, Sollwert: $U_{eff} \geqq$ 4,25 V. Bei Umschalten des Hubbereiches auf 10 kHz muß dieselbe Spannung (±1 %) anliegen. Das Signal darf nicht begrenzt sein.

Prüfen der Preemphasis 6 dB/Okt.: An Bu17.b6 ein NF-Millivoltmeter anschließen und mit der FM-Hubeinstellung U_{eff} = 0,5 V einstellen. Die Preemphasis einschalten und die Modulationsfrequenz entsprechend der folgenden Tabelle verändern.

Frequenz	Spannung an Bu17.b6	
0,5 kHz	0,25 V	
1 kHz	0,5 V	2 %
2 kHz	1,0 V	
4 kHz	2,0 V	3 %

Bemerkung: Statt des NF-Millivoltmeters an Bu17.b6 kann auch der Anzeigeteil verwendet werden.

Externe Frequenzmodulation einschalten und an Buchse EXTERN. MODULATION FM 52 (an der Frontplatte) ein NF-Signal (1 kHz) anlegen. Das Signal muß an Bu17.b6 erscheinen.

Prüfen des AM-Pfades: Interne Amplitudenmodulation einschalten und die Modulationsfrequenz 1 kHz einstellen. Die Modulationsgradeinstellung an den rechten Anschlag drehen.

Messen der Spannung an Bu17.b3; Sollwert: $U_{eff} \geq 1,2$ V.
Das Signal darf nicht begrenzt sein.

Die AM-Anzeige (23) einschalten und mit R87 auf 274.9610 (im 250.2015 S) die AM-Anzeige auf 100 % einstellen.

Externe Amplitudenmodulation einschalten und an Buchse EXTERN, MODULATION AM (an der Frontplatte) ein NF-Signal (1 kHz) anlegen. Das Signal muß an Bu17.b3 erscheinen.

Prüfen der Ein-/Aus-Stellung des Modulationsgenerators: An Bu17.a15 liegen -15 V, wenn eine oder beide Tasten MOD. (AM und/oder FM) gedrückt sind. Sind beide Tasten gelöst, liegen +15 V an.

Prüfen der AM-Pegelsteuerung: An Bu17.b4 liegen +15 V, wenn die Taste AM MOD. gedrückt ist; -15 V bei gelöster Taste AM MOD.

5.3.7.3 Anzeigeteil

Hierzu Stromlauf 250.2015 S

Prüfen des NF-Voltmeter-Pfades nach Abschnitt 5.2.6.2

Abgleichen des Effektivwertmessers (hierzu 250.2296 S):

Das NF-Voltmeter einschalten und den Vorverstärker B1 herausziehen.

Abgleich	Meßanordnung	Meßwert
a) Offset mit R19	MP1 an Masse legen	Minimalste Spannung (< 10 mV) am MP3
b) Symmetrie I mit R13	An MP1 abwechselnd +3 V und -3 V Gleichspannung legen	Am MP3 gleiche Spannung für pos. und neg. Eingangsspannung: etwa 1 V
c) Symmetrie II mit R16	An MP1 abwechselnd +1 V und -1 V Gleichspannung legen	Am MP3 gleiche Spannung für pos. und neg. Eingangsspannung: etwa 0,3 V
d) Skalenfaktor mit R23	An MP1 U_{eff} = 3 V legen	Am MP4 muß 1,000 V Gleichspannung liegen.

Der Symmetrieabgleich ist gegebenenfalls mehrmals wechselseitig zu wiederholen.

Den Vorverstärker B1 wieder einstecken und in Buchse NF-VOLTMETER 44 U_{eff} = 1,000 V einspeisen; Anzeigebereich 1 V einschalten. Am MP4 sollen +1,000 V Gleichspannung liegen, gegebenenfalls mit R23 korrigieren. Das Instrument mit R45 auf 1 V Vollausschlag einstellen.

Abgleichen des Spitzenwertmessers:

Die AM-Anzeige einschalten und den Vorverstärker B1 herausziehen. An MP1 ein NF-Signal von U_{eff} = 2,12 V (≙ U_s = 3 V) legen. Mit R31 die Gleichspannung am MP4 auf 1,00 V abgleichen.

Abgleichen des CCITT-Filters:

Die Durchgangsdämpfung des CCITT-Filters beträgt 0 dB bei 800 Hz. Das NF-Voltmeter einschalten, und an Buchse NF-VOLTMETER 44 ein NF-Signal mit U_{eff} = 1 V und f = 800 Hz legen. Das Instrument soll 1 V anzeigen. Das CCITT-Filter einschalten, und mit R65 die Instrumentenanzeige auf 1 V stellen. Die Spulen des CCITT-Filters sind vorabgeglichen; es ist kein weiterer Abgleich vorgesehen.

Abgleichen der verschiedenen Anzeigearten:

Dieser Abgleich darf erst nach dem Abgleichen des Effektivwertmessers, des Spitzenwertmessers und des NF-Voltmeters erfolgen. Die Reihenfolge des Abgleiches der übrigen Anzeigearten ist beliebig. MOD. GEN. einschalten und f mod = 1 kHz wählen. Die Spannung an den Meßstellen mit einem NF-Voltmeter messen.

Abgleich der FM-Anzeige:

Am Ausgang Bu17.b6 (MP4) der AM/FM-Umschaltung Y86II mit der FM-Hubeinstellung U_{eff} = 3,89 V (≙ U_s = 5,5 V) einstellen. Mit R4 (im 250.2015 S) die Instrumentenanzeige auf 100 kHz Hub abgleichen.

Abgleich der φM-Anzeige:

Einstellungen wie beim Abgleich der FM-Anzeige. Mit R11 (im 250.2015 S) die Instrumentenanzeige auf 100 rad abgleichen.

Abgleich der AM-Anzeige:

Am Eingang ST83.28 (im 250.2015 S) mit der Modulationsgradeinstellung (35) U_{eff} = 400 mV einstellen. Mit R20 (im 250.2015 S) die Instrumentenanzeige auf 80 % abgleichen.

Abgleich der MOD. GEN.-Anzeige:

An der Ausgangsbuchse MOD. GEN. (41 an der Frontplatte) mit dem Knopf PEGEL 34 U_{eff} = 1 V einstellen. Beide Instrumente sollen U_{eff} = 1 V anzeigen (±2 %). Wird dies nicht angezeigt, muß R46 im Modulationsgenerator Y84 verändert werden.

5.3.7.4 Klirrfaktormesser/SINAD-Messer

Prüfen des Klirrfaktormessers nach 5.2.6.6

Abgleichen der 1-kHz-Bandsperre:

(hierzu 250.2644 S)

An die Eingangsbuchse NF-VOLTMETER ein NF-Signal mit U_{eff} = 1 V anlegen; das NF-Voltmeter und den Klirrfaktormesser einschalten. Die NF auf 0,990 kHz stellen und am MP6 mit R57 auf Spannungsminimum abgleichen.

Die NF auf 1,010 kHz stellen und am MP6 mit R44 auf Spannungsminimum abgleichen.

Die NF auf 1,000 kHz stellen und am MP4 das Spannungsminimum durch wechselseitigen Abgleich von R41 und R39 einstellen. Es soll eine Dämpfung von 60 dB erreicht werden. Bei Abgleichschwierigkeiten am MP4 muß der Verstärker B6 herausgezogen werden.

Abgleichen der Klirrfaktoranzeige und der Pegelregelung:

An die Eingangsbuchse NF-VOLTMETER (44 im Bild 2-1) ein NF-Signal mit U_{eff} = 1 V und f = 3 kHz anlegen; das NF-Voltmeter und den Klirrfaktormesser einschalten. Leuchtet die Anzeige „uncal", ist R91 zu variieren bis die Anzeige „uncal" erlischt.

Dann das Anzeigeinstrument mit R28 auf 100 % abgleichen. (Pegel an MP9: 1,6 bis 1,7 V_{eff}.)

Eingangssignal auf U_{eff} = 45 mV und f = 1 kHz stellen. R91 variieren bis Anzeige „uncal" leuchtet. (An B4 II 5 ca. 8,6 V=)

Eingangssignal auf U_{eff} = 50 mV erhöhen, Anzeige „uncal" muß verlöschen.

Für die SINAD-Messung ist kein zusätzlicher Abgleich erforderlich.

Prüfen des SINAD-Messers siehe Abschnitt 3.2.13.

5.3.7.5 Hubmesser

Prüfen des Hubmessers nach 5.2.6.3

Abgleichen der Zwischenfrequenz des Hubmessers und der Leuchtdiode HUB BEREIT:
An die Buchse EXT. FREQ. + HUBMETER (46 im Bild 2-1) ein Signal mit U_{eff} = 50 mV und f = 150 MHz einspeisen und den Oszillator des SMDU auf etwa 7 MHz stellen; am Hubmesser die Betriebsart DUPLEX einschalten. Am MP9 der Schaltung Diskriminator und Regelung des Hubmessers Y81 die Zwischenfrequenz messen (Rechtecksignal). Mit R424 (im 250.3228 S) die ZF auf 200 kHz abgleichen. Die Leuchtdiode 26 durch Abgleich von R64 (im Effektiv- und Spitzenwertmesser 250.2296) zum Leuchten bringen. Das Potentiometer so einstellen, daß die Diode über den ganzen Fangbereich des Hubmessers (4,2 bis 10,7 MHz) leuchtet.

Abgleich der Hubanzeige:
Den Hubmesser extern mit f_{mod} = 1 kHz und 10 kHz Hub modulieren. Zur Kontrolle parallel zum Hubmessereingang einen Modulationsmesser schalten, und den FM-Hub nachmessen (siehe Abschnitt 3.2.11). Mit R15 (im 1-kHz-Bandsperre und Teiler 250.2644) die Hubanzeige auf 10 kHz Hub abgleichen.

5.3.7.6 Steuerlogik

Den MOD. GENERATOR und ANZEIGE MOD. GEN. einschalten.

Prüfen der manuellen Bereichwahl: Alle Bereiche von Hand durchschalten und für jeden Bereich den Pegel mit Einsteller PEGEL 34 (Bild 2-1) nachstellen.

Prüfen der automatischen Bereichwahl: Den Schalter 22 auf AUTO schalten, und den Einsteller PEGEL voll aufdrehen. Die Bereichanzeige muß im obersten Bereich (10.000 mV) stehen bleiben. Den Einsteller PEGEL zudrehen, die Bereichanzeige muß im untersten Bereich (10 mV) stehen bleiben.

Abgleichen der Umschaltschwelle der Anzeige:
Den Schalter 22 auf AUTO schalten und mit dem Einsteller PEGEL Anzeigeinstrument auf 500 mV im 1000-mV-Bereich einstellen. Pegel verringern, bis Umschaltung in den 300-mV-Bereich erfolgt.

Mit R1 (in Steuerlogik 274.9861 S) diese Umschaltung auf 300 mV im 1000-mV-Bereich abgleichen.

Prüfen der Tastenkombination nach den folgenden Tabellen:

Tabelle 5-8

Anzeigetasten					Funktionstasten					
1	2	3	4	5	6	7	8			
NF-VOLTM.	MOD. GEN.	AM	φM	FM	SINAD	KLIRRF.	HUBM.	LEUCHTFELD	Effektivw.	Spitzenw.
								keine Anzeige		
x								mV	x	
x					x			%	x	
x						x		%	x	
x					x	x		%	x	
	x							mV	x	
		x						%		x
			x					rad	1)	x
			x			x	x	%	x	
			x		x		x	%	x	
			x		x	x	x	%	x	
				x				kHz	1)	x
				x		x	x	%	x	
				x	x		x	%	x	
				x	x	x	x	%	x	
gegenseitig auslösende Tasten					einzeln auslösende Tasten					

Bei nicht aufgeführten Kombinationen der Tasten 6 bis 8 ergibt sich dieselbe Anzeige, als wäre keine der Tasten 6 bis 8 gedrückt.

Tabelle 5-9

Bereich	.1	.3	1	3	10	30	100	300	1000	3000	10000
%			x	x	x	x	x				
kHz	x	x	x	x	x	x	x				
rad	x	x	x	x	x	x	x				
mV					x	x	x	x	x	x	x

Bemerkung: Weitere logische Verknüpfungen siehe Tabelle 4-1.

1) Effektivwert im Bereich .1 und .3 kHz
Spitzenwert im Bereich 1 kHz bis 100 kHz

Prüfen der SINAD-Anzeigen (Leuchtdioden)

NF-VOLTM. und SINAD-Messer einschalten, mit Schalter 22 Bereichanzeige durchschalten. Die SINAD-Anzeigen müssen in folgenden Bereichen leuchten:

6 dB SINAD im 100-%-Bereich
12 dB SINAD im 30-%-Bereich
20 dB SINAD im 10-%-Bereich

5.3.8 Synchronisation SMDU-B1

5.3.8.1 Synchronisation ohne Feinverstimmung

Taste SYNCHRON drücken und Taste FEINVERST. lösen.

Abgleichen der Offsetspannung für das Samplesystem:

R30 im Sampler Y202 wird zunächst so eingestellt, daß der Haltebereich am Instrument CONTROL VOLT. für positive und negative Verstimmung der Meßsenderfrequenz gleich groß ist. Anschließend ist R30 gegen den Uhrzeigersinn geringfügig zu verdrehen bis der Haltebereich bei positiver Verstimmung um etwa 10...15 % größer ist als der Haltebereich bei negativer Verstimmung.

Beispiel: Haltebereich bei positiver Verstimmung ≙ 4,8 Skalenteilen
Haltebereich bei negativer Verstimmung ≙ 4,4 Skalenteilen

Prüfen: Meßsenderfrequenz auf 10,050 MHz einstellen, Taste SYNCHRON drücken, Taste FEINVERST. lösen, und Schalter RASTERABST. auf 50 kHz stellen. Meßsenderfrequenz verändern bis der Zeiger des Instrumentes CONTROL VOLT. dicht links neben dem Mittelbalken liegt (beim Ausschalten der Synchronisation liegt die angezeigte Frequenz zwischen 10,000 und 10,050 MHz). Nun wird bei eingeschalteter Synchronisation der Rasterabstand von 50 kHz auf 100 kHz umgeschaltet. Hierbei darf der Meßsender nicht auf 10,050 MHz einrasten. Die Umschaltung ist zehnmal zu wiederholen.

5.3.8.2 Synchronisation mit Feinverstimmung

Beide Tasten SYNCHRON und FEINVERST. drücken.

Abgleichen des Verstimmungsoszillators:

Oberen und unteren Drehknopf FREQ. FINE an den linken Anschlag drehen. Schalter RASTERABST. auf 100 kHz stellen. Ein Oszilloskop am Pin 1 des Monoflops B6 in der Feinverstimmung Y201 anschließen. Die Spule L2 so einstellen, daß die gemessene Kurve am Oszilloskop als stehendes Bild erscheint und auch bei geringfügigem Verstellen von L2 nicht durchzulaufen beginnt (Grobeinstellung). Gleichspannung am Pin 6 von B9 messen und L2 so einstellen, daß die Gleichspannung minimal 1,5 V (unterer Drehknopf FREQ. FINE am linken Anschlag, Taste 49 - 64,5 MHz gedrückt) und maximal

12 V (unterer Drehknopf FREQ. FINE am rechten Anschlag, Taste 196 - 290 MHz gedrückt) beträgt (Feineinstellung). Zur Kontrolle den unteren Drehknopf FREQ. FINE nach rechts und dann wieder nach links drehen; hierbei darf die am Pin 1 von B6 gemessene Kurve keinen Sprung machen.

Abgleichen des Temperaturganges der Feinverstimmung:

Die Frequenz 100 MHz und den Rasterabstand 100 kHz einstellen und den Temperaturgang der synchronisierten Frequenz messen. Der Temperaturgang wird mit R18 kompensiert. Bei einem Laufen der Frequenz in negativer Richtung wird R18 nach links, bei Laufen in positiver Richtung nach rechts gedreht. Dabei muß R18 so weit verdreht werden, daß die dadurch bedingte Frequenzänderung ein Vielfaches der Temperaturdrift, etwa 100xDrift/5 min, beträgt.

5.3.9 1,05-GHz-Frequenzerweiterung SMDU-B3 und 1,05-GHz-Frequenzverdoppler SMDU-B5

5.3.9.1 Abgleich des Nebenwellenabstandes

Analysator an ST305 anschließen.
Frequenz 1000 MHz einstellen.
Den Abstand der Nebenwellen 0,5 f und 1,5 f mit R13 auf Maximum einstellen; typischer Wert 20 dB.

5.3.10 1-GHz-Frequenzmesser SMDU-B4

5.3.10.1 Abgleich der Betriebsspannung für B20

Die Betriebsspannung wird, ohne daß B20 eingesetzt ist, mit R22 auf +7,4 V ±0,1 V eingestellt. B20 wieder einsetzen. Bei Bedarf die Spannung mit R22 nachstellen.

5.3.10.2 Abgleich der Empfindlichkeit

500 MHz mit 25 mV an den Eingang 47 (Bild 2-1) anlegen, die Taste 11 FREQ. METER 0,5...1 GHz drücken.

R14 so einstellen, daß die Anzeige des Zählers von 500 MHz auf Null springt.

5.4 Ausbauen und Öffnen der Baugruppen

Hierzu die Bilder 5-5 bis 5-11 im Anhang

5.4.1 Zähler Y7

Bevor man Abgleicharbeiten und Kontrollmessungen am Zähler durchführen kann, muß dieser geöffnet werden. Dazu sind folgende mechanische Arbeiten notwendig:

Oberes Abdeckblech des Gerätes entfernen (Schrauben A nach Bild 5-5 lockern).

Bei eingebauter Synchronisation SMDU-B1 den Frontplatteneinsatz entfernen (Schrauben F nach Bild 5-6.3 entfernen und Buchsenleiste BU1 herausziehen), und Synchronisationsgehäuse nach Herausdrehen der Befestigungsschrauben H (Bild 5-6.1) und nach Entfernen der Kabel K201 und K202 und Abziehen der Buchsenleiste BU203 herausziehen.

Deckelschrauben J (Bild 5-6.2) entfernen und Deckel abnehmen.

5.4.2 Oszillator Y1

Bevor man Abgleicharbeiten am Oszillator durchführen kann, müssen folgende mechanische Arbeiten durchgeführt werden:

Oberes und unteres Abdeckblech des Gerätes entfernen (Schrauben A und B nach Bild 5-5 lockern).

Linkes Seitenteil entfernen, um die Abgleichpotentiometer auf der Bereichschalterplatine 250.1019 zugänglich zu machen (Schrauben C nach Bild 5-5.1 herausdrehen).

Synchronisations-Frontplatteneinsatz entfernen (nur bei eingebauter Synchronisation 249.6340.02; Schrauben F nach Bild 5-6.3 entfernen und Buchsenleiste BU1 an der linken Seite des Synchronisationsgehäuses abziehen).

Kabel K11 an der Rückseite des Zählers lösen.

Überwurfmuttern der Kabel K14, K15 und K16 eine halbe Umdrehung lockern.

Zählerbefestigungsschrauben (Schrauben G nach Bild 5-6.2) so weit herausdrehen, bis sie durch die eingebauten Federn nach oben gedrückt werden.

Zähler so weit wie möglich nach hinten schieben, dann Zähler vorn so weit wie möglich anheben und abermals nach hinten schieben, bis ein Anschlag spürbar ist. Nun kann der Zähler nach oben geklappt werden (Bild 5-6.3).

Der Abgleichdeckel kann nach Lösen der 6 Schrauben L (Bild 5-7.1) abgenommen werden.

Um Reparaturen am Oszillator vornehmen zu können, muß der Oszillatordeckel nach Entfernen der 12 Schrauben M (Bild 5-7.1) abgenommen werden.

5.4.3 Bereichschalter Y10

Bevor man Abgleicharbeiten am Bereichschalter vornehmen kann, müssen folgende mechanische Arbeiten durchgeführt werden:

Oberes und unteres Abdeckblech des Gerätes entfernen (Schrauben A und B nach Bild 5-5 lockern).

Linkes Seitenteil entfernen (Schrauben C nach Bild 5-5.1 herausdrehen).

Zum Ausbauen der Bereichschalterplatine geht man folgendermaßen vor:

Steckerleisten ST111, ST112, ST113 und ST114 abziehen.

Die Schrauben K (Bild 5-7.2) lösen und das Kabel K101 entfernen. Die Platine hinten nach außen bewegen und dann nach hinten herausziehen.

5.4.4 Verstärker Y2

Bevor man Messungen im Verstärker durchführen kann, müssen folgende mechanische Arbeiten durchgeführt werden:

Schrauben B (Bild 5-5) lockern und unteres Abdeckblech entfernen.

24 Schrauben R (Bild 5-8.1; davon 19 Schrauben an der Außenkante des Deckels) entfernen und Verstärkerdeckel abnehmen.

Zum Ausbauen des Verstärkers geht man folgendermaßen vor:

Schrauben B (Bild 5-5) lockern und unteres Abdeckblech entfernen.

Buchsenleiste BU27 abziehen und die Kabel K15, K16, K17, K18, K19 und K112 am Verstärker abschrauben.

Schrauben P (Bild 5-7.2 und 5-7.3) entfernen.

Verstärker an der rechten Seite hochheben und dann nach rechts oben herausziehen (Bild 5-8.1).

5.4.5 Mischoszillator Y6

Für Messungen im Mischoszillator sind die Schrauben E (Bild 5-8.2) herauszuschrauben und die Rückwand abzunehmen.

Deckelschrauben S (Bild 5-8.2) entfernen und Mischoszillatordeckel abnehmen.

Zum Ausbauen des Mischoszillators werden das obere und untere Abdeckblech nach Lockern der Schrauben A und B (Bild 5-5) entfernt.

Linkes Seitenteil nach Lösen der Schrauben C (Bild 5-5.1) entfernen.

Verbindungskabel an der Rückwanne (REF. FREQ., Bild 5-8.2) abnehmen.

Buchsenleiste BU63 abziehen und die Kabel K14 und K17 am Mischoszillator abschrauben.

Die Befestigungsschrauben Q (Bild 5-7.1, 5-7.2 und 5-8.2) entfernen und Mischoszillator herausnehmen.

5.4.6 HF-Teiler Y4

Für Messungen im Teiler und zum Ausbauen des Demodulators Y41 und der Teilerschicht R41 ist folgendermaßen vorzugehen:

Unteres Abdeckblech nach Lockern der Schrauben B (Bild 5-5) entfernen.

Die Kabel K18 und K19 entfernen, Deckelschrauben T (Bild 5-8.1) herausdrehen und Teilerdeckel nach links herausziehen.

Zum Ausbauen des Teilers wird das untere Abdeckblech nach Lockern der Schrauben B (Bild 5-5) entfernt.

Die Kabel K18 und K19 entfernen, Kabel K41 am HF-Ausgang lösen. Bei eingebautem Überspannungsschutz Y5 am Überspannungsschutz lösen.

Modulationseinsatz nach Abschnitt 5.4.8 ausbauen.

Kurbelknopf an der Frontplatte abschrauben.

Schrauben U (Bild 5-7.3) entfernen und Schrauben V (Bild 5-8.3) lockern.

Teiler nach hinten schieben und dann nach oben herausnehmen.

5.4.7 Netzteil Y9

Zum Ausbauen des Netzteiles wird das untere Abdeckblech nach Lockern der Schrauben B (Bild 5-5) abgenommen.

Rückwand nach Lösen der Schrauben E (Bild 5-8.2) entfernen.

Verstärker Y2 nach Abschnitt 5.4.4 ausbauen.

Buchsenleisten BU91 und BU92 abziehen.

Befestigungsschrauben W (Bild 5-8.2) herausdrehen und Netzteil an der Geräteunterseite herausnehmen.

5.4.8 Modulationseinsatz Y8

Die Buchsenleiste B83 abziehen und die Kabel K20, K30 und K403 (bei Option 1,05-GHz-Frequenzerweiterung) lösen.

Die 4 Schrauben, die den Modulationseinsatz an der Frontplatte halten, herausdrehen, und den Modulationseinsatz aus dem Gerät herausziehen.

Herausnehmen der Platinen

Die beiden Baugruppen Effektiv- und Spitzenwertmesser Y83 und Steuerlogik Y85 können unmittelbar nach Lösen von je 2 Halterungen Y (Bild 5-9.1) herausgenommen werden. Bei der Platine Steuerlogik Y85 sind vorher die Steckverbindungen ST5, ST6 und ST7 abzuziehen.

Die Baugruppen

- 1-kHz-Bandsperre und Teiler Y82
- Modulationsgenerator Y84
- AM/FM-Umschaltung Y86

können erst nach Entfernen der Frontplatte herausgenommen werden. Hierzu sind folgende Arbeitsgänge nötig:

- Sämtliche Steckverbindungen zwischen Frontplatte und Platinen abziehen.
- Die Drehknöpfe an der Frontplatte abschrauben.
- Die 3 Schraubverbindungen Z (Bilder 5-9.1 und 5-9.2) zwischen Frontplatte und Motherboard lösen.

Hubmesser Y81 (Bild 5-10)

Abschirmdeckel des Hubmessers entfernen und Befestigungsschrauben der betreffenden Platine lösen.

Verbindungen der Platine untereinander und zu den Durchführungen an den Lötstiften ablöten und Platine herausnehmen. Beim Ausbauen des HF-Verstärkers 250.2396 sind zusätzlich die Verschraubungen der Subminax-Stecker an der Außenseite des HF-Kastens zu lösen. Die Platine wird dann mit den Subminax-Steckern herausgenommen.

5.4.9 1,05-GHz-Frequenzerweiterung SMDU-B3 und 1,05-GHz-Frequenzverdoppler SMDU-B5

Zum Ausbauen der Frequenzerweiterung oder des Frequenzverdopplers das untere und obere Abdeckblech, nach Lockern der Schrauben A und B (Bild 5-5.2), abnehmen. Das rechte Seitenteil entfernen (Schrauben C nach Bild 5-5.1 herausdrehen), die Steckerleiste ST303 abziehen und die Kabel K301 und K302 an RS2 und RS3 abschrauben.

Die sechs Befestigungsschrauben (Bild 5-11) entfernen.

Die Frequenzerweiterung bzw. der Frequenzverdoppler kann jetzt herausgenommen werden.

5.4.9.1 Verdoppler Y301

Zum Öffnen werden die sechs Deckelschrauben (Bild 5-11) gelöst.

5.4.9.2 Bandpässe 0,5-1 GHz Y302 und Endstufe Y303

Nur bei der 1,05-GHz-Frequenzerweiterung SMDU-B3.

Diese Dünnfilmbauteile können nur im Werk repariert werden. Beim Öffnen der Baugruppe erlischt die Garantie.

5.5 Nachträglicher Einbau der Erweiterungen zum SMDU

5.5.1 Synchronisation SMDU-B1

Nach Lockern der Schrauben A (Bild 5-5) das obere Abdeckblech entfernen.

Die Schrauben F (Bild 5-6.3) lösen und die Blindplatte herausnehmen.

Die Verschlußkappen von ST76 und ST77 am Zähler Y7 entfernen.

Die Schrauben H (Bild 5-6.2) entfernen.

Das Synchronisationsgehäuse auf das Zählergehäuse setzen und mit den nachgelieferten Schrauben befestigen.

Das mitgelieferte Kabel K201 an die Stecker ST76 (Zähler) und ST201 (Synchronisation) anschrauben.

Das mitgelieferte Kabel K202 an die Stecker ST77 (Zähler) und ST202 (Synchronisation) anschrauben.

Die Synchronisationsfrontplatte einsetzen und mit den Schrauben F (Bild 5-6.3) befestigen.

Die Buchsenleiste BU203 an der linken Seite der Synchronisation anstecken.

5.5.2 1,05-GHz-Frequenzerweiterung SMDU-B3 und 1,05-GHz-Frequenzverdoppler SMDU-B5

Die 1,05-GHz-Frequenzerweiterung SMDU-B3 oder der 1,05-GHz-Frequenzverdoppler SMDU-B5 wird an der rechten Seite des SMDU eingebaut. Sie sind bei Lieferung fertig abgeglichen und ohne weitere Maßnahmen voll betriebsfähig.

Einbauanweisung:

a) Die Schrauben A und B (Bild 5-5) lockern und das obere und untere Abdeckblech entfernen.

b) Die Schrauben D (Bild 5-5.2) lösen und das rechte Seitenteil entfernen.

c) Die 1,05-GHz-Frequenzerweiterung oder den 1,05-GHz-Frequenzverdoppler einsetzen und mit sechs Schrauben festschrauben. Die Buchse BU303 auf den Stecker ST303 aufstecken.

d) Das Kabel K18 zwischen dem Verstärker Y2/ST26 und dem HF-Teiler Y4/ST41 entfernen.

   Den Verstärker Y2 (Stecker ST26) durch das Kabel K301 mit der Frequenzerweiterung oder dem Frequenzverdoppler (ST301) verbinden.

   Den HF-Teiler Y4 (Stecker ST41) durch das Kabel K302 mit der Frequenzerweiterung oder dem Frequenzverdoppler (ST302) verbinden.

e) Am Bereichschalter Y10 (250.1019) die Drahtbrücke BR1 einlöten (Bestückungszeichnung 250.1019).

Hinweis: Wenn mit einem Analysator Seitenbänder im Abstand von etwa 500 kHz vom Träger festgestellt werden, kann man dem durch folgende Maßnahme abhelfen: Auf der Modulatorplatine 249.9403, die sich im Verstärker Y2 befindet, vom gemeinsamen Punkt R68-R69-R70-R71 einen Kondensator von 10 nF nach Masse einlöten.

5.5.3 1-GHz-Frequenzmesser SMDU-B4

Der 1-GHz-Frequenzmesser wird an der rechten Seite des SMDU am hinteren senkrechten Rahmenteil befestigt. Im Bild 5-7.3 ist der Platz zu erkennen, der dafür vorgesehen ist; es ist dies die dunkle Fläche, in der zwei Elkos zu sehen sind. Der Frequenzmesser ist bei Lieferung fertig abgeglichen und ohne weitere Maßnahmen voll betriebsfähig.

Einbauanweisung:

a) Die Schrauben A und B (Bild 5-5) lockern, das obere und untere Abdeckblech entfernen.

b) Das rückwärtige Abdeckblech und anschließend den rechten Profilwinkel entfernen.

c) Den Befestigungswinkel, der bei Lieferung am Frequenzmesser angeschraubt ist, von diesem abschrauben und an der hinteren Rahmenschiene des SMDU mit den ebenfalls mitgelieferten Klipsmuttern und Senkschrauben befestigen.

d) Die Abdeckkappe vom Stecker ST403 entfernen (ST403 befindet sich am Frequenzmesser). Den Frequenzmesser in die vorgesehenen Befestigungsschlitze einschieben und festschrauben. Die Abdeckkappe wieder aufsetzen.

e) Das Kabel K1 an den Stecker ST401 anschließen und die Buchse BU404 auf den Stecker ST404 aufstecken.

f) Den Stecker ST402 mit dem Stecker ST7 der Baugruppe Y7 verbinden; dazu das Kabel K402 verwenden.

g) Den Verriegelungsbügel an der Taste FREQ. METER 0,5-1 GHz entfernen.

5.6 Modifikation der Synchronisation SMDU-B1

Hierzu Stromläufe 249.6340 S und 275.0168 S

Die Modifikation der Synchronisation betrifft den Rasterabstand. Dieser läßt sich von 12,5 kHz auf 10 kHz umstellen. Dazu muß sowohl das Teilungsverhältnis des Programmteilers als auch die Schleifenverstärkung geändert werden.

a) Änderung des Teilungsverhältnisses (Stromlauf 275.0168 S):
Die Kathode der Diode GL13 von ihrem Lötpunkt ab- und an die Anode von GL6 anlöten.

Das neue Teilungsverhältnis ist 64.

b) Änderung der Schleifenverstärkung (Stromlauf 249.6340 S):
Der Teilerwiderstand R231, der sich am Kanalrasterschalter an der Frontplatte befindet, gegen einen mit 8,2 k austauschen.