



ROHDE & SCHWARZ

Beschreibung

**POLYSKOP
SWOB 5**

333.0019.52

333.0019.72

Zusammengestellt nach
333.4737 ZV

Printed in West Germany

ENGLISH MANUAL FOLLOWS FIRST COLOURED DIVIDER

<u>1.</u>	<u>Eigenschaften</u>	9
1.1.	Anwendung	9
1.2.	Wirkungsweise und Aufbau	11
1.2.1.	Der Wobbelgenerator	11
1.2.2.	Die Anzeigeverstärker	13
1.2.2.1.	Die Verstärker-Einschübe LOG. AMPLIFIER E1 und E3	13
1.2.2.2.	Der Verstärker-Einschub LIN. AMPLIFIER E2	13
1.2.2.3.	Das NF-Motherboard	14
1.2.3.	Das Sichtteil	14
1.2.4.	Mechanischer Aufbau	15
1.3.	Technische Daten	16
<u>2.</u>	<u>Betriebsvorbereitung und Bedienung</u>	25
2.1.	Betriebsvorbereitung	25
2.1.1.	Legende zu Bild 2-16 und 2-17	25
2.1.2.	Aufstellen des Gerätes	32
2.2.	Einschalten und Grundeinstellung des Grundgerätes	32
2.2.1.	Einschalten des Gerätes	32
2.2.2.	Einstellen der Helligkeit	32
2.2.3.	Frequenzmarken und Rasterbeleuchtung	32
2.2.4.	ZF-Marken (mit Option SWOB5-B3)	33
2.2.5.	Variable Marke	33
2.2.6.	Einstellen der horizontalen Maßlinien des Grundgerätes	33
2.2.7.	Wobbelbetrieb	34
2.2.7.1.	Wobbelhub und Mittenfrequenz	34
2.2.7.2.	Automatischer Ablauf (AUTO)	34
2.2.7.3.	Manueller Ablauf (MAN.)	34
2.2.7.4.	Einzelner Ablauf (SINGLE)	35
2.2.7.5.	Rauschfilter	35
2.2.8.	Dauerstrichbetrieb (DS-Betrieb)	35
2.2.9.	Amplitude am HF-Ausgang	36
2.2.10.	Triggerein- und -ausgang	36
2.2.11.	Fernsteuerung	36
2.2.12.	Schreiberanschluß	36
2.2.12.1.	Schreiberanschluß bei der Grundausstattung	36
2.2.12.2.	Langsamer Schreiberablauf SWOB5-B2 (Option)	37
2.2.13.	TEST-Ausgang und Eingang für externe X-Ablenkung	37
2.2.14.	HF-Kontrollausgang	38
2.3.	Grundeinstellungen an den Anzeigeverstärkereinschüben	38
2.3.1.	Grundeinstellungen am Einschub	38
	LOG. AMPLIFIER SWOB5-E1	
2.3.2.	Grundeinstellungen am Einschub	38
	LIN. AMPLIFIER SWOB5-E2	
2.3.3.	Grundeinstellungen am Einschub LOG.AMPLIFIER	39
	SWOB5-E3	
2.4.	Externe Regelung SWOB5-B1 (Option)	39
2.5.	Vorbereiten und Durchführen von Messungen	41
2.5.1.	Anschluß des Meßobjektes	41
2.5.1.1.	Grundsätzliche Meßanordnungen	41

2.5.1.2.	Anschluß an den Sendeteil	42
2.5.1.3.	Anschluß an die NF-Kanäle	43
2.5.1.3.1.	Anschluß an den Log.-Einschub SWOB5-E1	43
2.5.1.3.2.	Anschluß an den Lin.-Einschub SWOB5-E2	44
2.5.1.3.3.	Anschluß an den Log.-Einschub SWOB5-E3	44
2.5.1.4.	HF- und Brummschleifen	45
2.5.2.	Einstellen der Meßspannung	45
2.5.3.	Wahl der Mittenfrequenz und des Frequenzhubes	45
2.5.4.	Frequenzmarken	46
2.5.5.	Zwischenfrequenzmarken mit der Option SWOB5-B3 und SWOB5-B4	46
2.5.6.	Kriterien zur Wahl von Frequenzhub und Ablaufzeit	48
2.5.7.	Wahl der Ablaufzeit	49
2.5.8.	Messungen des HF-Pegels	50
2.5.8.1.	Pegelmessung mit dem Einschub	50
	LOG.AMPLIFIER SWOB5-E1	
2.5.8.2.	Pegelmessung mit dem Einschub	51
	LIN.AMPLIFIER SWOB5-E2	
2.5.8.3.	Pegelmessung mit dem Einschub LOG. AMPLIFIER	51
	SWOB5-E3	
2.5.9.	Messung der Transmission $ S_{21} $ und $ S_{12} $	52
2.5.9.1.	Messung von $ S_{21} $ und $ S_{12} $ mit dem Einschub	52
	LOG.AMPLIFIER SWOB5-E1	
2.5.9.2.	Messung von S_{21} und S_{12} mit dem Einschub	53
	LIN.AMPLIFIER SWOB5-E2	
2.5.9.3.	Messung von S_{21} und S_{12} mit dem Einschub	54
	LOG. AMPLIFIER SWOB5-E3	
2.5.10.	Messung von Anpassung und Reflexion	54
2.5.10.1.	Messung der Rückflußdämpfung	54
2.5.10.1.1.	Messung der Rückflußdämpfung mit der Anpaß-Meßbrücke SWOB4-Z	54
2.5.10.1.2.	Messung der Rückflußdämpfung mit Richtkoppler	56
2.5.10.2.	Reflexionsmessung mit einem Vorlaufkabel	57
2.5.10.2.1.	Bestimmung der Anpassung	57
2.5.10.2.2.	Messung des Reflexionsfaktors	60
	nach Betrag und Phase	
2.5.11.	Registrieren mit einem Schreiber	62
2.5.11.1.	Schreiberbetrieb mit der Grundausstattung	62
2.5.11.2.	Schreiberbetrieb mit der Option	63
	"Langsamer Schreiberablauf" SWOB5-B2	
2.6.	Meßbeispiele	63
2.6.1.	Allgemeine Hinweise	63
2.6.2.	Messung von Verstärkerstufen mit	64
	Parallelresonanzkreisen	
2.6.3.	Messung und Abgleich	66
	wellenwiderstandsrichtig angepaßter Filter	
2.6.4.	Filterabgleich nach Muster	67
2.6.5.	Messungen an Breitbandverstärkern	68
2.6.6.	Messungen an Fernsehempfänger-Baugruppen	68
2.6.6.1.	Gleichzeitige Messung von	68
	Transmission und Reflexion an Tunern	
2.6.6.2.	Messung der Zwischenfrequenz bei Fernseh-Tunern ..	69
	unter Verwendung der Option "ZF-Marken" SWOB5-B3	
2.6.6.3.	Abgleich von Fernseh-ZF-Verstärkern	70
2.6.6.4.	Abgleich des Ton-ZF-Teils	70
2.6.7.	Messungen an Kabeln	71
2.6.7.1.	Bestimmung der Dielektrizitätskonstante	71
2.6.7.2.	Ermittlung der Kabeldämpfung	71

2.6.7.3.	Beurteilung der Homogenität von Kabeln	72
2.6.7.4.	Beurteilung der Güte des Kabelabschlusses	72
3.	<u>Wartung</u>	73
3.1.	Erforderliche Meßgeräte	73
3.2.	Prüfen der Solleigenschaften	74
3.2.1.	HF-Ausgangspegel	74
3.2.2.	HF-Ausgangsteiler	75
3.2.3.	Frequenzgangmessung	75
3.2.4.	Oberwellenabstand	75
3.2.5.	Störhub	76
3.2.6.	Frequenzhub, Frequenzlage	76
3.2.7.	Frequenzskala	76
3.2.8.	Bildrand	77
3.2.9.	Ablaufzeit	77
3.2.10.	Horizontallinien	77
3.2.11.	Ablaufarten	78
3.2.12.	Frequenzmarken	78
3.2.1.3.	Einschub Log.-Verstärker E1	79
3.2.14.	Einschub Lin.-Verstärker E2	81
3.2.15.	Einschub Log.-Verstärker E3	82
3.3.	Reinigung des Gerätes	84
4.	<u>Funktionsbeschreibung</u>	85
4.1.	Hubablaufsteuerung	85
4.1.1.	Erzeugung der Sägezahnspannung	85
4.1.2.	Aufbereitung der Sägezahnspannung	86
4.1.3.	Abstimmung des YIG-Oszillators	86
4.1.4.	Bildrandaustastung	88
4.1.5.	Erzeugung des Skalenimpulses	88
4.1.6.	Steuerlogik	89
4.1.6.1.	Wobbelbetrieb (1000; 5-1000; 0,3-50)	89
4.1.6.2.	Dauerstrichbetrieb	91
4.1.7.	Fernsteuerung	92
4.2.	Ablaufplatte	92
4.3.	HF-Teil	94
4.3.1.	HF-Generator	94
4.3.2.	Pegelregelung	94
4.3.3.	Option "Externe Regelung" SWOB5-B1	95
4.4.	Rastermarken	96
4.4.1.	Markenteil	96
4.4.2.	Markenaufbereitung	97
4.4.3.	Option "ZF-Marken"	99
4.5.	Anzeigeverstärker	100
4.5.1.	Logarithmischer Anzeigeverstärker- Einschub SWOB-E1	100
4.5.1.1.	Signalweg I (für HF-Spannungen <20 mV)	101
4.5.1.2.	Signalweg II (für HF-Spannungen >20 mV)	106
4.5.1.3.	Übernahmeschaltung und Ausgangsstufe	108
4.5.2.	Linearer Anzeigeverstärker-Einschub SWOB5-E2	110
4.5.3.	Logarithmischer Anzeigeverstärker-Einschub SWOB5-E3	112
4.6.	NF-Motherboard	113
4.6.1.	Anzeigeverstärker	113
4.6.2.	Versorgungsspannungsregelung	115
4.6.3.	Schaltspannungserzeugung	115

4.6.4.	Referenz-Oszillator	117
4.6.5.	Automatische Ablaufzeit-Steuerung	117
4.7.	Option "Langsamer Schreiberablauf"	118
4.8.	Komparator	119
4.9.	Hellstärker	120
4.10.	Helligkeitsplatte und Pegellinienplatte	121
4.11.	Y-Generator 50 kHz und Hochspannung 40 kHz	122
4.12.	X-Verstärker	122
4.13.	Netzplatte	123
4.13.1.	Regelteil +57,5 V	123
4.13.2.	Regelteil +5 V	123
4.13.3.	Regelteil +24 V	124
4.13.4.	Regelteil -5 V	125
4.13.5.	Regelteil -20 V	125
4.14.	Verteilerplatte	125
4.15.	Option "Bildspeicher Interface"	125
5.	<u>Instandsetzung</u>	127
5.1.	Netzteil	127
5.2.	Hochspannung	128
5.3.	Hubablaufsteuerung	128
5.4.	HF-Teil	129
5.5.	Markenteil	130
5.6.	Y-Generator	131
5.7.	X-Verstärker (Vorabgleich)	131
5.8.	Bildgeometrie	131
5.9.	X-Verstärker (Endabgleich)	132
5.10.	YIG-Oszillator	132
5.11.	Bildrand	133
5.12.	Funktionsprüfung der Ablaufarten	133
5.13.	Funktionsprüfung Buchse TEST (54)	134
5.14.	Funktionsprüfung der Buchse	134
	FERNSTEUERUNG (49)	
5.15.	NF-Motherboard, Überprüfung der	135
	Spannungen und Takte	
5.16.	Komparator	137
5.18.	Funktionsprüfung	138
	Schreiberanschlüsse 50, 51, 52, 53 (ohne Option)	
5.19.	Helligkeitsplatte	139
5.20.	Störhub	140
5.21.	Frequenzgang	140
5.22.	Log.-Verstärker E1	141
5.22.1.	Regelschleife	141
5.22.2.	Verstärkerteil für den quadratischen Teil	141
	der Meßdiodenkennlinie	
5.22.3.	Abgleich der Horizontallinie	142
5.22.4.	Gemeinsamer Abgleich	142
5.22.5.	Gleichlauf NF-Linie-Horizontallinie	143
	überprüfen	
5.23.	Abgleich Lin.-Einschub E2	143
5.24.	Log.-Verstärker E3	143
5.24.1.	Regelschleife	143
5.24.2.	Verstärkerteil für den quadratischen Teil	144
	der Meßdiodenkennlinie	
5.24.3.	Abgleich der Horizontallinie	144
5.24.4.	Gemeinsamer Abgleich	144
5.24.5.	Gleichlauf NF-Linie-Horizontallinie überprüfen ..	145

5.24.6.	Delogarithmierer zur mV-Anzeige	145
5.25.	Option "Langsamer Schreiberablauf"	145
5.26.	Option "ZF-Marken"	147
6.	<u>Nachträglicher Einbau der Optionen</u>	149
6.1.	Externe Regelung SWOB5-B1	149
6.2.	Langsamer Schreiberablauf SWOB5-B2	149
6.3.	ZF-Marken SWOB5-B3	150
6.4.	Bildspeicher Interface	151

Tabellen im Text

Tab. 1	Hubbereiche	46
--------	-------------------	----

Bilder im Text

Bild 2-1	Externe Regelung	40
Bild 2-2	Messung der Transmission	41
Bild 2-3	Messung der Rückflußdämpfung zum Bestimmen der Eingangsreflexion	42
Bild 2-4	Einblenden von ZF-Marken mit der Option SWOB5-B3	48
Bild 2-5	Anpassungsmessung mit der Brücke	54
Bild 2-6	Messung der Rückflußdämpfung	56
Bild 2-7	Reflexionsmessung mit Vorlaufkabel	57
Bild 2-8	Spannungsverlauf am Bildschirm	58
Bild 2-9	Frequenzabhängige Welligkeit	59
Bild 2-10	Reflexionsfaktormessung Methode 1	60
Bild 2-11	Reflexionsfaktor- messung, Methode 2	61
Bild 2-12	Phasenwinkel des Reflexionsfaktors	62
Bild 2-13	Verstärker mit Parallelkreis	64
Bild 2-14	Angepaßtes Filter	66
Bild 2-15	Messung von Transmission und Reflexion an Tunern	69
Bild 4-1	Grundsätzliche Anordnung einer Klemmstufe	102
Bild 4-2	Prinzip des Logarithmierers	104
Bild 4-3	Prinzip der Referenz-Regelschleife	106
Bild 4-4	Spannungsdiskriminator	108
Bild 4-5	Erzeugung der Schaltimpulse im Rücklauf	115
Bild 4-6	Impulsdiagramm zu Bild 4-5	116
Bild 4-7	Ausgangsspannungen des Referenz-Oszillators	117
Bild 6-1	Steckverbindung "Externe Regelung"-Verteilerplatte	149

1. Eigenschaften

1.1. Anwendung

Das Polyskop SWOB 5 ist ein kompaktes Zweikanalwobbelmeßgerät. Seine Einsatzgebiete sind in gleichem Maße Labor, Prüffeld und Fertigung sowie alle Stellen, an denen für Einzel- und Serienmessungen neben der Großbilddarstellung vor allem einfache Bedienbarkeit eine wichtige Forderung ist. Die Dokumentation ist mittels Schreiber oder Fotovorsatz möglich. Der gesamte Frequenzbereich von 0,1 bis 1000 MHz ist in einem Hub durchstimmbar. Der Wobbelhub ist in vier Bereiche aufgeteilt. Breitbandig überstreicht er den ganzen Bereich oder ist von 5 bis 1000 MHz kontinuierlich veränderbar. Für schmalbandige Meßobjekte läßt sich der Hubbereich umschalten und dann von 0,3 bis 50 MHz ebenfalls kontinuierlich verändern. Außerdem läßt sich der Hub ganz abschalten, so daß ein Signalgenerator zur Verfügung steht, der im Bereich 100 kHz bis 1 GHz durchstimmbar ist (Dauerstrichbetrieb).

Zur Orientierung auf der Frequenzachse dienen Impuls- oder Strichmarken, die in ihrer Amplitude bzw. Helligkeit kontinuierlich einstellbar sind. Eine von Hand verstellbare Helligkeitsmarke, bei der der Frequenzablauf kurz gestoppt wird, ermöglicht es, einen am HF-Kontrollausgang angeschlossenen Frequenzzähler zu triggern. Die Einspeisung von Fremdmarken ist möglich. Am unteren Bildrand wird der jeweils eingestellte Wobbelbereich durch einen hellen Balken auf einer Skala markiert. Die Ablaufzeit läßt sich zwischen 20 ms und 2 s kontinuierlich einstellen. Die Meßkurven werden auf einem nachleuchtenden Bildschirm mit 28 cm Diagonale dargestellt.

Der Empfangsteil besteht aus je einem Meßkopf und einem Anzeigeverstärker. Es stehen Abschluß- und Durchgangsmessköpfe sowie Tastköpfe zur Verfügung.

Die Anzeigeverstärker sind als Einschübe ausgeführt, um den Wobbelmeßplatz je nach Meßanforderungen ein- oder zweikanalig mit linearen und/oder logarithmischen Verstärkern optimal auszurüsten zu können.

Alle drei Anzeigeverstärker sind in der Lage, Störsignale - wie sie z.B. bei Tunern durch die immer vorhandene Oszillatorspannung auftreten und die den ausnutzbaren Dynamikbereich einschränken können - durch einen Meßvorgang während des Rücklaufes bei ausgetasteter HF zu erfassen und zu kompensieren. Bei den logarithmischen Verstärkereinschüben ist dies immer der Fall, während beim linearen diese Betriebsart durch entsprechende Stellung des Eingangswahlschalters bei Bedarf gewählt werden kann.

Die beiden logarithmischen Verstärker besitzen beim Zusammenspiel mit einem HF-Abschluß- oder -Durchgangskopf eine Rauschgrenze von typisch 170 μ V. Dies bedeutet bei einer Ausgangsspannung des Sendeteils von 0,5 V einen Dynamikbereich von 70 dB. Betreibt man das Sendeteil jedoch mit 1 V Ausgangsspannung (Umschaltung an der Geräterückseite, siehe Technische Daten), so beträgt der Dynamikbereich 76 dB.

Durch den Einsatz des Aktivdemodulators 333.8510... ist es möglich, die Empfindlichkeitsgrenze auf ca. 20 μV herabzusetzen. Bedingt durch die Aussteuergrenze des Aktivdemodulators von 50 mV ergibt sich wieder ein Dynamikbereich von ca. 70 dB.

Beim logarithmischen Einschub E1 ist der dargestellte Bereich am Bildschirm zwischen 80, 60, 40, 20 und 10 dB umschaltbar und läßt sich durch ein Lagepotentiometer über einen Bereich von > 70 dB verschieben, so daß auch jeder Bereich der dargestellten Kurve im gespreizten Betrieb untersucht werden kann. Zur genauen Kurven- und Pegelausmessung dient eine geeichte Horizontallinie, die über ein 10-Wendel-Potentiometer verschoben und deren Pegellage an einem Skalenknopf in 0,1-dB-Schritten abgelesen werden kann. Die Nullage der Pegellinie ist durch einen Einstellknopf verschiebbar, wobei eine Raststellung vorhanden ist, die einem Bezugspegel von 1 V entspricht. Befindet sich dieser Knopf nicht in der kalibrierten Raststellung, so wird dies durch eine Lampe signalisiert. Der logarithmische Einschub E3 bietet nicht nur Anschlußmöglichkeiten für sämtliche SWOB5-HF-Meßköpfe sondern auch für NF-Signale direkt aus dem Meßobjekt wie z. B. Gleichrichterschaltungen oder ZF-Verstärker mit eingebautem Demodulator. Ein Umschalten auf positive und negative Meßspannungen ist möglich. Der Dynamikumfang über den NF-Eingang beträgt bei 1 V Eingangsspannung und einer Rauschgrenze von 170 μV ebenfalls 76 dB. Der am Bildschirm dargestellte Bereich ist zwischen 100, 80, 50, 20 und 10 dB umschaltbar und wie beim Einschub E1 durch ein Lagepotentiometer über einen Bereich > 70 dB verschiebbar. Die geeichte Horizontallinie läßt sich über ein 10-Wendel-Potentiometer einstellen und der ihr entsprechende Pegel an einer 3 1/2stelligen Ziffernanzeige ablesen. Der Meßwert kann absolut in mV oder dBV sowie relativ in dB angezeigt werden. Bei Absolutmessung in mV wird eine automatische Bereichsumschaltung vorgenommen. Wird eine Relativmessung gewünscht, so erfolgt das Setzen des Bezugspunktes (0 dB) automatisch durch Knopfdruck bei dem Pegel, der der momentanen Lage der Horizontallinie entspricht. Beim Zusammenspiel des Verstärkers mit dem Aktivdemodulator SWOB5-Z4 wird dessen Verstärkung von 20 dB automatisch bei der Pegelanzeige berücksichtigt. Störsignale am Eingang, wie z. B. bei Tunern durch die immer vorhandene Oszillatorspannung auftreten, werden bis zu einer Spannung von ca. 40 mV bei Verwendung des Demodulatorkopfes SWOB5-Z1 oder des Durchgangkopfes SWOB5-Z3 und bis zu 4 mV bei Verwendung des Aktivdemodulators SWOB5-Z4 kompensiert. Eine Überschreitung dieser Werte wird durch eine rote Leuchtdiode signalisiert.

Um auch kleinste Signale am Bildschirm noch beobachten zu können, ist ein Rauschfilter vorhanden, das durch den Zugschalter des Ablaufzeitknopfes am Grundgerät eingeschaltet und über eine Leuchtdiode signalisiert wird.

Der lineare Einschub E2 besitzt einen NF- und einen Meßkopfeingang. Der NF-Eingang läßt sich auf positive und negative Meßspannungen umschalten. Der Ablenkoeffizient beträgt für den NF-Eingang ca. 0,2 mV/cm, über den Meßkopf, bezogen auf die HF-Eingangsspannung ca. 1 mV/cm. Der Einschub ist mit einer Kompensationsschaltung für HF-Störsignale des Meßobjektes ausgerüstet, die bei Bedarf an jeden Eingang geschaltet werden kann.

Zur Ablaufsteuerung sind wahlweise AUTO (Vorlauf und Rücklauf, mit HF-Austastung im Rücklauf), MAN (Bildauslenkung von Hand einstellbar) und SINGLE (einmaliger Ablauf, durch Taste auslösbar, Schreiberbetrieb) einschaltbar.

An der Rückseite befinden sich der Trigger-Ein-Ausgang, ein Anschluß für Fernbedienung, der X-, YI- und YII-Ausgang, der Schreiberanschluß und ein HF-Kontrollausgang. Über die Testbuchse kann eine externe X-Ablenkspannung eingespeist werden. An dieser Buchse stehen auch die Versorgungsspannungen (+24 V und wahlweise +5 V oder -20 V), ein TTL-Signal mit "Low" im Rücklauf und "High" im sichtbaren Vorlauf und der Ablaufsägezahn zur Verfügung.

Das Gerät kann wahlweise mit den Optionen "Langsamer Schreiberablauf", "Externe Regelung", "ZF-Marken" und "Bildspeicher Interface" durch den Einbau in den vorgesehenen Raum, erweitert werden. Die elektrische Verbindung geschieht über unverwechselbare Steckverbindungen im Grundgerät.

Mit der Option "Langsamer Schreiberablauf" wird die Ablaufzeit bei Verbindung zweier Kontakte am Schreiberabgang (geschieht automatisch bei Verwendung des Schreiberkabels) auf ca. 30 s erhöht. Der Baustein "Externe Regelung" gestattet das Erzeugen einer zwischen 0,1 V und 0,5 V einstellbaren Ausgangs-EMK außerhalb des Grundgerätes mit Hilfe eines Durchgangskopfes. Der HF-Generator verhält sich dabei so, als ob seine Quelle innerhalb des Durchgangskopfes (in der Mitte, parallel zum Abzweigpunkt der Gleichrichterdiode) läge. Die Option "ZF-Marken" erlaubt es, bei umzusetzenden Meßobjekten, die Lage der Zwischenfrequenz durch zwei quartzgenaue Marken zu kontrollieren. Das "Bildspeicher Interface" ermöglicht den Anschluß des digitalen Bildspeichers BDS. Diese Option kann nur in Geräte ab der Seriennummer 871551 eingebaut werden.

1.2. Wirkungsweise und Aufbau

Das Kompaktwobbelmeßgerät SWOB 5 besteht aus 3 Teilen:

- Dem Wobbelgenerator mit Breitbandverstärker, Pegelregelung, Eichleitung, Markenteil und Ablaufsteuerung.
- Den Anzeigeverstärkern (linearer Einschub, logarithmischer Einschub) mit dem NF-Motherboard.
- Dem Sichtgerät mit X-Verstärker, Y-Generator, Komparator, Hellsteuerverstärker, Pegellinien und Hochspannungsgenerator.

1.2.1. Der Wobbelgenerator

Als variabler Oszillator wurde ein YIG-Oszillator gewählt, der den Frequenzbereich 2 bis 3 GHz überstreicht. Er wird durch Mischung mit einer Festfrequenz von 2 GHz, die durch Vervielfachung einer 100-MHz-Quarzfrequenz gewonnen wird, auf 0,1 MHz bis 1 GHz umgesetzt (Regellage). Dem Mischer folgt ein Breitbandverstärker, der den Pegel auf 0,5 bis 1 V_{eff} anhebt. Ein Tiefpaß sperrt Oberwellen über 1,05 GHz. Ein kleiner Teil der HF-Leistung wird über den EMK-

Verteiler für die Pegelregelung, das Markenteil und den rückwärtigen zweiten HF-Ausgang abgezweigt. Mit der anschließenden Eichleitung kann das Ausgangssignal um insgesamt 70 dB in 1- und 10-dB-Schritten abgeschwächt werden.

Die durch den EMK-Verteiler für die Pegelregelung abgezweigte HF wird mit einer Diode gleichgerichtet und einem Verstärker zugeführt, der über 2 PIN-Dioden den Ausgangspegel der 2-GHz-Festfrequenz regelt. Durch die Pegelregelung wird der Frequenzgang von YIG-Oszillator, Mischer, Breitbandverstärker und Tiefpaß ausgeglichen und eine konstante, frequenzunabhängige EMK erzeugt.

Im Markenteil werden durch drei quarzgenaue Festfrequenzen (1, 10, 100 MHz) drei Frequenzraster erzeugt und mit der durch den EMK-Verteiler ausgekoppelten HF gemischt. Mit geeigneten Tiefpässen wird der NF-Anteil herausgefiltert, anschließend verstärkt, begrenzt und gleichgerichtet. Die entstehenden Impulse können wahlweise dem NF-Signal aufaddiert werden - die Impulshöhe ist an der Frontplatte einstellbar - oder über einen Verstärker der Kathode der Bildröhre zugeführt werden. Während der Impulsdauer entsteht auf dem Bildschirm ein senkrechter Strich; die Helligkeit der Strichmarken ist ebenfalls einstellbar. Da zwei Markengruppen (100 und 10 MHz oder 10 und 1 MHz) dargestellt werden können, läßt sich zur Unterscheidung die Impulshöhe bzw. die Markenhelligkeit variieren.

Für Schwebungsmarken mit einem externen Sender steht ein weiterer Mischer mit Aufbereitung zur Verfügung. Der YIG-Oszillator wird von der Ablaufsteuerung durchgestimmt. Hierzu wird ein Sägezahn erzeugt, der in seiner Gleichspannungslage und Amplitude so variiert werden kann, daß der gesamte Frequenzbereich, aber auch beliebige Ausschnitte davon, durchfahren werden können. Durch Umschalten ist es möglich, den Sägezahn durch eine Gleichspannung zu ersetzen, die mit einem Kopf an der Frontplatte verändert werden kann. Damit läßt sich der eingestellte Frequenzabschnitt von Hand durchfahren. Für die Darstellung eines einzelnen Ablaufs wurde eine Kippschaltung eingebaut, die nach beendetem Ablauf Bild und HF unterdrückt.

Zur Darstellung der variablen Marke wird der Ablauf für ca. 12 ms gestoppt. Gleichzeitig wird ein Triggerimpuls abgegeben, mit dem ein externer Zähler gesteuert werden kann. Dadurch läßt sich mit Hilfe des zweiten rückwärtigen HF-Ausgangs die Frequenz während der Markendauer messen.

Während des Rücklaufs tastet die Ablaufsteuerung die HF aus. Außerdem werden in der Ablaufsteuerung die für die Anzeigeverstärker und das Sichtgerät notwendigen Steuertakte und X-Signale erzeugt.

1.2.2. Die Anzeigeverstärker

1.2.2.1. Die Verstärker-Einschübe LOG. AMPLIFIER E1 und E3

Im Logarithmierverstärker der Einschübe LOG. AMPLIFIER werden die Richtspannungen von HF-Signalen unter ca. 20 mV und über ca. 20 mV in zwei getrennten, eingangsseitig parallel geschalteten Empfangsteilen verarbeitet um die optimale Empfindlichkeit und NF-Bandbreite zu erreichen. Nach dem Logarithmieren werden die Signalspannungen wieder pegelrichtig zu einer Anzeigespannung zusammengefügt.

Der Signalweg I besteht aus einem rausch- und driftarmen Eingangsverstärker, einer Klemmstufe zur HF-Störsignalunterdrückung und einem präzisen, temperaturstabilen Logarithmierverstärker.

Im Signalweg II gelangt das NF-Signal über eine Klemmstufe (Störsignalunterdrückung) an einen Operationsverstärker, der über einen Modulator und einen Referenzgleichrichter zur Linearisierung der gekrümmten Richtkennlinie des Meßgleichrichters gegengekoppelt ist. Die am Ausgang dieses Verstärkers anstehende Spannung steuert einen Logarithmierverstärker. Die Ausgänge der Logarithmierer beider Signalwege werden über eine Spannungsdiskriminatorstufe zusammengefaßt. Ist die HF-Spannung am Meßgleichrichter kleiner als ca. 20 mV, erscheint am Diskriminatorausgang die NF-Spannung des Signalweges I, bei HF-Spannungen über ca. 20 mV wird der Signalweg II durchgeschaltet.

Dem Spannungsdiskriminator folgt ein umschaltbarer Spannungsteiler, mit dem der am Bildschirm darzustellende Bereich (siehe Techn. Daten) gewählt werden kann.

Das Ausgangssignal des Spannungsdiskriminators steuert außerdem eine Baugruppe auf dem NF-Motherboard, die aus der rasch absinkenden Signalspannung, wie sie z.B. beim Wobbeln der fallenden Flanke steiler Bandfilter entsteht, ein Schaltkriterium gewinnt, mit dessen Hilfe der Ablenkgenerator der Hubablaufsteuerung automatisch verlangsamt wird. So kann insgesamt mit einer höheren Ablaufgeschwindigkeit gearbeitet werden, ohne daß Einschwingfehler auftreten.

Die Lage des Ausgangssignals und damit die Bildlage wird in der letzten Stufe eingestellt. Die Lageeinstellung beeinflusst auch entsprechend die geeichte Pegellinie, so daß die Eichung bei Lageänderung erhalten bleibt.

1.2.2.2. Der Verstärker-Einschub LIN. AMPLIFIER E2

Der NF-Verstärker des Einschubes LIN. AMPLIFIER ist fünfstufig ausgelegt. Die Amplitude wird durch Verändern der Gegenkopplung der dritten Verstärkerstufe eingestellt. Dadurch wird auch bei zurückgedrehtem Pegeleinsteller ein guter Signal-Rauschabstand erreicht. Die Lage des Ausgangssignals und damit die Bildlage wird in der letzten Stufe des Verstärkers eingestellt.

In der Betriebsart "HF-Störspannungsunterdrückung" bildet die zweite Verstärkerstufe, zusammen mit einem Trennkondensator und einem Schalt-FET, eine Klemmstufe.

1.2.2.3. Das NF-Motherboard

Über das NF-Motherboard sind alle Verbindungen zwischen den Anzeigeverstärker-Einschüben und dem Grundgerät geführt. Es trägt zwei Buchsenleisten, in die die Einschubplatinen gesteckt werden.

Jedem Anzeigekanal ist ein Tiefpaßfilter zugeordnet. Mit einem Zugschalter an der Frontplatte können beide Filter gemeinsam von BREIT auf SCHMAL geschaltet werden. Die Trennverstärker nach den Filtern passen die NF-Pegel an die Komparatoreingänge des Sichtgerätes an. Die Versorgungsspannungen der Einschübe werden zur sauberen Entkopplung vom Grundgerät auf dem Motherboard noch einmal stabilisiert und gesiebt.

Jeder Log.-Einschub besitzt einen speziellen Ausgang zum Steuern einer Differenzierstufe. Diese liefert eine Schaltspannung zur Verzögerung der Ablaufgeschwindigkeit während des Überfahrens steil abfallender Flanken des Meßobjektes.

Aus dem Ablenksägezahn und einem Rechtecksignal aus der Hubablaufsteuerung zur Unterscheidung von Vor- und Rücklauf, werden, mit Hilfe von Komparatoren und CMOS-Logik, Impulse zur Taktung der Klemmstufen der automatischen HF-Störsignalunterdrückung und der Stabilisierungseinrichtungen der Logarithmierverstärker erzeugt. Bei HF-Spannungen über 20 mV werden bei den Log.-Einschüben die Meßgleichrichter mit Hilfe einer Gegenkopplung über Referenzgleichrichter, mit zugehörigen Modulatoren linearisiert. Da bei den Modulatoren eine gute Trägerunterdrückung gefordert ist, wurden hierfür Zerhacker aus je zwei MOS-FET's aufgebaut, die so angesteuert werden, daß zu jedem Umschaltzeitpunkt beide FET's leitend sind. Dazu sind entsprechend versetzte Steuerspannungen notwendig. Sie werden auf dem Motherboard von einem Oszillator mit einem Dezimalzähler und logischen Verknüpfungen abgeleitet. Die Frequenz dieser Hilfsschwingungen beträgt etwa 300 kHz.

Der Abgleichpunkt der NF-Grundplatte ist von der rechten Geräteseite her leicht zugänglich.

1.2.3. Das Sichtteil

Für das Sichtteil wurde eine Bildröhre mit magnetischer Ablenkung gewählt. Die X-Ablenkung erfolgt durch einen gleichspannungsgekoppelten Verstärker mit Gegentaktendstufe. Im Eingang befindet sich ein Netzwerk aus Dioden und Widerständen, das den von der Ablaufsteuerung zugeführten Sägezahn S-förmig verzerrt und Nichtlinearitäten der X-Ablenkung ausgleicht.

Zur Darstellung der Meßkurven, Pegellinien und des Skalenbalkens wird ein Rasterverfahren angewendet. Hierbei erfolgt die Ablenkung in Y-Richtung nicht entsprechend der darzustellenden Kurve, sondern mit konstanter Amplitude und Frequenz. Die Amplitude ist so gewählt, daß der gesamte Bildschirm überschrieben wird; die Fre-

quenz beträgt etwa 50 kHz.

Die Bildröhre ist dunkelgesteuert, so daß das Raster nicht zu sehen ist. Zur Darstellung einer Meßkurve wird nun die Bildröhre genau an den Punkten hellgesteuert, an denen der Rastersinus der Y-Ablenkung spannungsmäßig mit dem darzustellenden Kurvenpunkt übereinstimmt. Ebenso werden die Pegellinien erzeugt; allerdings genügt es hier aus praktischen Gründen, nur die Punkte hellzusteuern, bei denen die Pegelgleichspannung mit der steigenden Flanke des Rastersinus übereinstimmt. Der Vergleich mit dem Rastersinus findet im Komparator statt, dessen Ausgangsimpulse im Hellsterverstärker auf max. 60 V verstärkt und auf das Steuergitter der Bildröhre gegeben werden. Von der Frontplatte aus kann die Impulshöhe und damit die Helligkeit verändert werden. Während des Rücklaufs wird der Komparator durch ein Austastsignal gesperrt und so der Rücklauf unterdrückt.

Auch der Frequenzbalken wird im Komparator erzeugt und durch ein separates Signal von der Ablaufplatte, das aus der Abstimmspannung gewonnen wird, gesteuert.

Für eine gute Helligkeit und Bildschärfe wird eine Nachbeschleunigungsspannung von ca. 13 KV benötigt. Ein freischwinger 40-kHz-Oszillator arbeitet auf einen kleinen Ferritkerntransformator, dessen Ausgangsspannung durch eine Vervielfacherkaskade auf den erforderlichen Wert gebracht wird.

1.2.4. Mechanischer Aufbau

Die beiden Anzeigeverstärker sind zur besseren Schirmung in Kammern gesteckt, die am hinteren Ende durch das NF-Motherboard verschlossen sind, das auch die Steckerleiste trägt. Die rechte Kammerwand kann für Servicezwecke abgenommen werden; an der Oberseite der rechten Kammer befinden sich einige Bohrungen, durch die Abgleichpunkte zugänglich sind.

Alle anderen Baugruppen außer Netzteil, Verteilerplatte, Bedieneinheiten sind in drei Chassis untergebracht, die um 90° herausgeschwenkt werden können. Deckel und Boden sind mit Schnellverschlüssen befestigt. Nur Hochspannungsteil und Y-Generator sind zur Verbesserung der Schirmung konventionell verschraubt. Sämtliche Baugruppen sind über steckbare Flachbandkabel und die Verteilerplatte miteinander verschaltet.

HF-Signale sind über separate Koaxialkabel geführt.

EMK-Verteiler und beide Teilerschalter sind zu einer mechanischen Einheit mit optimalen elektrischen Eigenschaften verschraubt.

Die Optionen "Externe Regelung", "Langsamer Schreiberablauf", "ZF-Marken" und "Bildspeicher Interface" sind nachrüstbar; Befestigungspunkte und unverwechselbare Anschlüsse sind vorbereitet und nach Öffnen des Gerätes zugänglich. Das "Bildspeicher Interface" kann nur in Geräten ab der Seriennummer 871551 eingebaut werden.

1.3. Technische Daten

<u>Frequenzbereich</u>	0,1...1000 MHz durchgehend, ohne Teilbereiche; nur Mittenfrequenz- und Hubein- stellung
Wobbelhub	aufgeteilt in 4 Bereiche
1000	gesamter Frequenzbereich
5-1000	Hub variabel von 5 bis 1000 MHz
0,3-50	Hub variabel von 0,3 bis 50 MHz
0	kein Hub (Dauerstrich-Betrieb)
Störhub	abhängig vom Hubbereich (Meßbandbreite 20 Hz...30 kHz)
1000	≤ 30 kHz typ. 20 kHz
5-1000	≤ 30 kHz typ. 20 kHz
0,3-50	≤ 5 kHz typ. 3 kHz
0	≤ 25 kHz typ. 20 kHz
0 Frequenzanzeige unterdrückt	≤ 5 kHz typ. 3 kHz
Hublinearität	1:1,01
Bildlinearität	besser als 1:1,1
Hubeinstellung	Δf und Mittenfrequenz (grob/fein) beliebig
extern	über Fernsteuereingang
Skalenfehler der Bereichs- anzeige	± 3 % v.E.
<u>Fernsteuerung</u>	über 7polige Buchse an der Rückseite
Mittenfrequenzeinstellung	ca. 3...8 V
Hubeinstellung (über ext. Potentiometer ≈ 5 k)	$0 \Omega \hat{=} f_{\min}$, $R_{\max} \hat{=} f$
Ablaufzeit	0...5 V für 2 bis 0,02 s
<u>HF-Kontrollausgang</u>	≈ 50 mV an 50Ω , BNC-Buchse an der Geräte- rückseite

<u>Ausgang-EMK, Ausführung</u>	50 Ω 75 Ω
(Anschluß: N-Buchse)	1 V 0,7 V (läßt sich durch Umschalten an der Rückseite um 6 dB erhöhen)
Frequenzgang der Ausgangsspannung (Abschluß mit Z)	< $\pm 0,5$ dB (typ. $\pm 0,25$ dB) für 0,1...1000 MHz < 0,15 dB bei 10 MHz Hub
bei Erhöhung um 6 dB	$\pm 0,2$ dB zusätzlich (5...300 MHz, übriger Bereich etwa +1 dB)
Ausgangsspannungsteiler	0...70 dB in 1-dB-Schritten
Gesamtfehler:	
Grobteiler (10-dB-Stufen)	$\leq \pm 0,5$ dB
Feinteiler (1-dB-Stufen)	$\leq \pm 0,2$ dB
Oberwellenabstand (bei Ausgangs-EMK = 1 V)	
0,1...1 MHz	≥ 30 dB
> 1...1000 MHz	≥ 36 dB (typ. 40 dB)
Nebenwellenabstand	≥ 40 dB
 <u>Frequenzablauf</u>	
Ablaufart AUTO	Vorlauf/Rücklauf, mit HF-Austastung im Rücklauf
MAN	Bildauslenkung von Hand ein- stellbar
SINGLE	einmaliger Ablauf auf Tasten- druck oder externes Trigger- signal; Schreiberbetrieb
Ablaufzeit AUTO	Vorlauf: 0,02...2 s, stetig einstellbar
SINGLE	Rücklauf: 0,01...0,3 s $\approx 0,02...2$ s, stetig einstellbar
Triggerauslösung	in Stellung SINGLE
Triggerpegel extern	$\approx +5$ V (über rückseitigen Eingang)

<u>Frequenzmarken intern *</u>	100 MHz; 100 10 MHz; 10 1 MHz Abweichung $< \pm 1 \cdot 10^{-4}$
extern	1...1000 MHz, $U \approx 0,2 \text{ V}$ (50Ω)
Markendarstellung	Impuls und Strichmarken
Frequenzzuordnung (intern)	durch abgestufte Amplitude bzw. Helligkeit
Helligkeitsmarke	Einstellbar mit dem Knopf 13 (Bild 2-16) in der Betriebsart AUTO.
Triggersignal für Zähler	TTL "H" während der Hellschreib- dauer ($> 10 \text{ ms}$), BNC-Ausgang
<u>Maßlinien</u>	2, jeweils getrennt in der Vertikallage und gemeinsam in der Helligkeit einstellbar
Bildformat	21 cm x 16 cm, Schirmbezeichnung: M 28-12 GM
<u>Schreiberausgang</u>	$\pm 2,5 \text{ V}$ für max. X-Auslenkung, $2,5 \text{ V}$ für max. Y-Auslenkung, $R_i \approx 5 \text{ k}\Omega$
Anschluß	6polige Buchse (1 Kanal) oder BNC-Buchsen (2 Kanäle)
<u>Externe X-Ablenkung</u>	+1 V (symmetrisch zur Nulllinie) für volle Bildaussteuerung (steigende Flanke: Vorlauf 0,02-2 s, fallende Flanke: Rücklauf 0,01-0,3 s)
Anschluß	7polige Testbuchse, rückseitig
<u>Verstärkereinschübe</u>	
<u>Logarithmischer Verstärker E1</u>	
Eingang	Meßkopf
Anschluß	7polige Buchse
Innenwiderstand	angepaßt an die Meßköpfe SWOB5-Z1, -Z2, -Z3 und -Z4

*) Bei erhöhtem Ausgangspegel (Schalter an der Rückseite auf +6 dB können Störmarken auftreten).

Messung mit Demodulator SWOB5-Z1
oder Durchgangskopf SWOB-Z3:

Meßbereich	10/20/40/60/80 dB
Bildlage-Einstellbereich	> 70 dB
Rauschpegel	typ. 170 μ V
Genauigkeit	besser \pm 1,5 dB
Max. Meßspannung am HF-Eingang	1 V
Pegellinie, geeicht in dB:	
Bezugspunkt	1 V = 0 dB (Raststellung) ca. -12 dB verstellbar
Einstellbereich	0 dB...-100 dB
Auflösung	0,1 dB
Tiefpaßfilter	am Grundgerät einschaltbar, wird signalisiert
3 dB-Punkt	ca. 40 Hz
Kompensation von Störsignalen	20 mV HF (2mV mit Aktivdemodulator)

Linearer Verstärker E2

Eingänge	NF *)	Meßkopfanschluß
Anschluß	BNC-Buchse	7polige Buchse
Innenwiderstand	\approx 500 k Ω	\approx 500 k Ω
Eingangswahlschalterstellungen	+/-/+ \approx /- \approx	=/ \approx **)
Ablenkempfindlichkeit	0,2 mV/cm	
Spannung für volle Bildhöhe bei max. Empfindlichkeit	< 3 mV	< 15 mV (in Verbindung mit SWOB5-Z1 oder -Z3)
Maximal zulässige Eingangsspannung	10 V (= oder \approx)	5 V \approx oder 10 V

*) Anschluß für Tastkopf oder Meßobjekte mit eigenem Demodulator
**) ...Kompensation von HF-Störsignalen des Meßobjektes

Logarithmischer Verstärker E3

Eingang	NF*	Meßkopf
Anschluß	BNC-Buchse	7polige Buchse
Innenwiderstand	ca. 100 K Ω	angepaßt an die Meßköpfe SWOB5-Z1, -Z2, -Z3 und -Z4

Messung mit Demodulator SWOB5-Z1
oder Durchgangskopf SWOB5-Z3

Meßbereich	10/20/50/80/100 dB
Bildlage-Einstellbereich	> 70 dB
Rauschpegel	typ. 170 μ V
Genauigkeit	besser \pm 1,5 dB
Max. Meßspannung am HF-Eingang	1V

Messung über NF-Eingang:

Meßbereich	10/20/50/80/100 dB
Bildlage-Einstellbereich	> 70 dB
Rauschpegel	typ. 170 μ V
Genauigkeit	besser \pm 1 dB
Max. Meßspannung	1 V
Max. zulässige Eingangsspannung	14 V

*) Anschluß für Tastkopf oder Meßobjekte mit eigenem Demodulator

Pegellinie, geeicht in mV, dBV und dB:

Einstellbereich	
Absolutmessung	10 μ V...1 V/-100 dBV...0 dBV
Relativmessung	0 dB...100 dB
Pegelanzeige	31/2stellig, digital
(automatische Umschaltung)	
Auflösung	10 V 100 V 1000 V
dBV/dB-Anzeigebereich	> 100 dB
Auflösung	0,1 dB
Anzeigegenauigkeit	0,1 dB bzw. 2% \pm 1 digit
Tiefpaßfilter	am Grundgerät einstellen, wird signalisiert
3 dB-Punkt	ca. 40 Hz
Kompensation von Störsignalen	NF \pm 6 V
	Meßkopf 40 mV HF (4 mV mit Aktiv- demodulator)

Anzeige durch eine rote Leuchtdiode bei Überschreitung der max. kompensierbaren Störspannung.

Empfohlene Ergänzungen

VSWR-Meßbrücke 50 oder 75 Ω

Frequenzbereich	10...1000 MHz
Meßeingang	N-Stecker
HF-Eingang	N-Buchse
Ausgang für Gleichrichter	N-Buchse
Richtdämpfung	\geq 40 dB
Einfügungsdämpfung	ca. 6,5 dB
Überspannungsschutz (wahlweise für HF-Ein- oder Ausgang, nur 50 Ω)	
Ansprechschwelle	ca. 4 V (Gleich- oder HF-Spannung)
Abschaltzeit	\leq 3 ms

Erweiterungen (Einbau mit elektrischer Verbindung über unverwechselbare Stecker des Grundgerätes)

Externe Regelung

Umschaltung Int./Ext. durch Schiebeschalter, Lampensignal bei externem Betrieb

Eingang 7polige Buchse für Durchgangskopf SWOB5-Z3

Spannungseinstellung 0,1...0,5 V, stetig

Langsamer Schreiberablauf

X-Spannung $\pm 2,5$ V für max. Auslenkung

Y-Spannung 1 V für max. Auslenkung

Ablaufzeit 0,02...2 s, ca. 30 s bei eingestecktem Schreiberanschlußkabel

Anschlüsse 1 6polige Buchse (1 Kanal),
3 BNC Buchsen

ZF-Marken

Eingang Frequenzmarken-Eingang (11 im Bild 2-16)

Frequenzbereich 0,5...150 MHz

Eingangsimpedanz 50 Ω

Welligkeitsfaktor $\leq 1,15$ (im Bereich 5 MHz...150 MHz)
mit eingebautem Tiefpaß $\leq 1,3$ (im Bereich 5 MHz...150 MHz)

Eingangsspannung für einwandfreie Markendarstellung min. 10 mV, im Bereich 5 MHz...150 MHz 1 mV
max. 200 mV

Maximal zulässige Eingangsspannung 5 V oder 10 V -

Frequenzmarken 2; durch steckbare Quarzoszillatoren erzeugt

Markenfrequenzen 33,4 MHz; 38,9 MHz
Maximaler Frequenzfehler $2 \cdot 10^{-5}$

Allgemeine Daten

Nenntemperaturbereich +5...+40 °C

Lagertemperaturbereich -25...+60 °C

Stromversorgung	110/125/220/235 V ± 10 %, 47...63 Hz (180 VA)
Abmessungen, Gewicht	484 mm x 328 mm x 436 mm, 25 kg

Bestellbezeichnung

Polyskop SWOB 5, ohne Verstärker-Einschübe:

50- Ω -Ausführung	333.0019.52
75- Ω -Ausführung	333.0019.72

Verstärker-Einschübe:

Log.-Verstärker SWOB5-E1	333.5610.02
Lin.-Verstärker SWOB5-E2	333.5010.02

Meßköpfe:

Demodulator SWOB5-Z1

50- Ω -Ausführung	333.7513.52
75- Ω -Ausführung	333.7513.72

HF-Durchgangskopf SWOB5-Z3

50- Ω -Ausführung	333.8010.52
75- Ω -Ausführung	333.8010.72

Log.-Tastkopf SWOB5-Z2	333.9016.02
------------------------	-------------

Demodulator-Tastkopf SWOB3-Z	241.2116.00
------------------------------	-------------

Aktiv-Demodulator SWOB5-Z4

50- Ω -Ausführung	333.8510.52
75- Ω -Ausführung	333.8510.72

Mitgeliefertes Zubehör Netzkabel

Empfohlene Ergänzungen (Daten siehe oben)

VSWR-Meßbrücke SWOB4-Z

50- Ω -Ausführung	912.7003.00
75- Ω -Ausführung	912.7303.00

Überspannungsschutz SWOB5-Z	333.9316.52
-----------------------------	-------------

Schreiberanschlußkabel SWOB4-Z	289.5450.02
--------------------------------	-------------





Optionen

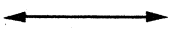
Externe Regelung, SWOB5-B1	333.6700.02
Langsamer Schreiberablauf, SWOB5-B2	333.9516.02
ZF-Marken Grundplatte SWOB5-B3, dazu erforderlich	333.9716.02
Quarzoszillatoren SWOB5-B4 33,4 MHz und 38,9 MHz	333.9916.02


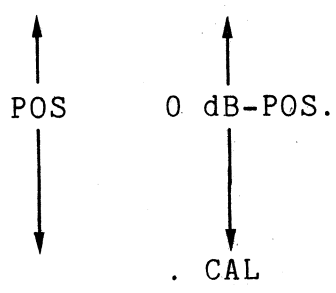
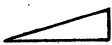

2. Betriebsvorbereitung und Bedienung

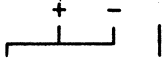
2.1. Betriebsvorbereitung





2.1.1. Legende zu Bild 2-16 und 2-17



Pos.	Beschriftung	Funktion
1	-	Frequenzmarke.
2	-	Variable Helligkeitsmarke. Der X-Ab- lauf wird bei der Marke für ca. 12 ms gestoppt. Ein an den HF-Kontrollaus- gang <u>45</u> angeschlossener, externer Frequenzzähler kann über die Buchse <u>48</u> getriggert werden, um die Frequenz am Ort der Marke zu bestimmen. Die Marke wird mit <u>13</u> eingestellt.
3	-	Horizontale Maßlinie.
4	BREITE	Breite der Frequenzmarken.
5	AMPL. 	Amplitudeneinstellung der höhen- gestaffelten Impulsfrequenzmarken.
6	HELLIGKEIT 	Grundhelligkeit der Frequenzmarken.
7	FREQ.-MARK. (MHz)   100 100 10 10 1 EXT.	Einblenden der höhengestaffelten Frequenzmarken. Einblenden der helligkeitsgestaffel- ten Frequenzmarken. Abstand der Frequenzmarken 100 MHz. Abstand 10 MHz, 100 MHz markiert. Abstand 1 MHz, 10 MHz markiert. gedrückt: einblenden von Frequenz- marken durch extern in die Buchse <u>11</u> eingespeiste Frequenzen; gelöst: bei eingebauter Option SWOB5-B3 ("ZF-Marken") werden ZF-Mar- ken durch die extern in die Buchse <u>11</u> eingespeiste Zwischenfrequenz einge- blendet.

Pos.	Beschriftung	Funktion												
8	RASTERBEL.	Einstellen der Rasterhelligkeit.												
9	HELLIGKEIT	Einstellen der Strahlhelligkeit.												
10	NETZ	Tastenschalter (Netz Ein/Aus).												
11	0,2 V 50 Ω	Eingangsbuchse für eine externe Frequenz zum Erzeugen von Frequenzmarken. Bei eingebauter Option SWOB5-Z3 ("ZF-Marken") auch Eingangsbuchse für die Zwischenfrequenz.												
12	-	Grüne Kontrollampe, leuchtet bei einmaligem Ablauf (13 SINGLE gedrückt) nach Drücken von 13 START bis zum Ende des einmaligen Ablaufs.												
13	 SWEEP VAR.MARKER	<p>Mit diesem Knopf läßt sich</p> <p>a) bei gedrückter Taste 13 MAN. der Leuchtpunkt über den Bildschirm verschieben (Wobbelablauf von Hand) und</p> <p>b) bei gedrückter Taste 13 AUTO. die variable Frequenzmarke 2 verschieben.</p> <p>In den Betriebsarten Frequenzhub 1000 MHz, 5-1000 MHz und 0,3-5 MHz (40)</p> <table border="0"> <tr> <td style="padding-right: 10px;">MAN</td> <td style="border-left: 1px solid black; padding-left: 10px;">Wobbelablauf von Hand mit dem Knopf 13 SWEEP; externe Ablenkung über 52 möglich; bei gedrückter Taste MAN wird die Grundhelligkeit reduziert.</td> </tr> <tr> <td style="padding-right: 10px;">AUTO } SINGLE }</td> <td style="border-left: 1px solid black; padding-left: 10px;">Automatischer Wobbelbetrieb. Einmaliger Ablauf.</td> </tr> <tr> <td style="padding-right: 10px;">START</td> <td style="border-left: 1px solid black; padding-left: 10px;">Start zum einmaligen Ablauf.</td> </tr> </table> <p>In der Betriebsart Frequenzhub 0 (Dauerstrich)</p> <table border="0"> <tr> <td style="padding-right: 10px;">AUTO SINGLE</td> <td style="border-left: 1px solid black; padding-left: 10px;">Ausgangssignal ungewobbelt (Dauerstrichbetrieb); Frequenzeinstellung mit 41 und 42; Frequenzanzeige durch Leuchtbalken (48). Die Anzeigeverstärker sind außer Betrieb.</td> </tr> <tr> <td style="padding-right: 10px;">MAN</td> <td style="border-left: 1px solid black; padding-left: 10px;">Wie bei AUTO und SINGLE, jedoch entfällt die Frequenzanzeige (48), dadurch verringerter Störhub.</td> </tr> <tr> <td style="padding-right: 10px;">START</td> <td style="border-left: 1px solid black; padding-left: 10px;">Keine Funktion.</td> </tr> </table>	MAN	Wobbelablauf von Hand mit dem Knopf 13 SWEEP; externe Ablenkung über 52 möglich; bei gedrückter Taste MAN wird die Grundhelligkeit reduziert.	AUTO } SINGLE }	Automatischer Wobbelbetrieb. Einmaliger Ablauf.	START	Start zum einmaligen Ablauf.	AUTO SINGLE	Ausgangssignal ungewobbelt (Dauerstrichbetrieb); Frequenzeinstellung mit 41 und 42; Frequenzanzeige durch Leuchtbalken (48). Die Anzeigeverstärker sind außer Betrieb.	MAN	Wie bei AUTO und SINGLE, jedoch entfällt die Frequenzanzeige (48), dadurch verringerter Störhub.	START	Keine Funktion.
MAN	Wobbelablauf von Hand mit dem Knopf 13 SWEEP; externe Ablenkung über 52 möglich; bei gedrückter Taste MAN wird die Grundhelligkeit reduziert.													
AUTO } SINGLE }	Automatischer Wobbelbetrieb. Einmaliger Ablauf.													
START	Start zum einmaligen Ablauf.													
AUTO SINGLE	Ausgangssignal ungewobbelt (Dauerstrichbetrieb); Frequenzeinstellung mit 41 und 42; Frequenzanzeige durch Leuchtbalken (48). Die Anzeigeverstärker sind außer Betrieb.													
MAN	Wie bei AUTO und SINGLE, jedoch entfällt die Frequenzanzeige (48), dadurch verringerter Störhub.													
START	Keine Funktion.													

Pos.	Beschriftung	Funktion
14 15	HORIZONTALINIEN 	Lageeinstellung für die zwei vom Grundgerät erzeugten Horizontallinien
16	HELLIGKEIT	Grundhelligkeitseinstellung der Horizontallinien und der Pegellinie (eingestellt mit <u>17</u>).
17	HORIZ.- LINIE -dB 0 dB \cong 1 V	Pegellinieneinsteller mit in dB geeichteter Skala; verschiebt die Meßlinie definiert gegenüber der Nulllinie, (0 dB \cong 1 V bei kalibrierter Nulllinie).
18	UNCAL.	Rote Warnlampe für die 0-dB-Lage der Pegellinie <u>17</u> . Bei erloschener Warnlampe ist die 0-dB-Linie kalibriert (0 dB \cong 1 V).
19		Mit dem großen Knopf (grau) läßt sich das Bild vertikal verschieben; (nicht, wenn <u>20</u> auf 80 dB steht). Mit dem kleinen Knopf (rot) läßt sich die Nulllinie verschieben; am rechten Anschlag (Rastpunkt .CAL, Lampe <u>18</u> aus) entspricht die Lage der Nulllinie 1 V.
20	AUS 80 60 40 20 10 dB BEREICH	Schalter zur Bereichswahl und zum Ein- oder Ausschalten des Einschubes LOG. AMPLIFIER.
21	MESSEKOPF	Anschlußbuchse für den Meßkopf.
22		Drehknopf zum Einstellen der Verstärkung.
23	 POS.	Drehknopf zum Verschieben des Bildes in vertikaler Richtung.
24	AUS + -	Schalter zur Wahl der Polarität der Meßkopfspannung und zum Ein- oder Ausschalten des Einschubes LIN. AMPLIFIER. Der Einschub LIN. AMPLIFIER ist ausgeschaltet. Positive Eingangsspannung an Buchse <u>26</u> lenkt nach oben. Positive Eingangsspannung an Buchse <u>26</u> lenkt nach unten.

Pos.	Beschriftung	Funktion
	+ ≈ - ≈ =	Wie +, aber mit HF-Störsignalunterdrückung. Wie -, aber mit HF-Störsignalunterdrückung. Anzeige der Meßkopfspannung (Buchse <u>25</u>). Wie =, aber mit HF-Störsignalunterdrückung.
25	MESSKOPF	Anschlußbuchse für den Meßkopf.
26	NF 1 V	NF-Eingang (BNC-Buchse).
27	-	digitale Anzeige der Pegellinie (eingestellt mit <u>29</u>)
28	dB dBV mV	Wahlschalter für Pegelanzeige in dB, dBV oder mV
29	HORIZ.- LINIE	Pegellinieneinstellen, verschiebt die horizontale Maßlinie <u>3</u>
30	AUS 100 80 50 20 10 dB	Schalter zur Bereichswahl und zum Ein- oder Ausschalten des Einschubes
31	↑ POS. ↓	Drehknopf zum Verschieben des Bildes in vertikaler Richtung
32		Eingangswahlschalter zwischen NF-Buchse (positive oder negative Polarität) und Meßkopf
33	-	Anschlußbuchse für den Meßkopf
34	NF•AF 1 V	NF-Eingang (BNC-Buchse)
35	UNCAL.	Rote Warnlampe bei ungenügender Störspannungsunterdrückung, leuchtet beim Überschreiten der max. kompensierbaren Störspannung auf
36	0 dB	Drucktaste zum automatischen Setzen des Bezugspunktes (0 dB) bei dem Pegel, der der momentanen Lage der Maßlinie <u>3</u> entspricht.
37	-	Rote Signallampe; leuchtet, wenn das Rauschfilter eingeschaltet ist.

Pos.	Beschriftung	Funktion
38	ABLAUFZEIT 2 s  0,02 s FILTER BREIT  SCHMAL	Drehknopf zum Einstellen a) der Zeitdauer eines Wobbelablaufes in den Betriebsarten AUTO und SINGLE (bei SINGLE nur, wenn die Option "Langsamer Schreiberablauf" nicht eingebaut ist), b) der Pulsperiode der HF-Austastung in der Betriebsart MAN. Der Drehknopf ist zugleich ein Zug- schalter zum Umschalten des Filters.
39	Δf 	Drehknopf zum kontinuierlichen Ver- ändern des Frequenzhubes.
40	1000 5-1000 0,3-50 0	Drehschalter zum Einstellen des Frequenzhubes. gesamter Bereich 0,1...1000 MHz variabler Hub 5...1000 MHz variabler Hub 0,3... 50 MHz kein Hub (Dauerstrichbetrieb)
41	f GROB	Drehknopf zur Grobverstellung der Frequenzmittenlage.
42	FEIN	Drehknopf zur Feinverstellung der Frequenzmittenlage.
43	AUSGANGS- SPANNUNG dB	Schalter zum Einstellen der HF-Aus- gangsspannung in 10 Schritten zu je 1 dB.
44		Schalter zum Einstellen der HF-Aus- gangsspannung in 6 Schritten zu je 10 dB.
45	1 V (bei Ausführung 333.0019.52) 0,7 V (bei Ausführung 333.0019.72)	Rote Kontrollampe; zeigt die Erhöhung um 6 dB an (Schalter 54). Beschriftung je nach Ausführung.
46	HF 50 Ω  0,5 V (bei 333.0019.52) 0,35 V (bei 333.0019.72)	HF-Ausgang des Wobbelgenerators. Zusatzbeschriftung je nach Ausführung.
47	EXT. REGELG.	Rote Kontrollampe; zeigt an, daß die externe Regelung in Betrieb ist.

Pos.	Beschriftung	Funktion
48	-	Leuchtbalkenanzeige des Wobbelbereiches; entfällt in der Betriebsart MAN.
49	 47-63 Hz	Netzstecker.
50	220 M1C 235 115 M2E 125 ERSATZSICHERUNGEN INNEN	Netzspannungsschalter mit Netzsicherung (Ersatzsicherungen)
51	INT. EXT.	Umschalter "Externe Regelung" - "Interne Regelung"
52	PEGEL	Einsteller für ca. 0,1 V...0,5 V HF-Ausgangsspannung bei externer Regelung.
53	MESSKOPF	Anschlußbuchse für einen Durchgangskopf. Der Meßgleichrichter wirkt als EMK-Diode zur externen Regelung.
54	U _A	Umschalter zum Erhöhen der EMK um 6 dB (Zusatzbeschriftung je nach Ausführung).
55	HF ca. 50 mV 50 Ω	HF-Kontrollausgang; Anschlußmöglichkeit für einen triggerbaren Frequenzzähler.
56	-	Abdeckbleche, dahinter je 2 Leistungstransistoren 2 N 3055 (Netzteile).
57		Abdeckplatte, dahinter Netztransformator mit Lötleisten.
58	TRIGGER	Triggereingang bei SINGLE, Triggerausgang bei AUTO (13)
59	FERNSTEUERUNG	Eingangsbuchse für die Fernsteuerleitungen; die Anschlußbelegung enthält Abschnitt 2.2.11.
60	X	BNC-Buchse X-Ausgang
61	Y II	BNC-Buchse YII-Ausgang
62	Y I	BNC-Buchse YI-Ausgang

Wenn die Option SWOB5-B2 ("Langsamer Schreiberablauf") eingebaut ist, sind diese Anschlüsse nur in der Betriebsart MAN. und SINGLE (gestartet) aktiv, nicht jedoch in der Betriebsart AUTO.

Pos.	Beschriftung	Funktion
63	SCHREIBER	<p>Schreiberanschlußbuchse (6polig) Anschlußbelegung:</p> <ul style="list-style-type: none"> 1 X-Ausgang 2 Ausgang YI 3 Masse 4,6 Kontakt für Schreiberfeder (Penlift) 5 Kennung für Schreiberbetrieb nach Masse 3 kurzschließen
64	TEST	<p>Testausgang (7polige Buchse):</p> <ul style="list-style-type: none"> 1 +24 V 2 Sägezahn (X-Ablenkung) 3 Masse 4 Rechteck: "Low" im Rücklauf "High" im sichtbaren Vorlauf 5 wahlweise -20 V oder +5 V 6 Eingang für externe X-Ablenkung (nur bei MAN.) 7 Kennung für externe Ablenkung (nach Masse 3 kurzschließen).

2.1.2. Aufstellen des Gerätes

Das Gerät arbeitet bei Umgebungstemperaturen zwischen +5 und +40 C. Die Lüftungslöcher dürfen nicht verdeckt werden.

2.2. Einschalten und Grundeinstellung des Grundgerätes

2.2.1. Einschalten des Gerätes

Das Gerät ist bei Auslieferung auf die Netzspannung 220 V eingestellt. Zum Umstellen auf eine andere Netzspannung (115 V oder 235 V) schraubt man den Sicherungshalter im Netzspannungswähler 50 (Bild 2-17) heraus und dreht die Platte des Sicherungshalters so, daß die Marke auf den Wert der vorhandenen Netzspannung zeigt. Nach Einsetzen einer entsprechenden Sicherung (M1C für 220 V und 235 V, M2E für 115 V und 125 V) schraubt man die Kappe wieder auf. Die Netzfrequenz darf zwischen 47 Hz und 63 Hz liegen.

Mit dem zum Zubehör gehörenden Kabel 025.2365.00 wird das Gerät über den Stecker 49 mit dem Netz verbunden. Durch Drücken der Taste 10 wird das Gerät eingeschaltet. Nach der Anheizzeit der Bildröhrenkathode erscheint bei funktionsbereitem Gerät der Markierungsbalken des Frequenzbereiches 48 an der unteren Bildschirmkante, wenn folgende Voraussetzungen erfüllt sind:

- 9 auf Rechtsanschlag
- 13 Taste AUTO gedrückt
- 40 in Stellung 1000

2.2.2. Einstellen der Helligkeit

Mit 9 (Bild 2-16) wird die gewünschte Grundhelligkeit des Schreibstrahles zwischen dunkel (Linksanschlag) und hell (Rechtsanschlag) eingestellt. Die Helligkeit der Frequenzmarken läßt sich mit einem Schraubenzieher an 6 und die der Horizontallinien an 16 einstellen, so daß sie in das gewünschte Verhältnis zur Helligkeit der Meßwertdarstellung gebracht werden kann.

In der Betriebsart MAN. 13 wird die Grundhelligkeit automatisch reduziert, so daß für den Benutzer derselbe Helligkeitseindruck wie bei automatischem Ablauf entsteht.

2.2.3. Frequenzmarken und Rasterbeleuchtung

Mit 7 (Bild 2-16) können Strich- oder Impulsmarken gewählt werden. Die Amplitude der höhengestaffelten Impulsmarken, die der Wobbelkurve aufgesetzt sind, wird mit 5 justiert und die Markenbreite mit 4 eingestellt. Die Tasten 100, 100 10, 10 1 erlauben das Einschalten eines Markenrasters mit 100 MHz, 10 MHz oder 1 MHz Abstand. Bei 100 10 werden die 100-MHz-Marken durch größere Helligkeit bzw. Amplitude gekennzeichnet, bei 10 1 entsprechend die 10-MHz-Marken. Ist die Taste EXT. gedrückt, werden die, über die BNC-Buchse 11 eingespeisten Frequenzen zu Marken verarbeitet und dargestellt.

In den Schablonenrahmen vor dem Bildschirm lassen sich geritzte oder gravierte Schablonen einsetzen, die von der Seite her beleuchtet werden. Die Leuchtstärke des Rasters ist mit 8 einstellbar.

2.2.4. ZF-Marken (mit Option SWOB5-B3)

Die Option SWOB5-B3 ("ZF-Marken") ermöglicht, zusammen mit SWOB5-B4 (Quarzoszillatoren), die Darstellung frequenzrichtiger Marken bei umsetzenden Meßobjekten, z.B. Tunern. Dazu muß die Zwischenfrequenz in die BNC-Buchse 11 (Bild 2-16) eingespeist werden und die Taste EXT. (7) gelöst sein. Gleichzeitig ist es möglich, durch Drücken einer der Tasten 100, 100 10 oder 10 1 (7) die Hochfrequenzmarken einzublenden.

Die Darstellung der ZF-Marken als Impuls- oder Strichmarken wird durch die entsprechenden Tasten (7) gewählt, wobei durch Umpolen der Buchse BU303 (Abschn. 6.3.) eine, bezüglich der Tastenbeschriftung vertauschte Darstellungsart erreicht wird. Dies ermöglicht eine bessere Unterscheidung zu den HF-Marken.

2.2.5. Variable Marke

Bei automatischem Betrieb (13 Taste AUTO gedrückt, Bild 2-16) kann die variable Punktmarke 2 mit dem Potentiometer 13 VAR. MARKER in horizontaler Richtung verschoben werden. Mit dem gleichen Potentiometer kann bei manuellem Betrieb (Taste MAN. gedrückt) der Wobbelablauf von Hand bedient werden; es gilt dann die Beschriftung SWEEP. Die Frequenzlage der Punktmarke entspricht nach dem Umschalten auf MAN. etwa dem dann dargestellten Frequenzpunkt.

Die Marke wird erzeugt, indem der X-Ablauf am Markenort für ca. 12 ms angehalten wird. Gleichzeitig wird ein TTL-Impuls erzeugt, mit dem über den Trigger-Ein-Ausgang 58 (Bild 2-17) ein externer Frequenzzähler, der an den HF-Kontrollausgang 55 angeschlossen ist, getriggert werden kann. Der Zähler zeigt dann die Frequenz des Wobbelgenerators am Ort der variablen Punktmarke an (hierzu auch Abschn. 2.2.10.).

2.2.6. Einstellen der horizontalen Maßlinien des Grundgerätes

Die beiden Horizontallinien lassen sich mit 14 und 15 (Bild 2-16) in vertikaler Richtung verschieben. Die Helligkeit der Horizontallinien und die der Pegellinien wird mit 16 eingestellt. Das Einstellen der Horizontallinie 3 des Log. Einschubes ist im Abschnitt 2.3.1. beschrieben.

2.2.7. Wobbelbetrieb

2.2.7.1. Wobbelhub und Mittenfrequenz

Der Wobbelhub wird mit dem Drehschalter 40 (Bild 2-16) gewählt.

- In der Stellung 1000 wird der gesamte Bereich durchgewobbelt, die Mittenfrequenz ist fest auf 500 MHz eingestellt. Die Einsteller 39 für den Frequenzhub und 41 für die Frequenzmittenlage sind außer Betrieb.
- In der Stellung 5-1000 MHz und 0,3-50 MHz kann der Frequenzhub mit 39 im angegebenen Bereich verändert werden. Die Frequenzmittenlage läßt sich mit 41 über den gesamten Frequenzbereich einstellen und mit 42 um ca. 3 MHz feinverstimmen. Der Bereich 0,3-50 MHz ist speziell für schmalbandige Meßobjekte gedacht, da der Störhub auf ca. 3 kHz (typ.) reduziert wird.
- In Stellung 0 wird das HF-Signal nicht gewobbelt (Abschnitt 2.2.8.). Der eingestellte Frequenzbereich wird durch den Leuchtbalken 48 am unteren Bildrand dargestellt. Bei manuellem Ablauf (MAN.) entfällt diese Anzeige.

2.2.7.2. Automatischer Ablauf (AUTO)

Der automatische Wobbelbetrieb wird durch Drücken der Taste AUTO 13 gewählt. Während des Rücklaufs wird die HF-Spannung ausgetastet. Die Ablaufzeit läßt sich mit 38 einstellen. Die Vorlaufzeit ist zwischen 0,02 s und 2 s veränderbar, die Rücklaufzeit variiert entsprechend zwischen 0,01 s und 0,3 s. Das Potentiometer 13 \longleftrightarrow ermöglicht bei automatischem Wobbelbetrieb das Einstellen einer variablen Marke (Abschn. 2.2.5.). Ist diese Marke sichtbar, so verlängert sich die Vorlaufzeit um etwa 12 ms. Die kürzeste Vorlaufzeit beträgt dann etwa 0,035 s.

2.2.7.3. Manueller Ablauf (MAN.)

Bei manuellem Betrieb wird der Ablauf mit 13 \longleftrightarrow von Hand gesteuert. Dazu muß die Taste 13 MAN. gedrückt sein. Für ein driftfreies Arbeiten des Log.-Verstärkereinschubes SWOB5-E1 und für die HF-Störsignalunterdrückung muß das HF-Signal ausgetastet und das Schirmbild dunkelgesteuert werden. Da bei manuellem Ablauf der periodische Rücklauf entfällt, wird das Austasten unter bestimmten Umständen sichtbar. Die Tastzeit entspricht der Ablaufzeit bei automatischem Betrieb (AUTO) und kann deshalb mit 48 verändert werden.

Die Grundhelligkeit wird bei manuellem Betrieb automatisch reduziert, um einen, mit der Betriebsart AUTO vergleichbaren Helligkeitseindruck zu erhalten. In der Betriebsart MAN. ist Schreiberbetrieb möglich (Anschlüsse 60...63 an der Geräterückseite (Abschn. 2.2.12.)).

Mit einer Dreiecksspannung von ca. ± 1 V für volle Bildaussteuerung kann eine externe X-Ablenkung erfolgen. Der Eingang hierzu ist die Buchse 64 an der Rückseite (Anschluß 6, Masse 3); Anschluß 3 ist mit 7 zu verbinden.

2.2.7.4. Einzelner Ablauf (SINGLE)

Mit der Taste 13 START (Bild 2-16) wird ein einmaliger Ablauf, bestehend aus Vor- und Rücklauf, ausgelöst. Die Ablaufzeit wird, wie bei AUTO (Abschn. 2.2.7.2.) mit 38 eingestellt.

Um Einschwingvorgänge bei der HF-Störsignalunterdrückung und ein Driften der Anzeigeverstärker zu vermeiden, wird nur der Bildschirm dunkelgesteuert. Der automatische Ablauf arbeitet jedoch weiter. Nach Betätigen der Taste 13 START wird, sobald der Wobbelgenerator einen neuen Vorlauf beginnt, das Bildsignal für die Dauer dieses Vorlaufes freigegeben. Dadurch kann es im ungünstigen Fall zu einer Verzögerung von 2,3 Sekunden zwischen Startauslösung und Wiedergabe kommen.

Das grüne Lämpchen 12 quittiert das Betätigen der Taste START bis zum Ende des sichtbaren Ablaufes.

2.2.7.5. Rauschfilter

Durch Ziehen des Knopfes 38 (Bild 2-16) wird in jeden Anzeigekanal ein 40-Hz-Tiefpaßfilter eingeschaltet. Die wesentlich geringere Bandbreite reduziert das Rauschen und ermöglicht bei Verwendung eines Log.-Einschubes das Auswerten kleinster Meßspannungen. Zu beachten ist dabei, daß bei steilflankigen Meßobjekten und kurzen Ablaufzeiten Einschwingfehler auftreten können. In diesem Fall muß die Ablaufzeit verlängert werden, bis die Wobbelkurve keine Veränderung mehr zeigt. Bei eingeschaltetem Filter leuchtet die rote Lampe 37.

2.2.8. Dauerstrichbetrieb (DS-Betrieb)

Wird mit dem Drehschalter 40 (Bild 2-16) der Frequenzhub 0 eingeschaltet, so steht am HF-Ausgang 46 ein ungewobbeltes Signal zur Verfügung, dessen Frequenz sich mit 41 und 42 einstellen läßt.

Um DS-Betrieb zu ermöglichen, wird die Austastung unterdrückt. Gleichzeitig wird, mit Ausnahme der Frequenzanzeige, der Bildschirm dunkelgesteuert. Die Bedienelemente 13 \longleftrightarrow , AUTO, SINGLE und START sind ohne Funktion, jedoch kann mit der Taste MAN. zusätzlich die Frequenzanzeige unterdrückt und damit der Störhub des Ausgangssignals auf typisch 3 kHz reduziert werden.

Anmerkung: Da die Austastung, die für driftfreies Arbeiten des Log.-Verstärkereinschubes SWOB5-E1 und für die HF-Störsignalunterdrückung nötig ist, entfällt, sind die Anzeigeverstärker außer Betrieb. Beim Zurückschalten auf Wobbelbetrieb können deshalb Einschwingvorgänge sichtbar werden.

2.2.9. Amplitude am HF-Ausgang

Die Amplitude des HF-Signals am Ausgang 46 (Bild 2-16) kann mit 43 in zehn 1-dB-Stufen und mit 44 in sechs 10-dB-Stufen gedämpft werden. Mit 54 (an der Geräterückseite; Bild 2-17) ist eine Pegelerhöhung um 6 dB im Frequenzbereich 5...300 MHz möglich (Anzeige mit roter Lampe 45; Bild 2-16).

2.2.10. Triggerein- und -ausgang

Zur externen Triggerung des Frequenzablaufes muß die Betriebsart SINGLE gewählt werden. Ein Impuls von etwa +5 V (TTL-Pegel) an der BNC-Buchse 58 (Bild 2-17) löst dann einen einmaligen Ablauf aus. Die Wirkung des Impulses ist so, als ob die Taste START gedrückt worden wäre (Abschn. 2.2.7.4.).

In der Betriebsart AUTO dient 58 als Ausgang für Impulse zur Triggerung eines externen Frequenzzählers, mit dem sich die Frequenz am Ort der variablen Punktmarke 2 bestimmen läßt. Dazu wird der X-Ablauf kurz gestoppt und ein TTL-Impuls (ca. 12 ms High) an 58 ausgegeben (Abschn. 2.2.5.).

2.2.11. Fernsteuerung

Die Fernsteuerung von Frequenzhub, Frequenzlage und Ablaufzeit ist über die Buchse 59 (Bild 2-17) möglich. Wird der Kontakt 6 nach Masse (Kontakt 5) kurzgeschlossen, so werden die internen Bedienelemente abgeschaltet. Zur Fernbedienung des Frequenzhubes wird ein 5-k Ω -Potentiometer zwischen die Kontakte 1 und 5 geschaltet und der Schleifer mit dem Kontakt 2 verbunden. Die Frequenzlage läßt sich durch eine Gleichspannung von +3...+8 V am Kontakt 3, die Ablaufzeit durch eine Gleichspannung von 0...+5 V verändern. Beide Spannungen können durch Teiler (Gesamtwiderstand ca. 10 k Ω) aus den +20 V gewonnen werden, die am Kontakt 4 anliegen (Achtung: +20 V sind nicht kurzschlußfest!).

2.2.12. Schreiberanschluß

2.2.12.1. Schreiberanschluß bei der Grundausstattung

Zur Registrierung kann ein XY-Schreiber angeschlossen werden. Anschlußmöglichkeiten bieten entweder die BNC-Buchsen 60 (X), 61 (YII) und 62 (YI) oder die 6polige Buchse 63 (X und YI).

Die Ausgangsspannung für maximale Auslenkung in X-Richtung beträgt +2,5 V, die Y-Ausgangsspannung ca. -23 V...+0,7 V ($R_i \approx 5 \text{ k}\Omega$).

Die Buchse 63 hat folgende Anschlußbelegung:

- 1 X-Ablenkung
- 2 YI-Ausgang
- 3 Masse
- 4,6 Kontakt für Schreiberfeder (Penlift)
- 5 Kennung (für Schreiberbetrieb nach Masse 3 verbinden;
bei Verwendung des Schreiberanschlußkabels
289.5450.02 geschieht dies automatisch).

Die Ablenkspannungen liegen in allen Betriebsarten (MAN., AUTO, SINGLE) ständig an den Ausgängen. Der Schreibfederkontakt (Penlift) wird nur während des sichtbaren Vorlaufs bei Einzelablauf (SINGLE) geschlossen. Die längste zur Verfügung stehende Vorlaufzeit beträgt 2 s (einstellbar mit 38).

2.2.12.2. Langsamer Schreiberablauf SWOB5-B2 (Option)

Die Option "Langsamer Schreiberablauf" ermöglicht einen Schreiberbetrieb mit etwa 30 s Ablaufzeit. Dazu ist an der Buchse 63 (Bild 2-17) der Anschluß 5 (Kennung) nach 3 (Masse) kurzzuschließen. Dies geschieht automatisch bei Verwendung des Schreiberanschlußkabels 289.5450.02.

Im Gegensatz zur Grundausstattung werden die Ablenkspannungen (X, Y) nur in den Betriebsarten MAN. und SINGLE auf die Ausgangsbuchsen 60 bis 63 geschaltet. Die Schreiberfeder wird nur bei Einzelablauf während des sichtbaren Vorlaufes betätigt. Die Anschlußbelegung der Buchse 63 ist die gleiche, wie im Abschn. 2.2.12.1. Die Y-Ausgangsspannung beträgt 0...1 V.

2.2.13. TEST-Ausgang und Eingang für externe X-Ablenkung

Die Anschlüsse der 7poligen TEST-Buchse 64 (Bild 2-17) sind folgendermaßen belegt:

- 1 Betriebsspannung +24 V
- 2 Ablaufsägezahn (X-Ablenkung)
- 3 Masse
- 4 Rechteckspannung (TTL-Pegel)
mit Low im Rücklauf
und High im sichtbaren Vorlauf
- 5 Betriebsspannung -20 V (wahlweise +5 V)
- 6 Eingang für eine externe X-Ablenkung
- 7 Kennung für externe X-Ablenkung
(mit Masse 3 verbinden)

Die externe X-Ablenkung ist nur in der Betriebsart MAN. möglich. Dazu ist eine Dreiecksspannung von $U_s \sim \pm 1$ V für volle Bildaussteuerung am Kontakt 6 notwendig.

Die TEST-Buchse liefert auch die Versorgungsspannung für den Überspannungsschutz SWOB5-Z.

2.2.14. HF-Kontrollausgang

Ein Teil der Senderausgangsleistung wird vor dem Ausgangsspannungsteiler abgezweigt. An der Buchse 55 (Bild 2-17) stehen etwa 50 mV an 50 Ω zur Verfügung. Wird der Pegel am Ausgang 46 (Bild 2-16) mit dem Schalter 54 (Bild 2-17) um 6 dB erhöht, so verdoppelt sich auch die HF-Kontrollspannung. Bei Betrieb mit externer Regelung (Abschn. 2.4.) ist sie in erster Linie abhängig von dem mit 52 (Bild 2-17) eingestellten Ausgangspegel und von der Stellung der Schalter 43 und 44. Der Ausgang 55 kann beispielsweise benützt werden, um einen triggerbaren externen Frequenzzähler anzuschließen.

2.3. Grundeinstellungen an den Anzeigeverstärkereinschüben

2.3.1. Grundeinstellungen am Einschub LOG. AMPLIFIER SWOB5-E1

Dem logarithmischen Anzeigeverstärker E1 wird die vom Meßkopf (SWOB5-Z1, -Z2 oder -Z3) gelieferte Richtspannungen über die Buchse 21 (Bild 2-16) zugeführt. Mit 20 kann der Einschub ein- und ausgeschaltet und der Anzeigebereich zu 80, 60, 40, 20 oder 10 dB für die volle Bildhöhe gewählt werden. Mit dem größeren Knopf 19 (Doppeldrehknopf) wird die vertikale Bildlage eingestellt. Der Verstellbereich beträgt 10...80 dB, abhängig von der Stellung des Schalters 20.

17 ist ein 10-Gang-Potentiometer mit geeichter Skala; es ermöglicht das definierte Einstellen einer Horizontallinie im Bereich 0...-100 dB/10 Umdrehungen bei einer Auflösung von 0,1 dB. Die 0-dB-Lage dieser Pegellinie ist mit dem kleineren Knopf 19 um 12 dB verstellbar. In der Raststellung ist die Nulllage der Horizontallinie kalibriert auf 0 dB = 1 V. Die unkalibrierte Einstellung (kleiner Knopf 19 außerhalb der Raststellung) wird durch die rote Lampe 18 signalisiert.

Die volle Empfindlichkeit (typisch 170 μ V Rauschpegel) wird in Verbindung mit dem Demodulator SWOB5-Z1 oder dem HF-Durchgangskopf SWOB5-Z3 bei eingeschaltetem Rauschfilter (Zugschalter 38 am Grundgerät) erreicht (Abschn. 2.2.7.5.).

2.3.2. Grundeinstellungen am Einschub LIN. AMPLIFIER SWOB5-E2

Die Eingangsbuchse 25 (Bild 2-16) dient zum Anschluß der Meßköpfe SWOB5-Z1, -Z2 oder -Z3. Über die BNC-Buchse 26 kann eine, dem Meßobjekt entnommene Richtspannung oder die NF-Spannung des Tastkopfes SWOB3-Z zugeführt werden.

Der Schalter 24 ermöglicht das Ein- und Ausschalten des Einschubes, die Wahl der Eingangsbuchse und die Anpassung an Demodulatoren mit positiver oder negativer Richtspannung. In allen Schalterstellungen, die mit \approx bezeichnet sind, ist die automatische HF-Störsignalunterdrückung in Betrieb.

Mit 23 wird die vertikale Bildlage und mit 22 die Anzeigeempfindlichkeit eingestellt.

2.3.3 Grundeinstellungen am Einschub LOG.AMPLIFIER SWOB5-E3

Dem logarithmischen Anzeigeverstärker E3 kann die Meßspannung, je nach Stellung des Eingangswahlschalters 32, über die Buchse 33 vom Meßkopf oder über den NF-Eingang 34 direkt vom Meßobjekt (z. B. ZF-Verstärker mit Demodulator) zugefügt werden.

Mit dem Bereichsschalter 30 läßt sich der Einschub ein- und ausschalten und der Anzeigebereich zu 100, 80, 50, 20 oder 10 dB für die volle Bildhöhe wählen. Die geeichte Horizontallinie 3 wird mit dem 10-Gang-Potentiometer 29 verschoben und deren Lage entsprechender Pegel mit der Digitalanzeige 27 wahlweise (Schiebeschalter 28) in dB, dBV oder mV angezeigt. Durch Knopfdruck (36) kann bei Relativmessung in dB der Bezugspunkt (0 dB) bei dem Pegel gesetzt werden, der der momentanen Lage der Horizontallinie 3 entspricht.

Die vertikale Bildlage wird mit dem kleinen Drehknopf 31 eingestellt. Der Verstellbereich beträgt ca. 10...80 dB, abhängig von der Stellung des Schalters 30.

Eine rote Warnlampe (35) signalisiert das Überschreiten der bei einer Messung maximal kompensierbaren Eingangsstörspannung.

Die volle Empfindlichkeit (typisch 170 μ V Rauschpegel) wird in Verbindung mit dem Demodulator SWOB5-Z1 oder dem HF-Durchgangskopf SWOB5-Z3 bei eingeschaltetem Rauschfilter (Zugschalter 38 am Grundgerät) erreicht (s. Abschnitt 2.2.7.5.).

2.4. Externe Regelung SWOB5-B1 (Option)

Der Baustein "Externe Regelung" ist im vorgesehenen Einbauraum der von der Geräterückseite her zugänglich ist, untergebracht. Die elektrische Verbindung mit dem Grundgerät wird durch eine unverwechselbare Steckverbindung hergestellt.

Mit Hilfe des Durchgangskopfes SWOB5-Z3, der zur Regelspannungserzeugung dient, wird mit dieser Option die Urspannungsquelle (EMK) des HF-Generators in den Meßkopf verlegt, so daß das Meßobjekt mit konstanter HF-Eingangsspannung gespeist wird; das entspricht einem Generatorinnenwiderstand $Z_i \rightarrow 0$.

Bei höheren Frequenzen transformiert die Leitung zwischen Spannungsquelle und Meßobjekteingang, die sich aus dem Stück Koaxialrohr des Meßkopfes von dessen Mitte zur Anschlußebene und der Verbindungsleitung Meßkopf-Meßobjekt zusammensetzt, den Generatorwiderstand, so daß dieser am Meßobjekteingang entsprechend komplex erscheint. Die Verbindung Meßkopf-Meßobjekt sollte daher so kurz wie möglich gewählt werden.

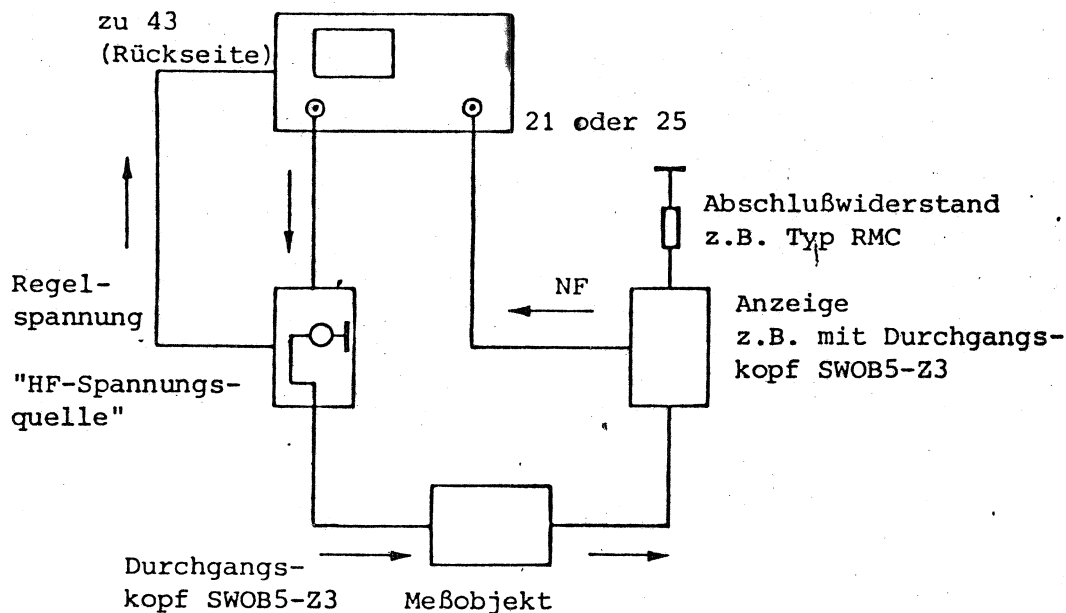


Bild 2-1 Externe Regelung

Den Meßaufbau zeigt Bild 2-1. Das NF-Kabel des Meßkopfes wird an die Buchse 53 (Rückseite; Bild 2-17) angeschlossen. Mit dem Einsteller 52 kann die HF-Spannung zwischen etwa 0,1 V und 0,5 V gewählt werden. Der Schalter 51 ermöglicht das Umschalten von interner auf externe Regelung. Ist die externe Regelung in Betrieb, so leuchtet die rote Lampe 45 (Bild 2-16).

Die Ausgangsspannungswahlschalter 43 und 44 sind so einzustellen, daß

- a) der Wobbelgenerator die gewünschte Ausgangsspannung ohne unzulässige Oberwellenbildung im betreffenden Frequenzbereich liefern kann;
- b) die Frequenzmarken stabil sind,
- c) die Schleifenverstärkung der Regelanordnung nicht unnötig herabgesetzt wird; dies verschlechtert sonst das Einschwingverhalten.

Diese Bedingungen sind in der Regel erfüllt, wenn mit 43 und 44 soviel Dämpfung eingeschaltet wird, wie es dem HF-Pegel, bezogen auf 0,5 V entspricht. Wird also mit 52 ein Pegel von 0,5 V eingestellt, so sind 43 und 44 in die Stellung 0 dB zu bringen; bei 0,25 V sind 6 dB und bei 0,2 V etwa 14 dB Dämpfung einzustellen.

Ist bei kleinen HF-Spannungen die mit 43 und 44 gewählte Dämpfung zu gering, so setzen die Frequenzmarken aus. Bei hohen Ausgangsspannungen entstehen Zwischenmarken durch Oberwellenbildung, wenn die eingeschaltete Dämpfung zu groß ist.

2.5. Vorbereiten und Durchführen von Messungen

2.5.1. Anschluß des Meßobjektes

2.5.1.1. Grundsätzliche Meßanordnungen

Die in der Hochfrequenztechnik am meisten interessierende Größe ist der, in der Regel frequenzabhängige Betrag der Transmission in Vorwärtsrichtung eines Vierpols.

Zu dieser Messung wird ganz allgemein das Meßobjekt eingangsseitig aus dem HF-Ausgang 46 (Bild 2-16) des SWOB 5 gespeist und ausgangseitig mit einem Meßkopf verbunden, dessen Richtspannung über einen, je nach Empfindlichkeit und erforderlichen Dynamikumfang auszuwählenden Lin.- oder Log.-Verstärkereinschub das Sichtgerät steuert (Bild 2-2).

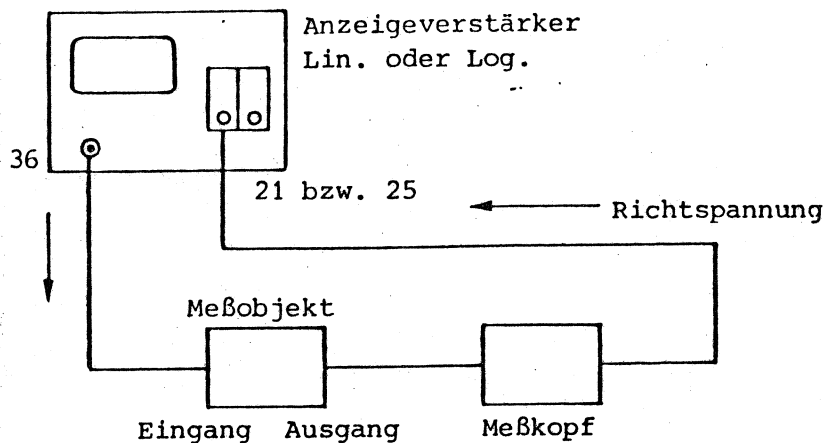


Bild 2-2 Messung der Transmission

Je nach den Impedanzverhältnissen am Ausgang des Vierpols ist entweder ein Durchgangs- oder Abschlußkopf oder ein Tastkopf zu verwenden. Dies wird bei den entsprechenden Meßbeispielen noch näher erklärt.

Besitzt das Meßobjekt einen eingebauten Demodulator, so kann dessen Richtspannung direkt auf den NF-Eingang 26 des Lin.-Einschubes bzw. auf den NF-Eingang 34 des Log.-Einschubes E3 gegeben werden.

Eine weitere wichtige Meßgröße ist die Rückflußdämpfung am Vierpoleingang als Maß für den Betrag des Reflexionsfaktors und damit der Qualität der Anpassung. Die reflektierte HF-Energie kann mit Hilfe eines Richtkopplers oder der Anpaß-Meßbrücke SWOB4-Z dem Meßkopf zugeführt werden. Bild 2-3 erläutert den Meßaufbau bei Verwendung der Brücke.

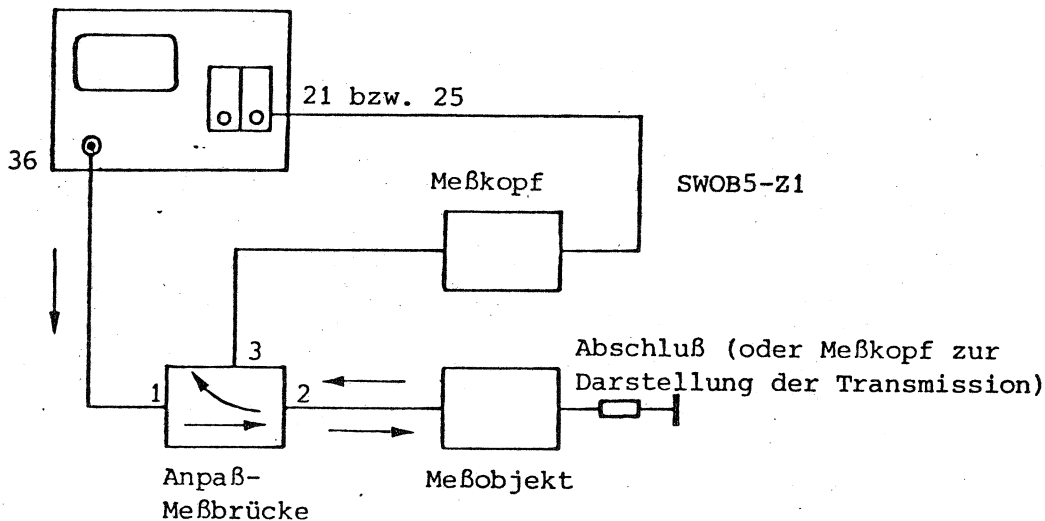


Bild 2-3 Messung der Rückflußdämpfung zum Bestimmen der Eingangsreflexion

Brückenanschlüsse

1	Generatoranschluß
2	Meßobjektanschluß
3	Meßkopf-(Anzeige-)anschluß

Da der SWOB 5 zwei Anzeige-Kanäle besitzt, können Transmission und Reflexion gleichzeitig auf dem Bildschirm dargestellt werden. Dies ist besonders vorteilhaft beim Abgleich von Filtern und ähnlichem.

Der Vollständigkeit halber sei gesagt, daß auch die entsprechenden Rückwärtsgrößen des Meßobjektes gemessen werden können. Dazu sind in den aufgeführten Beispielen (Bild 2-2 und 2-3) die Vierpol-Ein- und Ausgänge zu vertauschen.

2.5.1.2. Anschluß an den Sendeteil

Der Anschluß erfolgt an 46 (Bild 2-16). Das Meßobjekt muß am Eingang gleichspannungsfrei sein, sonst ist ein Trennkondensator oder eine andere brauchbare galvanische Trennung einzufügen. Ein in 46 hineinfließender Gleichstrom verändert den Arbeitspunkt der Regelung des HF-Ausgangspegels (EMK-Regelung) und kann bei entsprechender Stärke die EMK-Diode oder Teilerwiderstände der Spannungsteiler 43 und 44 beschädigen. Erscheint am Eingang des Meßobjektes eine HF-Spannung (z.B. Oszillatorstörspannung bei einem Empfänger-mischer), so kann diese eine Rückwirkung auf die EMK-Regelung hervorrufen. Abhilfe schafft hier das Einschalten einer Dämpfung von etwa 6 dB oder mehr mit 43 und 44.

Grundsätzlich sollte das Koaxialkabel zwischen 46 und dem Meßobjekteingang so kurz wie möglich sein (kurz in Relation zur Wellenlänge der höchsten Arbeitsfrequenz) und sein Wellenwiderstand soll der Generatorimpedanz entsprechen. Ein Fehlabschluß durch das Meßobjekt hat dann keinen störenden Einfluß.

Ist der Meßobjekteingang fehlangepaßt und eine längere Verbindungsleitung nicht zu vermeiden, so sollte direkt am Meßobjekt ein Dämpfungsglied mit mindestens 20 dB angeordnet werden. Ist diese Dämpfung wegen der Pegelabnahme nicht erwünscht, so kann man bei hochohmigen Objekten einen geeigneten Parallelwiderstand zuschalten. Störende Bildkomponenten lassen sich kompensieren, sofern die Meßbandbreite nicht zu groß ist.

2.5.1.3. Anschluß an die NF-Kanäle

2.5.1.3.1. Anschluß an den Log.-Einschub SWOB5-E1

Zum Anschluß des Meßobjektes an den Log.-Einschub E1 bedarf es prinzipiell eines Meßkopfes. Je nach Aufgabe kann dies der Demodulator mit Abschlußwiderstand SWOB5-Z1, der Durchgangskopf SWOB5-Z3, der hochohmige Tastkopf SWOB5-Z2 oder der Aktivdemodulators SWOB5-Z4 sein. Bei letzterem ist dem Meßgleichrichter ein HF-Verstärker vorgeschaltet (Verstärkung 20 dB, Frequenzbereich 5...1000 MHz).

Die Anschlußkabel der Köpfe sind mit einem 7poligen Stecker, passend in die Buchse 21 am Log.-Einschub E1, versehen. Mit ihrer Länge von ca. 100 cm erlauben sie praktisch in jedem Falle, den Meßkopf auf kürzestem Wege mit dem Meßobjektausgang zu verbinden.

Gegen die Einspeisung einer Gleichspannung sind die Meßköpfe im allgemeinen unempfindlich, da die Gleichrichter über Trennkondensatoren angekoppelt sind. Es ist aber darauf zu achten, daß der Abschlußwiderstand des Demodulators SWOB5-Z1 oder des Aktivdemodulators SWOB5-Z4 oder ein externer Abschlußwiderstand bei Verwendung des Durchgangskopfes SWOB5-Z3, durch die Summe aus Gleichstrom- und Hochfrequenzleistung, nicht überlastet wird. Die Grenzdaten und Eigenschaften der Meßköpfe sind im Anhang der Beschreibung aufgeführt.

Hochfrequente Störsignale, die auf den Meßgleichrichter gelangen, (z.B. die Oszillatorspannung eines Empfängermischers) werden bis zu einem Pegel von ca. 20 mV (2 mV mit Aktivdemodulator) von der automatischen HF-Störsignalunterdrückung des Log.-Einschubes beseitigt.

Überschreitet die HF-Spannung am Demodulator SWOB5-Z1 oder am Durchgangskopf SWOB5-Z3 1 V, so tritt Übersteuerung ein. Zum einen verschlechtert sich dann die Linearität des Logarithmierers, zum anderen begrenzt die Schutzschaltung der Köpfe, die die Zero-Bias-Detektoren vor Zerstörung durch Überspannung schützt, die Richtspannung. Beim Aktivdemodulator SWOB5-Z4 beträgt die Aussteuerungsgrenze 50 mV.

2.5.1.3.2. Anschluß an den Lin.-Einschub SWOB5-E2

Am Lin.-Einschub E1 können dieselben Meßköpfe wie am Log.-Einschub je nach Verwendungszweck an die Buchse 25 (Bild 2-16) angeschlossen werden.

Zusätzlich besitzt der lineare Verstärker einen NF-Eingang (max. 1 V) mit der BNC-Buchse 26. Mit dem Schalter 24 sind die beiden Eingänge wählbar. An 26 kann z.B. das Signal des Demodulators eines ZF-Verstärkers eingespeist werden. Der Schalter 24 paßt den Eingang an Gleichrichter mit positiver oder negativer Ausgangsspannung an. Ebenso kann der Tastkopf SWOB3-Z (positive Richtungsspannung) in Verbindung mit dem Eingang 26 verwendet werden. Das Verhalten der Meßköpfe bei Gleichspannungseinspeisung und Übersteuerung ist im Abschnitt 2.5.1.3.1. beschrieben.

Wie die Log.-Einschübe, so verfügt auch der Lin.-Einschub über eine, allerdings mit 24 ein- und ausschaltbare, automatische HF-Störsignalunterdrückung. Sie ist bei beiden Eingängen wirksam. Bei Verwendung des Demodulators SWOB5-Z1 oder des Durchgangskopfes SWOB5-Z3 können 50 mV (5 mV mit Aktivdemodulator) HF-Störspannung, über den BNC-Eingang 26 100 mV Gleich-Störspannung unterdrückt werden.

2.5.1.3.3. Anschluß an den Log.-Einschub SWOB5-E3

Der Log.-Einschub SWOB5-E3 bietet Anschlußmöglichkeiten für sämtliche SWOB5-HF-Meßköpfe über die Buchse 33 sowie für NF-Signale direkt aus dem Meßobjekt über die BNC-Buchse 34. Die Polarität des NF-Einganges kann mit dem Schiebeschalter 32 gewählt und damit der positiven oder negativen Ausgangsspannung eines Gleichrichters (z. B. Demodulator) im Meßobjekt angepaßt werden.

Die Anschlußkabel der Köpfe sind mit einem 7poligen Stecker, passend in die Buchse 33, versehen. Mit ihrer Länge von ca. 100 cm erlauben sie praktisch in jedem Falle, den Meßkopf auf kürzestem Wege mit dem Meßobjektausgang zu verbinden.

Hochfrequente Störsignale, die auf den Meßgleichrichter gelangen (z. B. die Oszillatorspannung eines Empfängermischers), werden bis zu einem Pegel von ca. 40 mV (4 mV mit Aktivdemodulator) von der automatischen HF-Störsignalunterdrückung des Log.-Einschubes beseitigt. Über den NF-Eingang findet eine Störsignalunterdrückung bis zu einer Spannung von ± 6 V statt.

Die Meßspannung am HF-Eingang des Meßkopfes bzw. am NF-Eingang des Einschubes darf 1 V nicht überschreiten, da es sonst zu einer Übersteuerung des Logarithmiers und somit zu einer Verschlechterung der Linearität kommt. Beim Aktivdemodulator SWOB5-Z4 beträgt die Aussteuerungsgrenze 50 mV. Im übrigen sind die Grenzdaten der Meßköpfe (siehe im Anhang der Beschreibung) und die maximal zulässige Spannung von 10 V am NF-Eingang einzuhalten.

2.5.1.4. HF- und Brummschleifen

Besondere Aufmerksamkeit ist der Masseverbindung zwischen Meßobjekt und Meßgerät (besonders Tastkopf) zu schenken. Bei höheren Frequenzen darf keinesfalls ein dünner, längerer Draht zur Erdung verwendet werden. Bei Berühren oder Verlagern des Meßkopfkabels, der Verbindung zu anderen Meßgeräten oder Berühren dieser Geräte selbst (Handempfindlichkeit) darf keine Änderung der Anzeige auftreten. Häufig ist es erforderlich, alle Geräte des Meßaufbaus erdfrei, d.h. an ungeerdeten Netzanschlüssen zu betreiben und nur das POLYSKOP an Schutz Erde zu belassen. Enthält das Meßobjekt bereits eine Gleichrichteranordnung, deren Ausgangsspannung über den Lin.-Einschub angezeigt werden soll, so kann das Meßergebnis durch Brummstörungen verfälscht werden.

2.5.2. Einstellen der Meßspannung

Die Meßspannung ist mit den kalibrierten Ausgangsspannungsteilern 43 und 44 so zu wählen, daß Meßobjekt und Anzeigeverstärker nicht übersteuert werden. Eine Übersteuerung ist anzunehmen, wenn die Anzeige auf dem Bildschirm nicht mehr proportional zur Meßspannungsänderung mit 43 und 44 variiert werden kann.

Das Meßergebnis kann auch durch Oberwellen des Ausgangssignals verfälscht werden. Da der Oberwellenabstand des SWOB 5 typisch 40 dB beträgt, der Dynamikumfang der Log.-Verstärkereinschübe SWOB5-E1 und E3 jedoch über 70 dB, kann bei Filtern unter Umständen im Sperrbereich eine geringere Sperrdämpfung gemessen werden (Abschn. 2.6.3.). Bei aktiven Meßobjekten kann der Oberwellenabstand durch das Ausgangssignal verschlechtert werden. Gegebenenfalls empfiehlt es sich, einen Tiefpaß vor das Meßobjekt zu schalten.

Besonders bei sehr schmalbandigen Filtern und Resonanzkreisen können Nebenwellen zu Fehlmessungen führen, da, bedingt durch den Aufbau des Gerätes, bereits etwa 50 kHz von der Resonanzfrequenz entfernt die erste Nebenwelle auftreten kann.

2.5.3. Wahl der Mittenfrequenz und des Frequenzhubes

Entsprechend dem Amplitudenfrequenzgang des Meßobjektes und dem interessierenden Frequenzbereich (z.B. Lage von Durchlaßbereich, Wiederkehr, Nebenresonanzstellen etc.) werden Mittenfrequenz und Frequenzhub eingestellt. Der Hubbereich wird mit dem Schalter 40 nach der Tabelle 1 gewählt.

Tabelle 1 Hubbereiche

Stellung Schalter <u>40</u>	Hub <u>39</u>
1000 MHz	Der Frequenzhub überdeckt stets den ganzen Bereich, unabhängig von <u>39</u> .
5-1000 MHz	Der Hub ist variierbar von 5 MHz bis 1000 MHz
0,3-50 MHz	Der Hub ist variierbar von 0,3 MHz bis 50 MHz
0	Kein Hub (Dauerstrichbetrieb)

Die Mittenfrequenz wird grob mit 41 und fein mit 42 eingestellt. Der eingestellte Wobbelbereich wird mit dem Leuchtbalken 48 dargestellt. Mittenlage und Hub lassen sich auf der zugehörigen Skala am unteren Bildschirmrand ablesen. Bei manuellem Ablauf (MAN.) entfällt die Frequenzanzeige.

2.5.4. Frequenzmarken

Mit den Drucktasten 7 (Bild 2-16) kann ein Raster von quarzgenauen Frequenzmarken mit 1 MHz oder 100 MHz Abstand gewählt werden. Sie erscheinen wahlweise als Helligkeitsgestaffelte Strichmarken oder höhengestaffelte, der Wobbelkurve aufgesetzte Impulsmarken. Nach Drücken der Taste EXT. kann über den BNC-Anschluß 11 mit Hilfe eines HF-Generators eine beliebige Frequenzmarke erzeugt werden, (HF-Pegel etwa 200 V an 50 Ω).

In der Betriebsart AUTO steht eine variable Helligkeitsmarke zur Verfügung. Am Ort dieser Marke wird der X-Ablauf für ca. 12 ms angehalten. Ein während dieser Zeit am Trigger-Ein-Ausgang 58 (Bild 2-17) stehender Impuls triggert einen dort angeschlossenen externen Frequenzzähler. Dadurch kann die Frequenz der am HF-Kontrollausgang 55 liegenden Spannung gemessen werden. Die Zählzeit des Frequenzzählers darf 10 ms nicht überschreiten.

2.5.5. Zwischenfrequenzmarken mit der Option SWOB5-B3 und SWOB5-B4

Zur Darstellung von ZF-Marken bei eingebauter Option SWOB5-B3 speist man die ZF in die Eingangsbuchse 11 ein. Als Meßkopf kann nur der Durchgangskopf SWOB5-Z3, der Aktivdemodulator SWOB5-Z4

oder gegebenenfalls der Tastkopf SWOB5-Z2 verwendet werden. Die Eingangsbuchse ist mit 50 Ω abgeschlossen. Der erforderliche Eingangsspegel beträgt

im Frequenzbereich	5 MHz... 50 MHz	1 mV...200 mV
im Frequenzbereich	0,5 MHz...150 MHz	10 mV...200 mV

Die Taste EXT. (\bar{I} im Bild 2-16) darf nicht gedrückt sein. Eine gleichzeitige Darstellung von ZF- und HF-Marken ist möglich (Taste 100, 100 10 oder 10 1 gedrückt).

Meßobjekte mit geringer Selektivität am ZF-Ausgang können durch das Oszillatorstörsignal den Eingangsverstärker der Option SWOB5-B3 so weit zuregulieren, daß eine Darstellung der Marken nicht mehr möglich ist. Deshalb kann auf der Grundplatte des SWOB5-B3, nach Abnehmen der Gerätehaube des SWOB 5 ein mitgelieferter Tiefpaß ($f_g \approx 60$ MHz) anstelle der Verbindung eingesetzt werden.

Zur Markenmischung dienen zwei Quarzoszillatoren, die ebenfalls steckbar sind. An der Oberseite der Oszillatorplatte befindet sich ein Trimpotentiometer, mit dem die Markenbreite verringert werden kann. Nur das Potentiometer auf der, der Frontplatte zugewandten Oszillatorplatine ist in Funktion. Wird also die Grundplatte nur mit einem Oszillator bestückt, so muß dieser in die vordere Halterung eingesetzt werden.

Achtung: Das seitlich auf der Oszillatorplatine befindliche Potentiometer ist im Herstellerwerk abgeglichen und darf unter keinen Umständen verstellt werden.

Die ZF-Marken können wahlweise als Impulsmarken oder als Strichmarken eingeblendet werden. Die Umschaltung erfolgt mit den beiden Tasten \bar{I} . Zur besseren Unterscheidung der ZF- von den HF-Marken kann die Buchse BU303 um 180° gedreht auf die Verteilerplatte gesteckt werden (Abschn. 6.3.). Die Einblendung der ZF-Marken ist dann vertauscht, d.h. wenn die HF-Marken als Strichmarken wiedergegeben werden, erscheinen die ZF-Marken als Impulsmarken.

Eine Zwischenfrequenz ≤ 300 kHz wird bei geeignetem Pegel direkt zur Anzeige gebracht. Dadurch kann, außer den beiden Quarzmarken, noch eine weitere Marke bei 0 MHz auftreten. Bei Übersteuerung werden weitere Zwischenmarken, die durch Ober- und Nebenwellen entstehen, eingeblendet.

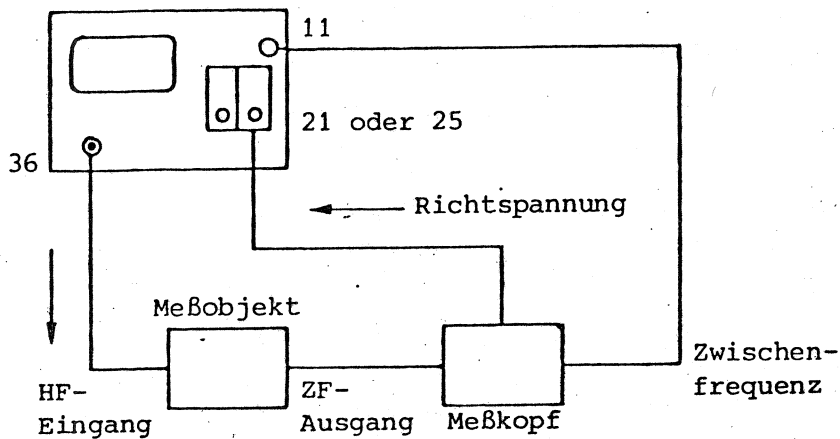


Bild 2-4 Einblenden von ZF-Marken mit der Option SWOB5-B3

2.5.6. Kriterien zur Wahl von Frequenzhub und Ablaufzeit

Eine Voraussetzung unverformter Darstellung des Meßergebnisses am Bildschirm ist, daß die Frequenz der Meßspannung nicht schneller durchgestimmt wird, als die im Signalweg liegenden Filter einschwingen können. Die Frequenzänderungs- (Wobbel-)geschwindigkeit v_w hängt von der Ablaufzeit t_a , der Wobbelspannung und dem Frequenzhub $F = f_2 - f_1$ der gewobbelten HF ab:

$$v_w = \frac{F}{t_a}$$

Alle Vierpole mit Energiespeichern (Tief-, Hoch-, Band- und Allpässe) benötigen eine Einschwingzeit τ , bis die Spannung an ihrem Ausgang den Endwert erreicht. Beispielsweise ergibt sich die Einschwingzeit eines einkreisigen Bandpasses (ohne Laufzeitverzerrungen) angenähert zu

$$\tau = \frac{1}{B}$$

wobei B die 3-dB-Bandbreite des Filters ist. Es muß daher die Zeit t_v (Verweilzeit), während der die Signalfrequenz gleichmäßig über den Frequenzbereich B durchgestimmt wird, gleich oder größer sein als τ . Es gilt die Beziehung

$$t = \frac{K}{B}$$

Der Faktor K hängt von der Bauweise des vorliegenden Bandpasses ab und gibt an, wieviel mal t_v größer ist als τ .

Ist t_v zu kurz, so bewirkt der Einschwingvorgang eine fehlerhafte Amplitudenanzeige am Bildschirm. Durch die Verzögerung werden die sich ändernden Werte bei ansteigender Amplitudenkurve zu klein, bei abfallender Kurve zu groß dargestellt. Bei schmalbandigen Filtern wird die Maximalamplitude überhaupt nicht erreicht. Um diesen Fehler so gering wie möglich zu halten, muß bei gegebener Bandbreite B und dem gewünschten Frequenzhub F die Ablaufzeit entsprechend gewählt werden. Der Zusammenhang dieser Größen ist durch das Verhältnis

$$\frac{F}{B} = \frac{t_a}{t_v}$$

gegeben.

Für den Grenzfall $t_v = \tau$ erhält man

$$B_{gr} = \sqrt{\frac{F}{t_a}}$$

Bei der Messung eines Einzelkreises der Bandbreite B_{gr} steigt die Spannung während t_v bis auf 95 % ihres Endwertes; der Fehler beträgt also 5 %. Sind nur geringe Fehler zulässig, so muß der Faktor K entsprechend größer als 1 gewählt werden. Auch bei mehrkreisigen Filtern mit zwar gleicher 3-dB-Bandbreite wie ein Einzelkreis, jedoch steileren Flanken, muß K für gleichen Amplitudenfehler wesentlich größer als 1 angenommen werden.

Diese Überlegungen zur Abhängigkeit des Amplitudenfehlers von der Einschwingzeit gelten nicht nur für das Meßobjekt, sondern auch für jeden in den Übertragungsweg Generator-Bildröhre eingeführten selektiven Vierpol (z.B. Rauschfilter mit 28 in den Anzeigekanal geschaltet).

2.5.7. Wahl der Ablaufzeit

Gemäß den Kriterien des vorhergehenden Abschnitts wird mit 38 die Ablaufzeit eingestellt (Variationsbereich 20 ms...2 s). Dabei ist es zweckmäßig, mit der langsamsten Ablaufzeit zu beginnen und die Ablenkgeschwindigkeit mit 38 solange zu erhöhen, bis sich Änderungen an der Darstellung auf dem Bildschirm gegenüber dem Zustand bei langsamstem Ablauf zeigen. Dann dreht man 38 wieder etwas nach links in Richtung "langsamer", bis die Formänderungen gerade wieder verschwinden.

Änderungen an der Wobbelkurve stellen sich vor allem im Übergangsbereich zwischen steilen Flanken und etwa horizontal verlaufenden Kurvenbereichen sowie an Spitzen und Einbrüchen ein, so daß die Aufmerksamkeit besonders auf solche Stellen zu richten ist.

2.5.8. Messungen des HF-Pegels

2.5.8.1. Pegelmessung mit dem Einschub LOG.AMPLIFIER SWOB5-E1

Der logarithmische Anzeigeverstärker SWOB5-E1 ermöglicht es, bei Verwendung der Meßköpfe SWOB5-Z1 und -Z3, HF-Pegel zwischen $170 \mu\text{V}$ und 1 V in einem Bereich auf dem Bildschirm darzustellen. Je nach Bedarf kann der Anzeigebereich mit dem Schalter 20 (Bild 2-16) auf 80, 60, 40, 20 oder 10 dB, bezogen auf die Bildhöhe eingeschränkt werden, was einer entsprechenden Spreizung der Darstellung in Y-Richtung gleichkommt. Mit dem größeren des Doppeldrehknopfes 19 (schwarz) kann dann die vertikale Bildlage so verschoben werden, daß die interessierenden Gebiete der Wobbelkurve (z.B. der Durchlaßbereich eines Bandfilters) auf dem Bildschirm betrachtet werden können.

Zum Bestimmen des absoluten oder relativen HF-Pegels am Eingang des Meßkopfes erzeugt der Log.-Einschub eine Horizontallinie 3. Die vertikale Lage dieser Linie läßt sich durch ein 10-Gang-Potentiometer mit geeichter Skala 17 zwischen 0 dB und -100 dB (Auflösung 0,1 dB) einstellen. Mit dem kleineren Knopf 19 (rot) kann die 0-dB-Position der Horizontallinie von $0 \text{ dB} \hat{=} 1 \text{ V}$ ($0 \text{ dB} \hat{=} 100 \text{ mV}$ mit Aktivdemodulator SWOB5-Z4) nach ca. $0 \text{ dB} \hat{=} 250 \text{ mV}$ (25 mV) verschoben werden.

Befindet sich der kleinere, rote Knopf 19 in der Stellung CAL. (rastet ein), so gilt $0 \text{ dB} \hat{=} 1 \text{ V}$ (100 mV) am HF-Eingang des Meßkopfes. Befindet sich dieser Knopf außerhalb der kalibrierten Raststellung, so leuchtet das rote Lämpchen 18.

Der Pegel eines Punktes auf der Wobbelkurve wird dadurch bestimmt, daß man die Horizontallinie mit 17 so einstellt, daß sie die Meßkurve in diesem Punkt schneidet. Die jetzt auf der Skala am Drehknopf 17 abzulesende Zahl gibt an, um wieviel dB die HF-Spannung am Meßkopf unter dem mit 19 (kleiner Knopf, rot) eingestellten Bezugswert liegt.

Soll der Bezugswert mit 19 (kleiner Knopf) auf eine andere Spannung zwischen ca. 250 mV (25 mV) und 1 V (100 mV) kalibriert werden, so ist der Meßkopf direkt mit dem HF-Ausgang 46 zu verbinden. Die HF-Spannung wird nun mit den Ausgangsspannungsteilern 43 und 44 auf den gewünschten Wert gebracht; auf dem Bildschirm erhält man eine entsprechende waagrechte Anzeigelinie. Jetzt stellt man den Skalenknopf 17 der Horizontallinie auf 0 dB und bringt mit 19 (kleiner Knopf) die Horizontallinie mit der Anzeigelinie zur Deckung. Der neue Bezugswert der Pegellinie entspricht nun der mit 43 und 44 eingestellten HF-Spannung.

Interessieren Gebiete der Wobbelkurve, bei denen die Meß-HF-Spannung unterhalb etwa $500 \mu\text{V}$ (ca. $50 \mu\text{V}$ mit Aktivdemodulator SWOB5-Z4) liegt, ist es empfehlenswert, das 40-Hz-Rauschfilter zur Verbesserung des Rauschabstandes mit dem Zugschalter 38 einzuschalten (angezeigt durch die rote Lampe 37). Da dann die Einschwingdauer der gesamten Meßanordnung vom Rauschfilter mitbestimmt wird, ist die Ablaufgeschwindigkeit entsprechend zu verlangsamen (Abschn. 2.5.7.).

2.5.8.2. Pegelmessung mit dem Einschub LIN.AMPLIFIER SWOB5-E2

Beim linearen Anzeigeverstärker ist die Anzeigespannung und damit die Y-Auslenkung proportional der Richtspannung am NF-Eingang 25 oder 26 (Bild 2-16). Die Verstärkung bzw. Empfindlichkeit wird mit 22 eingestellt, mit 23 läßt sich das Bild in vertikaler Richtung verschieben. Da die Richtkennlinien aller in Frage kommenden HF-Gleichrichter bei HF-Spannungen unterhalb etwa 25 mV quadratisch verlaufen, zwischen etwa 25 mV und rund 500 mV einen Übergangsbereich besitzen und erst darüber ein linearer Zusammenhang zwischen HF- und NF-Spannung besteht, ist es notwendig, zur Pegelmessung den Anzeigeverstärker je nach Meßspannung zu kalibrieren.

Diese Eichung zur Bestimmung des relativen Pegels wird am Beispiel der Messung der 3-dB-Bandbreite eines selektiven Verstärkers (ZF-Verstärker) gezeigt. Die Darstellung am Bildschirm sei mit 22 und 23 entsprechend gewählt; ferner sei dafür gesorgt, daß weder Meßobjekt noch Anzeigeverstärker (Gleichrichter) übersteuert sind. Mit 43 werden nun 3 dB mehr Dämpfung eingeschaltet. Eine Horizontallinie 3 wird jetzt mit 14 oder 15 so eingestellt, daß sie das Maximum der Wobbelkurve tangiert. Anschließend wird 43 wieder auf seinen alten Wert zurückgeschaltet, d.h. die Ausgangsspannung wird wieder um 3 dB erhöht. Die Horizontallinie 3 schneidet nun die Kurve an den -3-dB-Punkten. So ist bei allen ähnlichen Meßaufgaben vorzugehen, wobei zwei Horizontallinien zur Markierung zur Verfügung stehen.

Soll bei obigem Beispiel der absolute Pegel in irgendeinem Kurvenpunkt gemessen werden, so ist eine Horizontallinie 3 durch diesen Punkt zu legen. Anschließend ist der Meßkopf direkt mit dem HF-Ausgang 46 zu verbinden und die Ausgangsspannung mit 43 und 44 - eventuell auch mit 54 (Bild 2-17) - solange zu verändern, bis die Anzeigelinie mit der Horizontallinie möglichst innerhalb ± 1 dB zur Deckung kommt.

Aus den Stellungen von 43 und 44 wird unter Berücksichtigung der mit 54 eingeschalteten EMK der absolute Pegel bestimmt. Wegen der notwendigen Anpassung ist dieses Verfahren nur für die Meßköpfe SWOB5-Z1 und -Z3 sowie für den Aktivdemodulator SWOB5-Z4 geeignet, nicht dagegen für die Tastköpfe SWOB5-Z2 und SWOB3-Z.

2.5.8.3. Pegelmessung mit dem Einschub LOG. AMPLIFIER SWOB5-E3

Mit dem logarithmischen Anzeigenverstärker SWOB5-E3 können bei Verwendung der Meßköpfe SWOB5-21 und -23 bzw. über den NF-Eingang Pegel zwischen 170 μ V und 1 V in einem Bereich auf dem Bildschirm dargestellt werden. Je nach Bedarf kann der Anzeigebereich mit dem Schalter 30 (Bild 2-16) auf 100, 80, 50, 20 oder 10 dB bezogen auf die Bildhöhe eingeschränkt werden, was einer entsprechenden Spreizung der Darstellung in Y-Richtung gleichkommt. Mit dem auf den Bereichsschalter aufgesetzten Drehknopf 31 kann dann die vertikale Bildlage so verschoben werden, daß die interessierenden Gebiete der Wobbelkurve (z. B. der Durchlaßbereich eines Bandfilters) auf den Bildschirm betrachtet werden können.

Zur Bestimmung des absoluten oder relativen Eingangspegels erzeugt der Log.-Einschub eine geeichte Horizontallinie 3. Die vertikale Lage dieser Linie läßt sich durch ein 10-Gang-Potentiometer (29) einstellen und der ihr entsprechende Pegel auf 31/2stelligen Digitalanzeige 27 wahlweise in mV, dBV oder dB ablesen. Bei Absolutmessung wird der Pegel eines Punktes auf Wobbelkurve dadurch bestimmt, daß man die Horizontallinie mit 29 so einstellt, daß sie die Meßkurve in diesen Punkt schneidet. Der angezeigte Wert ist der gewünschte Pegel in mV bzw. dBV an dieser Stelle. Beim Betrieb des Einschubes mit dem Aktivdemodulator SWOB5-Z4 wird dessen Verstärkung von 20 dB automatisch bei der Pegelanzeige berücksichtigt.

Zur Relativmessung (Schiebeschalter 28 in Stellung dB) kann mit der Drucktaste 36 ein beliebiger Bezugspunkt gewählt werden. Per Knopfdruck wird automatisch der Pegel zum Bezugspunkt (0 dB), der gerade der momentanen Lage der Horizontallinie entspricht. Wird nun mit 29 die Horizontallinie auf einen anderen Punkt der Meßkurve gestellt, so gibt die angezeigte Zahl an, um wieviel dB die Eingangsspannung unterhalb oder oberhalb des gewählten Bezugswertes liegt.

Interessieren Gebiete der Wobbelkurve, bei denen die Meßspannung unter etwa 500 μV (ca. 50 μV mit Aktivdemodulator) liegt, ist es empfehlenswert, das 40 Hz-Tiefpaßfilter zur Verbesserung des Rauschabstandes mit dem Zugschalter 38 einzuschalten (angezeigt durch die rote Leuchtdiode 37). Da dann die Einschwingzeit der gesamten Meßanordnung vom Tiefpaßfilter mitbestimmt wird, ist die Ablaufgeschwindigkeit entsprechend zu verlangsamen (Abschnitt 2.5.7.).

2.5.9. Messung der Transmission $|S_{21}|$ und $|S_{12}|$

2.5.9.1. Messung von $|S_{21}|$ und $|S_{12}|$ mit dem Einschub LOG.AMPLIFIER SWOB5-E1

Zum Messen der Transmission in Vorwärtsrichtung ist das Meßobjekt nach Bild 2-2 anzuschließen. Der Meßaufbau liefert die entsprechenden Werte in Rückwärtsrichtung, wenn Ein- und Ausgang des zu untersuchenden Vierpoles vertauscht werden.

Als Meßköpfe kommen nur SWOB5-Z1, SWOB5-Z3 mit Abschlußwiderstand oder der Aktivdemodulator SWOB5-Z4 in Frage, da das Meßobjekt gemäß der Definition von S_{21} (S_{12}) mit Z abgeschlossen sein muß. Auch ist darauf zu achten, daß nirgends im Meßaufbau eine Übersteuerung auftritt (S-Parameter sind Kleinsignal-Parameter).

Die geeichte Horizontallinie des Log.-Einschub E1 ermöglicht in einfacher Weise das Bestimmen des Betrages von S_{21} (S_{12}) in dB an jedem beliebigen Punkt der Wobbelkurve. Dazu bringt man 19 (kleiner Knopf) an den rechten Anschlag (Stellung CAL.). Mit 17 wird die Horizontallinie 3 durch den gewünschten Kurvenpunkt gelegt und an der Skala von 17 der Pegel p_2 in dB, bezogen auf 1 V abgelesen.

Mißt man mit dem Aktivdemodulator SWOB5-Z4, so müssen, wegen der entsprechenden Verstärkung vor dem Gleichrichter, von p_2 20 dB subtrahiert werden.

Die an 43 und 44 angezeigten dB-Werte ergeben p_1 .

Wird mit einem SWOB5 in 75- Ω -Ausführung gearbeitet (333.0019.72) so müssen von p_1 3,1 dB subtrahiert werden.

Steht der EMK-Wahlschalter 54 auf $U_A = 0,5$ V (333.0019.52) bzw. auf $U_A = 0,35$ V (333.0019.72), so sind zum (korrigierten) p -Wert (noch einmal) -6 dB zu addieren.

Es gilt: $S_{21}/\text{dB} = p_2 - p_1$,

wobei p_1 selbstverständlich der korrigierte Wert ist.

Beispiel: $p_1 = -10$ dB
 $p_2 = -6$ dB

Gemessen wird mit SWOB5 (333.0019.52)
(Mit Demodulator oder Durchgangskopf)
Schalter 54 auf 0,5 V Ausgangsspannung

Wegen 54 wird $p_1 = -16$ dB

$$S_{21} = -6 \text{ dB} - (-16 \text{ dB}) = 10 \text{ dB}$$

Das Meßobjekt verstärkt also um 10 dB. Analog wird bei der Bestimmung von S_{12} in dB vorgegangen.

2.5.9.2. Messung von $|S_{21}|$ und $|S_{12}|$ mit dem Einschub LIN.AMPLIFIER SWOB5-E2

Das Meßobjekt wird in derselben Weise angeschlossen wie im Abschnitt 2.5.9.1. beschrieben. Aus den im Abschnitt 2.5.8.2. dargelegten Gründen muß kalibriert werden. Dazu wird der Meßkopf (SWOB5-Z1 oder -Z3 mit Abschlußwiderstand) direkt an den HF-Ausgang 46 (Bild 2-16) angeschlossen. Mit 43 und 44 wählt man die HF-Ausgangsspannung so, daß eine Übersteuerung des Meßobjektes nicht zu erwarten ist. Die Dämpfungswerte von 43 und 44 werden als p festgehalten. Eine Horizontallinie 3 wird mit einem der Knöpfe 5 oder 6 mit der Anzeigelinie zur Deckung gebracht. Nun schaltet man das Meßobjekt zwischen Generator und Meßkopf. Die Ausgangsspannung muß jetzt mit 43 und 44 so lange verändert werden, bis die Wobbelkurve bei der gewünschten Frequenz die Horizontallinie mit einer Toleranz von ± 1 dB schneidet. Die neuen Stellungen von 43 und 44 ergeben $|S_{21}|$ in dB oder $|S_{12}|$ in dB.

$$|S_{21}|/\text{dB} = p_1 - p_2$$

Beispiel: Bei Eichung $p_1 = -10$ dB
mit Meßobjekt $p_2 = -20$ dB

$$|S_{21}| = -10 \text{ dB} - (-20 \text{ dB}) = 10 \text{ dB}$$

Das Meßobjekt verstärkt um 10 dB.

2.5.9.3. Messung von S_{21} und S_{12} mit dem Einschub LOG. AMPLIFIER SWOB5-E3

Die Messung wird in derselben Weise wie im Abschnitt 2.5.9.1. beschrieben durchgeführt; der Schiebeschalter 28 steht dabei in Stellung dBV. Bei Verwendung des Aktivdemodulators SWOB5-Z4 darf dessen Verstärkung von 20 dB nicht vom abgelesenen Wert p_2 subtrahiert werden, da dies bereits bei der Pegelanzeige automatisch berücksichtigt wird.

2.5.10. Messung von Anpassung und Reflexion

2.5.10.1. Messung der Rückflußdämpfung

Zwischen der Rückflußdämpfung a_r in dB und dem Betrag des Reflexionsfaktors $|\bar{r}|$ besteht folgender Zusammenhang:

$$a_r / \text{dB} = 20 \cdot \lg \frac{1}{|\bar{r}|}$$

Die Rückflußdämpfung läßt sich auf einfache Weise mit dem SWOB 5 in Verbindung mit einer Anpaßmeßbrücke oder einem Richtkoppler messen. Der Reflexionsfaktor ergibt sich daraus zu

$$|\bar{r}| = 10^{\frac{-a_r}{20 \text{ dB}}}$$

2.5.10.1.1. Messung der Rückflußdämpfung mit der Anpaß-Meßbrücke SWOB4-Z

Der Meßaufbau zur Messung der Rückflußdämpfung mit der Anpaßmeßbrücke SWOB4-Z ist im Bild 2-3 gezeigt.

Die Meßbrücke ist mit 50Ω oder 75Ω Wellenwiderstand erhältlich. Sie ist im Frequenzbereich 5...1000 MHz einsetzbar; ihre Richtdämpfung beträgt > 40 dB.

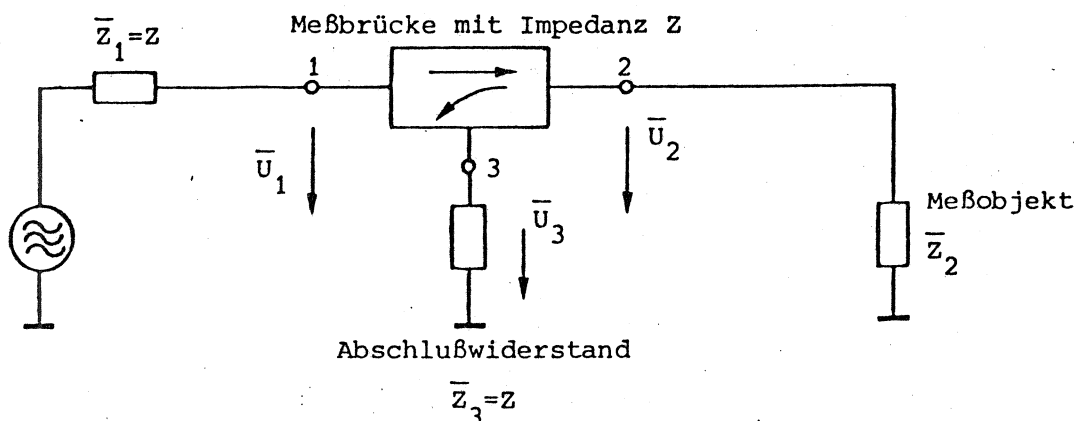


Bild 2-5 Anpassungsmessung mit der Brücke

Zum Verständnis des Meßaufbaus im Bild 2-3 sei Bild 2-5 betrachtet. Vom Generatoranschluß 1 zum Meßobjektanschluß 2 erfährt die hinlaufende Welle eine Dämpfung von 6 dB. Ist 2 mit einer Impedanz ungleich Z abgeschlossen, läuft eine reflektierte Welle von 2 nach Anschluß 3, die wiederum um 6 dB gedämpft wird. Der Betrag der Spannung \bar{U}_3 ist ein Maß für die Rückflußdämpfung am Anschluß 2.

Im Falle von $|\bar{r}| = 1$ (z.B. Kurzschluß oder Leerlauf an 2) liegt der Pegel an 3 um 12 dB unter dem am Eingang 1. Dieser Wert entspricht einer Rückflußdämpfung von 0 dB. Bei zunehmender Rückflußdämpfung, d.h. bei Verbesserung der Anpassung an 2, nimmt $|\bar{U}_3|$ in gleichem Maße ab, um bei $\bar{Z}_2 = Z$ theoretisch zu Null zu werden. In der Praxis jedoch kann kein besserer Wert für die Rückflußdämpfung als der der Richtdämpfung der Brücke gemessen werden.

Zur Gleichrichtung der Spannung $|\bar{U}_3|$ kann entweder der Meßdemodulator SWOB5-Z1, der Durchgangskopf SWOB5-Z3 mit Abschlußwiderstand oder der Aktivdemodulator SWOB5-Z4 verwendet werden. Je nach Anforderungen an Anzeigeempfindlichkeit, Dynamikumfang und Bedienungskomfort ist zur Verarbeitung der Richtspannung der lineare oder der logarithmische Anzeigeverstärker-Einschub zu verwenden.

Wird mit einer Spannung $|\bar{U}_2| = 10$ mV am Meßobjekt gearbeitet, wie es bei Messungen an Vorstufen von Tunern o.ä. vorkommt, so kann mit dem Log.-Einschub noch ein Dynamikumfang von ca. 29 dB (Rauschgrenze) erreicht werden. Bei zusätzlicher Verwendung des Aktivdemodulators SWOB5-Z4 erhöht sich der ausnutzbare Dynamikbereich auf mindestens 40 dB. Die Grenze setzt hierbei die Richtdämpfung der Brücke.

Bei Verwendung des Lin.-Einschubes ergibt sich bei entsprechender Einstellung von Empfindlichkeit und Bildlage mit 22 und 23 ein Darstellungsbereich von etwa 20 dB. Wird der Aktivdemodulator SWOB5-Z4 vorgeschaltet, so wird dieser Dynamikumfang bis zu einer Spannung $|\bar{U}_2| = 2$ mV am Meßobjekt beibehalten.

Die zahlenmäßige Bestimmung der Rückflußdämpfung ist im Prinzip eine Pegelmessung am Anschluß 3 der Brücke (Abschnitt 2.5.8.). Der Bezugswert 0 dB ist der Pegel an 3, der sich bei Kurzschluß oder Leerlauf auch am Anschluß 2 ergibt. Wird der Log.-Einschub E1 als Anzeigeverstärker benützt, so ist eine Horizontallinie 3 durch Drehen an 17 mit der betreffenden Anzeigelinie zur Deckung zu bringen. Der nun an der Skala 17 abzulesende Zahlenwert entspricht dem Bezugspegel bzw. der Rückflußdämpfung 0 dB. Schließt man nun das Meßobjekt an 2 an, so kann in jedem Punkt der Wobbelkurve die Rückflußdämpfung dadurch bestimmt werden. Dazu stellt man die Horizontallinie 3 mit 17 so ein, daß sie die Kurve an der gewünschten Stelle schneidet. Der zugehörige Zahlenwert muß vom Bezugswert subtrahiert werden, um die Rückflußdämpfung a_r in dB zu erhalten.

Beispiel: Bezugswert: -30 dB

Ablesung im gewünschten Kurvenpunkt: -50 dB

Bezugswert - Meßwert = -30 dB - (-50 dB) = 20 dB

Die Rückflußdämpfung beträgt also 20 dB.

Bei Verwendung des Log.-Einchubes E3 kann die Rückflußdämpfung direkt auf der Digitalanzeige abgelesen werden. Man bringt dazu den Schiebeschalter 28 in Stellung dB und die Horizontallinie 3 durch Drehen an 29 zur Deckung mit der Meßlinie (Meßkopf an Anschluß 3 der Brücke). Durch Knopfdruck auf 36 wird dieser Pegel zum Bezugswert (0 dB) gewählt. Schließt man nun das Meßobjekt an 2 an, dann ist die Rückflußdämpfung in jedem Punkt der Wobbelkurve bestimmbar. Die Horizontallinie 3 wird mit Hilfe von 29 so eingestellt, daß sie die Kurve an der gewünschten Stelle schneidet. Der auf der Anzeige abzulesende Wert ist direkt die Rückflußdämpfung a_r in dB.

Dient ein Lin.-Einschub als Anzeigeverstärker, so muß mit den Ausgangsteilern 43 und 44 kalibriert werden. Dazu ist zunächst durch Leerlauf oder Kurzschluß am Anschluß 2 der Brücke der Bezugswert zu ermitteln. Er kann mit Hilfe einer Horizontallinie 3 des Grundgerätes mit 14 oder 15 markiert werden. Die Ausgangsspannung am HF-Ausgang 46 wird nun mit 43 und 44 um die zu messende Rückflußdämpfung verringert und die so erhaltene Lage der Anzeigelinie mit einer Horizontallinie gekennzeichnet. Jetzt werden 43 und 44 wieder auf den Ausgangswert zurückgestellt und das Meßobjekt mit dem Anschluß 2 der Brücke verbunden. Am Schnittpunkt Wobbelkurve-Horizontallinie entspricht die Rückflußdämpfung der mit 43 und 44 vorgenommenen Dämpfungserhöhung während der Eichung. Entsprechend der Anzahl der Horizontallinien am Grundgerät können zwei Dämpfungswerte markiert werden. Da der SWOB 5 zwei Anzeigekanäle besitzt, können gleichzeitig die Rückflußdämpfung und die Transmission dargestellt werden, was für Abgleicharbeiten an Vorkreisen von Empfangsstufen oder Filtern von Vorteil ist. Die Verbindungsleitung vom Brückenanschluß 2 zum Meßobjekt sollte so kurz wie möglich sein, um Meßfehler, verursacht durch nichtideale HF-Kabel, auszuschließen.

2.5.10.1.2. Messung der Rückflußdämpfung mit Richtkoppler

Zur Reflexionsmessung kann auch ein Richtkoppler (z.B. ZPW) verwendet werden, der die Messung und kontinuierliche Darstellung der Rückflußdämpfung a_r in dB über einen breiten Frequenzbereich ermöglicht. Der Meßaufbau mit dem Richtkoppler ZPW ist im Bild 2-6 dargestellt.

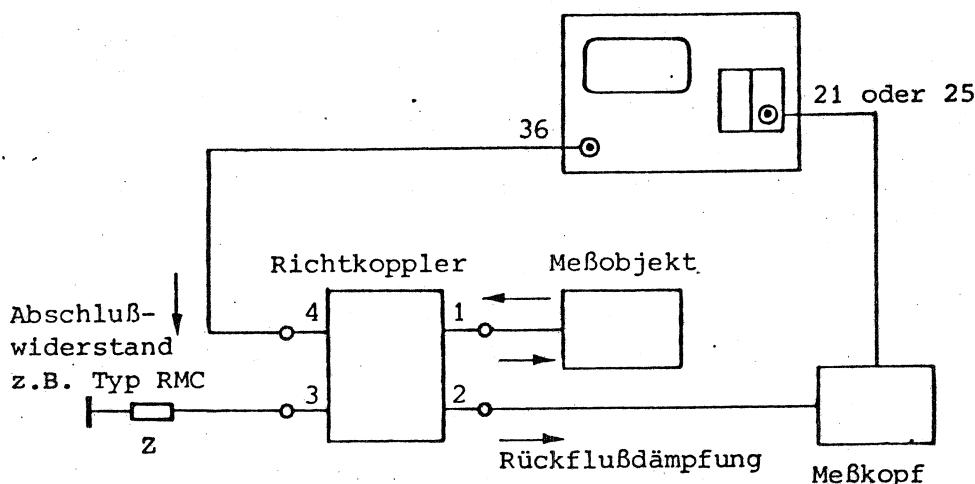


Bild 2-6 Messung der Rückflußdämpfung

Der Richtkoppler besteht aus zwei parallellaufenden, gekoppelten Leitern, die von einem gemeinsamen Außenleiter umschlossen sind. In der Bandmitte beträgt die Länge der Anordnung $\lambda/4$, die Koppeldämpfung, je nach Wellenwiderstand, 3 dB oder 4,5 dB. Um das hohe Richtverhältnis von 50 dB zu erreichen, müssen die Anschlüsse 1...4 mit den übrigen Geräten so verbunden werden wie im Bild 2-6 gezeigt. Sind Generator und Anzeigerät an die Anschlüsse 4 und 2 angepaßt ($R_i = Z$), so ist die an 2 auftretende Spannung ein Maß für die Rückflußdämpfung. Für die Wahl des entsprechenden Anzeigerverstärkers und dessen Bedienung gelten die gleichen Gesichtspunkte wie beim Messen mit der Anpaßmeßbrücke (Abschnitt 2.5.10.1.1.).

Im Unterschied zur Meßbrücke ist der Richtkoppler schmalbandiger, dafür hat er etwas weniger Dämpfung (je nach Wellenwiderstand zwischen 1,5 und 3 dB).

2.5.10.2. Reflexionsmessung mit einem Vorlaufkabel

2.5.10.2.1. Bestimmung der Anpassung

Zur Kontrolle der Anpassung kann ein Vorlaufkabel (HF-Kabel mit geringen Eigenreflexionen) zwischen den HF-Ausgang 46 (Bild 2-16) und das Meßobjekt geschaltet werden. In die Verbindung HF-Ausgang-Vorlaufkabel wird ein Durchgangskopf SWOB5-Z3 eingefügt, um die HF-Ausgangsspannung beobachten zu können. Zur Anzeige genügt der lineare Verstärkereinschub SWOB5-E2. Selbstverständlich können auch die Log.-Einschübe SWOB5-E1 bzw. -E3 verwendet werden. Der Wellenwiderstand des Vorlaufkabels muß dem Sollwiderstand des Meßobjektes für Anpassung entsprechen.

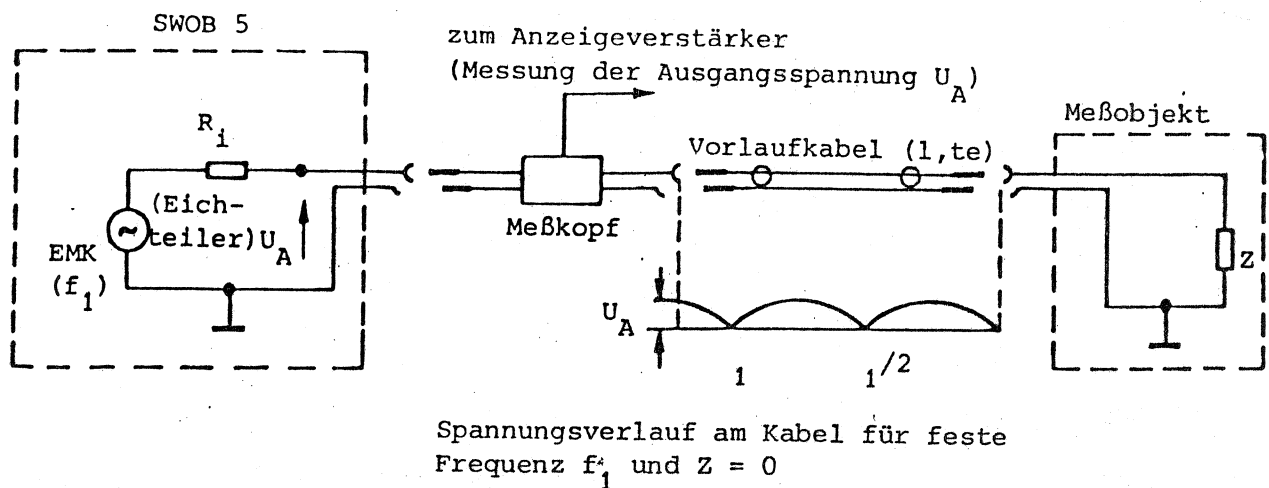


Bild 2-7 Reflexionsmessung mit Vorlaufkabel

Das Prinzip der Messung zeigt Bild 2-7. Die Generator-EMK symbolisiert die auf konstante Amplitude geregelte, gewobbelte HF-Spannung vor dem Ausgangsteiler, dieser den Generator-Innenwiderstand R_i (50 oder 75Ω). Unter der Annahme, daß der Ausgang des Vorlaufkabels mit der mechanischen Länge l kurzgeschlossen ist ($Z = 0$) und am Eingang eine Spannung U_A mit der festen Frequenz f_1 anliegt, bildet sich entlang des Kabels die dargestellte Spannungsverteilung. Sie wird verursacht durch Totalreflexion der hinlaufenden

Energie am Kabelausgang, an dem dadurch immer ein Spannungsminimum (bei offenem Kabel ein Spannungsmaximum) auftritt.

Weitere Minima (Maxima) ergeben sich durch die zeitabhängige Phasenverschiebung von hin- und rücklaufender Welle in den Abständen $\lambda/2$ vom Kabelausgang, wobei mit der Lichtgeschwindigkeit v_0 und der Dielektrizitätskonstante ϵ_r des Kabels allgemein gilt

$$\lambda = \frac{v_0}{\sqrt{\epsilon_r} \cdot f}$$

Die Zahl N_K der Spannungsminima (-maxima) am Kabel hängt von f und l bzw. der Echolaufzeit t_e (t_e ist gleich der doppelten Kabelaufzeit) ab und beträgt

$$N_K = \frac{2l \cdot \sqrt{\epsilon_r}}{v_0} \cdot f = t_e \cdot f$$

Die Spannung U_A an der Meßstelle (Kabeleingang) hat hierbei einen festen Wert. Wird die Frequenz jedoch gewobbelt bei konstanter EMK, so ändern die Minima am Kabel laufend ihre Lage; dadurch ändert sich auch der Wert der am Eingang gemessenen und am Bildschirm über der Frequenz aufgezeichneten Spannung U_A .

Wird f_1 beispielsweise um F auf f_2 erhöht, so bleibt zwar das Minimum am Kabelausgang unverändert, die übrigen Minima verschieben sich jedoch in Richtung Ausgang, bis die Abstände $\lambda_2/2$ betragen. Die Spannung U_A nimmt während der Änderung von f_1 nach f_2 entsprechende Werte zwischen Maximum und Minimum an. Durch die mit der Wobbelspannung gleichlaufende Ablenkspannung ergibt sich am Schirm des Sichtgerätes ein stehendes Bild (Bild 2-8).

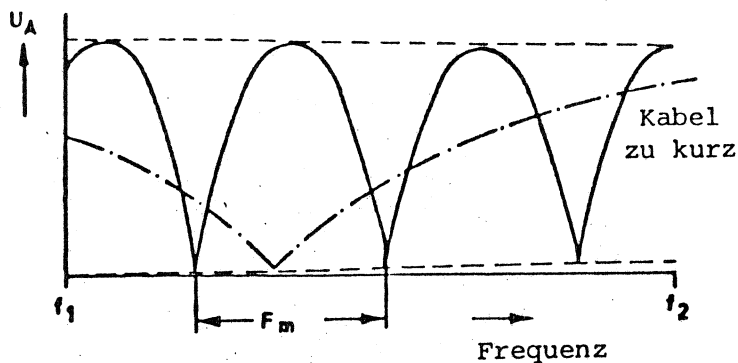


Bild 2-8 Spannungsverlauf am Bildschirm

Wegen der Kabelverluste werden die Extremwerte von U_A mit steigender Frequenz nicht mehr ganz erreicht. Der Abstand F_m zweier Minima (Maxima) voneinander bleibt konstant, da er nur von der Kabellänge l bzw. der Echolaufzeit bestimmt ist:

$$F_m = \frac{l}{t_e}$$

Die Zahl N_B der Spannungsmaxima an der U_A -Meßstelle und damit am Bildschirm hängt von l und $F = f_2 - f_1$ ab:

$$N_B = \frac{2l \cdot \sqrt{\epsilon_r}}{v_0} \cdot F = t_e \cdot F$$

Wird der Kabelabschluß Z zwischen den Extremwerten 0 und ∞ gewählt, so nimmt die Welligkeit von U_A ab, bis sie bei $Z = Z_0$ (Wellenwiderstand des Kabels) verschwindet. Weicht Z von Z_0 ab, so enthält der Eingangswiderstand des Kabels, gesehen von der U_A -Meßstelle, auch Blindkomponenten. Daher kann die Welligkeit in einzelnen Frequenzabschnitten unterschiedlich groß sein.

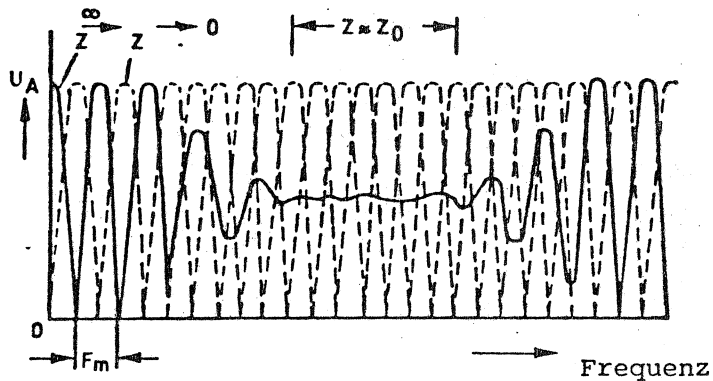


Bild 2-9 Frequenzabhängige Welligkeit

Im Bild 2-9 sind die drei Möglichkeiten der Schirmbildanzeige zusammengefaßt dargestellt, wobei Z der Parameter ist und Verluste unberücksichtigt bleiben.

Durchführen der Messung:

Zunächst muß das Vorlaufkabel mindestens so lang gewählt werden, daß zwei Spannungsmaxima oder -minima am Bildschirm aufgezeichnet werden, da sonst keine Auswertung der Welligkeit möglich ist (Bild 2-8). Unter Berücksichtigung dieser Einschränkung wird die Kabellänge abhängig vom gewünschten Abstand oder der Anzahl der dargestellten Maxima gewählt, wobei die vorstehenden Formeln benutzt werden.

Beispiel: Es soll die Anpassung eines Meßobjekts Z im Frequenzbereich $530 \dots 560$ MHz bestimmt werden. Der Abstand der Frequenzmaxima soll 5 MHz betragen; der Verkürzungsfaktor $v = 1/\sqrt{\epsilon_r}$ des Kabels sei $0,7$.

Der Echolaufzeit

$$t_e = \frac{1}{F_m} = \frac{1}{5 \cdot 10^6} = 0,2 \mu s$$

entspricht eine mechanische Kabellänge

$$l = v_0 \cdot v \cdot t_e / 2 = 3 \cdot 10^8 \cdot 0,7 \cdot 0,2 \cdot 10^{-6} / 2 = 21 \text{ m.}$$

Am Bildschirm werden

$$N_B = t_e \cdot F = 0,2 \cdot 10^{-6} \cdot (560-530) \cdot 10^8 = 6$$

Maxima (Minima) aufgezeichnet.

Daraus geht hervor, daß das Kabel um so länger gewählt werden muß, je schmaler das untersuchte Frequenzband F ist. Von R&S können

zwei Vorlaufkabel mit den elektrischen Längen \sqrt{V} 11,6 m und 65 m bezogen werden.

Die am Kabeleingang vom Durchgangskopf SWOB5-Z3 gleichgerichtete Spannung wird über 21 bzw. 25 in das Sichtgerät geführt und zur Anzeige gebracht. Am Ausgangsspannungsteiler 43 ist bei diesen Messungen eine Dämpfung von 6 dB einzustellen, um bei großem Fehl-
abschluß ($>25\%$ des Z-Wertes des Ausgangs 46) Rückwirkungen auf die Ausregelung der EMK zu verhindern.

2.5.10.2.2. Messung des Reflexionsfaktors nach Betrag und Phase

a) Ermittlung des Betrages

Der Betrag des Reflexionsfaktors läßt sich mit dem Vorlaufkabel auf zwei Arten ermitteln.

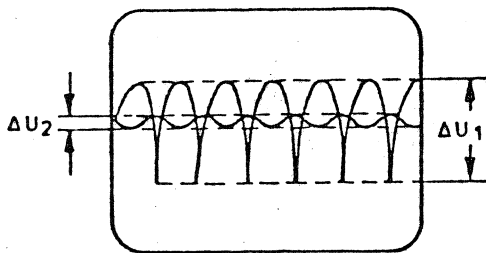


Bild 2-10 Reflexionsfaktormessung Methode 1

Nach der ersten Methode wird das Amplitudenverhältnis des Verlaufs der Ausgangsspannung U bei offenem Kabel und bei Kabelabschluß mit dem Meßobjekt nach Bild 2-10 ausgewertet. Der Reflexionsfaktor ist

$$|\bar{\Gamma}| = \frac{\Delta U_2}{\Delta U_1}$$

Der Ausgangsspannungsteiler 44 ist bei dieser Messung auf -10 dB zu schalten. Die Minimal- bzw. Maximalwerte, aus denen die Spannungsdifferenzen ΔU_1 (offenes Vorlaufkabel) und ΔU_2 (Abschluß mit dem Meßobjekt) gebildet werden, ermittelt man nach Abschnitt 2.6.7. Wegen seiner geeichten Horizontallinie ist der Log.-Einschub SWOB5-E1 bzw. E3 bei dieser Anwendung dem Lin.-Einschub vorzuziehen.

Zur Betragsbestimmung des Reflexionsfaktors ist bei $|\bar{\Gamma}| < 0,15$ eine zweite Methode möglich, die sich auch gut zur Messung mit Hilfe des Lin.-Einschubes SWOB5-E2 eignet (Bild 2-11).

Am Senderausgang (HF-Durchgangskopf) überlagern sich eine vorlaufende Spannung u_v und eine rücklaufende Spannung u_r , die um die Echolaufzeit t_e verzögert und deren Amplitude durch die Kabeldämpfung verkleinert ist. Mit der Dämpfungskonstante in Np/cm und der physikalischen Kabellänge l in m ist

$$u_v = U_0 \cdot \sin \omega t,$$

$$u_r = U_0 \cdot |\bar{\Gamma}| \cdot \exp(-2\alpha l) \cdot \sin \omega (t + t_e).$$

An den Meßgleichrichter gelangt die Summenspannung

$$u = U_0 [(1 + |\bar{r}| \cdot \exp(-2\alpha l) \cdot \cos \omega t_e) \sin \omega t + (|\bar{r}| \cdot \exp(-2\alpha l) \sin \omega t_e) \cos \omega t]$$

Für $r < 0,15$ kann das \cos -Glied vernachlässigt werden. Die Amplitude der resultierenden HF wird somit

$$u_H = U_0 (1 + |\bar{r}| \cdot \exp(-2\alpha l) \cos \omega t_e).$$

Der zweite Summand dieses Ausdrucks bestimmt die Hüllkurve der HF; sie erreicht ein Maximum

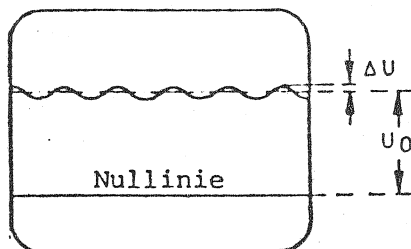
$$\Delta U = U_0 \cdot |\bar{r}| \cdot \exp(-2\alpha l),$$

wenn $\cos \omega t_e = 1$ wird. Der Abstand dieser Maxima ergibt sich aus

$$\omega t_e = n \cdot 2\pi \quad (n = 1, 2, 3, \dots, i)$$

mit $\omega = 2\pi \cdot F_m$

$$F_m = \frac{1}{t_0}$$



Um die Kabeldämpfung a in dB einsetzen zu können, formt man um:

$$\exp(2\alpha l) = 10^{2a/20}$$

Damit wird der Reflexionsfaktor

$$|\bar{r}| = \frac{\Delta U}{U_0} \cdot 10^{2a/20}$$

Bild 2-11 Reflexionsfaktor-
messung, Methode 2

$\frac{\Delta U}{U_0}$ erhält man aus dem Pegelverhältnis p in dB:

$$p = 20 \lg \frac{\Delta U + U_0}{U_0}$$

$$\frac{\Delta U + U_0}{U_0} = 10^{p/20}$$

$$\frac{\Delta U}{U_0} + 1 = 10^{p/20}$$

$$\frac{\Delta U}{U_0} = 10^{p/20} - 1$$

Verwendet man zur Anzeige den Lin.-Einschub, so ermittelt man p in dB mit den Ausgangsspannungsteilern 43 und 44. Die Nichtlinearität des Meßgleichrichters verursacht dabei keinen Fehler. Arbeitet man mit dem logarithmischen Verstärker, mißt man p mit Hilfe der geeichten Horizontallinie.

Beispiel: $\frac{\Delta U + U_0}{U_0}$ wurde mit 0,5 dB ermittelt,

die Kabeldämpfung a betrage 3 dB.

Aus der Messung ergibt sich $\frac{\Delta U}{U_0} = 0,06$

und unter Berücksichtigung der Kabeldämpfung der Reflexionsfaktor

$$|r| = 0,06 \cdot 2 = 0,12$$

b) Bestimmung des Phasenwinkels

Der Phasenwinkel des Reflexionsfaktors läßt sich aus der Verschiebung der Spannungsmaxima (-minima) bei unterschiedlichem Kabelabschluß ermitteln. Wie im Abschnitt 2.5.10.2.1. dargestellt, bildet sich am Ausgang eines kurzgeschlossenen (offenen) Kabels ein Spannungsminimum (Spannungsmaximum, $\varphi = \lambda / 4$). Liegt der Abschluß Z zwischen 0 und ∞ , so ergeben sich Zwischenwerte von φ und damit eine entsprechende Verschiebung der Maxima und Minima an der U_A -Meßstelle und am Bildschirm.

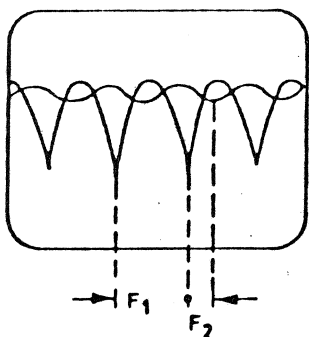


Bild 2-12 Phasenwinkel des Reflexionsfaktors

Zur Messung wird das Vorlaufkabel zuerst offen betrieben und die Frequenzdifferenz F zwischen zwei Minima mit einer Fremdmarke bestimmt (Bild 2-12). Nach Abschluß des Kabels mit dem Meßobjekt ergibt sich eine Verschiebung F eines Minimums gegen den vorher gemessenen Wert. Der Phasenwinkel ist

$$\varphi = 2\pi \cdot \frac{F_2}{F_1}$$

Gemessen wird mit entsprechend verkleinertem Hub, um den Fehler gering zu halten.

2.5.11. Registrieren mit einem Schreiber

2.5.11.1. Schreiberbetrieb mit der Grundausrüstung

Zur Dokumentation der Meßkurve mit einem XY-Schreiber stehen an der Geräterückseite Anschlußbuchsen zur Verfügung. Wahlweise können die sechspolige Buchse 63 (Bild 2-17, Anschlußbelegung Abschn. 2.2.12.), zu der ein passender Stecker (018.6646) bzw. ein Schreiberanschlußkabel (289.5450.02) lieferbar sind, oder die BNC-Buchsen 60, 61 und 62, entsprechend den Ausgängen X, YII und YI, verwendet werden. In allen Betriebsarten (MAN., AUTO, SINGLE) liegen ständig die Ablenkspannungen an den Ausgängen, so daß der ange-

schlossene Schreiber auch bei AUTO dauernd ausgelenkt wird. Mehr Bedienungskomfort bietet hier die Ergänzung "Langsamer Schreiberablauf" (Abschn. 2.5.11.2.). Der Schreibstift wird nur bei SINGLE und nur im Vorlauf betätigt. Impulsmarken werden mitaufgezeichnet, dagegen ist die Darstellung von Strichmarken und Horizontallinien nicht möglich. Die langsamste zur Verfügung stehende Ablaufzeit beträgt 2 s. In der Betriebsart MAN. kann die Auslenkung des Schreibers geeicht werden.

2.5.11.2. Schreiberbetrieb mit der Option "Langsamer Schreiberablauf" SWOB5-B2

Der Schreiber wird auch bei eingebauter Option an die Buchse 63 (Bild 2-17) oder an die BNC-Buchsen 60, 61, 62 angeschlossen; die Kontaktbelegung bleibt unverändert.

Die Ablaufzeit für einen einzelnen Durchgang beträgt in der Betriebsart SINGLE jetzt jedoch etwa 30 s. Da in dieser Zeit die Anzeigeverstärker merklich driften können, wird ein kürzerer Steuerakt eingefügt, um die Anzeigeverstärker zu stabilisieren. Die dabei entstehenden Austastlücken werden durch eine Sample- und Hold-Schaltung für die beiden Y-Ausgänge und ebenso für den X-Ausgang überbrückt. Der Schreibstift wird gegenüber dem Beginn des Durchlaufs um 0,3 s verzögert betätigt, um Einschwingvorgänge zu unterdrücken. Schnellschreiber, wie z.B. der ZSK 2, können in dieser Zeit von jedem beliebigen Startpunkt zum Anfangspunkt der Meßkurve fahren und einschwingen.

In der Betriebsart MAN. sind die X- und Y-Ausgänge eingeschaltet, der Schreibstift wird jedoch nicht betätigt. Diese Betriebsart erlaubt es, den Schreiber für eine geeignete Aufzeichnung der Meßkurve einzustellen, da die Kurve von Hand durchfahren werden kann. Bei Schreibern mit längeren Einschwingzeiten kann der Einschwingvorgang unterdrückt werden, indem der Schreibstift in der Betriebsart MAN. von Hand an den Anfangspunkt der darzustellenden Kurve gefahren wird. Beim direkten Umschalten von MAN. auf SINGLE wird der zuletzt eingestellte Kurvenpunkt (z.B. der Startpunkt) in der Sample- und Hold-Schaltung gespeichert.

In der Betriebsart AUTO sind X- und Y-Ausgänge gesperrt, der Schreibstift wird nicht betätigt, die Ablaufzeit bleibt unbeeinflusst.

Sind Impulsmarken eingeschaltet, so werden diese auf den Meßkurven mitdargestellt. Pegellinien und Strichmarken können nicht aufgezeichnet werden.

2.6. Meßbeispiele

2.6.1. Allgemeine Hinweise

Im folgenden werden einige wichtige Anwendungen des SWOB 5 an entsprechenden Meßbeispielen erläutert. Bei allen Messungen sind die im Abschnitt 2.5. beschriebenen Bedienungsvorschriften und -hinweise zu beachten.

Enthält das Meßobjekt begrenzende oder aktive Elemente, so ist zu überprüfen, ob eine Übersteuerung erfolgt. Dazu ist mit den Ausgangsteilern 43 und 44 (Bild 2-16) die HF-Spannung zu variieren, was eine proportionale Änderung der Anzeige auf dem Bildschirm zur Folge haben muß. Andernfalls wird das Meßobjekt oder der Anzeigekanal des SWOB 5 übersteuert. Abhilfe schafft dann ein Verringern des HF-Pegels mit 43 und 44.

Die Ablaufzeit ist nach den Angaben von Abschnitt 2.5.6. und 2.5.7. zu wählen.

2.6.2. Messung von Verstärkerstufen mit Parallelresonanzkreisen

Die Verstärkerstufe mit einem Parallelresonanzkreis im Ausgang ist eine der am häufigsten vorkommenden Grundschaltungen der HF-Technik. Von den Meßgrößen interessieren hierbei am meisten die Resonanzfrequenz, die 3-dB-Bandbreite und die Stufenverstärkung.

Für hohe Selektionsanforderungen wird der Einzelkreis mit weiteren Schwingkreisen zu einem mehrkreisigen Bandfilter ergänzt. Das erfordert richtiges Abgleichen der einzelnen Kreise auf entsprechende Resonanzfrequenzen sowie das Einstellen der Kopplungen, um den gewünschten Frequenzgang zu erhalten.

Die Meßspannung wird nach Bild 2-13 über ein möglichst kurzes abgeschirmtes Kabel eingespeist.

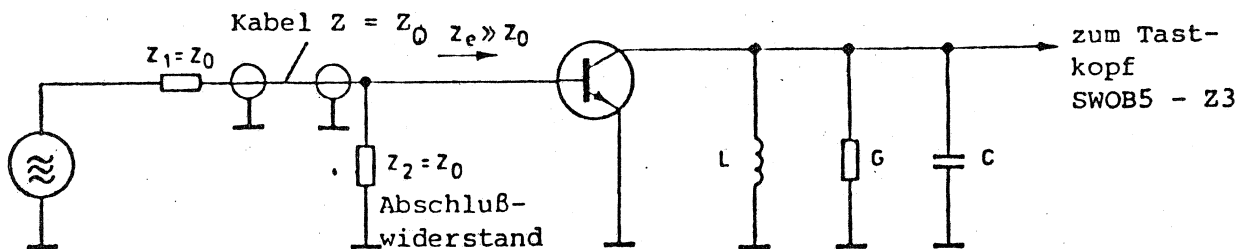


Bild 2-13 Verstärker mit Parallelkreis

Im allgemeinen wird eine ausreichende Entkopplung von Wobbelsender und Kreis erreicht. Dabei ist folgendes zu beachten (Abschnitt 2.5.1.2.): Führt der Einspeisepunkt eine Gleichspannung gegen Masse (Basisvorspannung), so ist ein Trennkondensator zu verwenden. Ist das Kabel lang und so stark fehlangepaßt, daß die Schwankungen der HF-Spannung am Ausgang 46 (Bild 2-16) in dem für die Messung wichtigen Frequenzbereich $>20\%$ sind, so ist der Eingang des Meßobjekts mit dem Wellenwiderstand Z_0 des Kabels abzuschließen (Bild 2-13). Etwaige Blindkomponenten sind durch Zuschalten einer geeigneten Kapazität oder Induktivität zu kompensieren. Die Höhe der Eingangsspannung ist so zu wählen, daß weder das Meßobjekt

noch der Anzeigekanal übersteuert werden. In der Regel wird man am Ausgang der Stufe einen Tastkopf (SWOB3-Z bzw. SWOB5-Z2) anschließen (Bild 2-13).

Messen der Resonanzfrequenz

Die Ankopplung des Tastkopfes wie auch die des Senders an den Kreis muß so lose sein, daß dieser nicht verstimmt oder bedämpft wird. Wenn eine direkte Ankopplung an das heiße Ende des Kreises nicht möglich ist, kann sie über einen Serienkondensator von etwa 1 pF erfolgen. Bei entsprechenden Pegelverhältnissen genügt es, den Tastkopf in die Nähe des zu messenden Kreises zu bringen, um eine brauchbare Anzeige zu erhalten.

Die Resonanzfrequenz kann mit Hilfe des internen Markenspektrums, einer extern zugeführten HF-Spannung mit variabler Frequenz (Fremdmarke), oder mit der variablen Frequenzmarke in Verbindung mit einem triggerbaren Frequenzzähler bestimmt werden (Abschnitt 2.2.3.).

Messen der 3-dB-Bandbreite

Bei Verwendung des Log.-Einschubes E1 wird die geeichte Horizontallinie auf das Resonanzmaximum gesetzt und der an 17 abgelesene dB-Wert festgestellt. Nun wird die Pegellinie um 3 dB abgesenkt. Die Schnittpunkte der Wobbelkurve mit der Horizontallinie markieren die Eckfrequenzen.

Mit dem Log.-Einschub E3 läßt sich die Messung noch bequemer durchführen. Dazu wird die geeichte Horizontallinie auf das Resonanzmaximum gesetzt (Schalter 28 in Stellung dB), anschließend die 0-dB-Taste gedrückt und die Pegellinie auf -3 dB abgesenkt. Die Schnittpunkte der Wobbelkurve mit der Horizontallinie markieren nun ebenfalls die Eckfrequenzen.

Arbeitet man mit dem Lin.-Einschub, so erhöht man erst die Dämpfung des Teilers 43 um 3 dB, das Resonanzmaximum wird jetzt mit einer Horizontallinie des Grundgerätes (mit 14 oder 15) markiert. Anschließend stellt man 43 wieder auf den ursprünglichen Wert zurück. Die Schnittpunkte der Resonanzkurve mit der Merklinie ergeben die 3-dB-Bandbreite. Wie allgemein bekannt, kann aus Resonanzfrequenz und 3-dB-Bandbreite die (Betriebs-)Güte errechnet werden.

Messen der Stufenverstärkung

Zum Messen der Stufenverstärkung muß ein Bezugswert geschaffen werden. Dazu ist der Tastkopf an den Eingang des Verstärkers anzuschließen und der Wert der Eingangsspannung mit der geeichten Horizontallinie 3 zu markieren. Anschließend wird der Tastkopf wieder mit dem Ausgang verbunden.

Mißt man mit dem Log.-Einschub E1, so liest man an 17 erst den Pegel ab und hält den dB-Wert fest. Dann bestimmt man den Pegel des Resonanzmaximums, subtrahiert (unter Berücksichtigung des Vorzeichens) den früher festgehaltenen Wert und erhält so die Spannungsverstärkung in dB. Ist die Ausgangsspannung des Meßobjektes größer als 250 mV, so kann man den Bezugswert mit dem kleinen Knopf 19 auf 0 dB einstellen, die Verstärkung ist dann ohne Subtraktion zu ermitteln.

Bei Verwendung des Log.-Einschubes E3 wird die Messung analog durchgeführt. Durch das automatische Setzen des Bezugspunktes (0 dB) an jeder beliebigen Stelle per Knopfdruck erübrigt sich das Festhalten des Eingangspegels und dessen Subtraktion in jedem Falle. Die Stufenverstärkung in dB kann somit direkt auf der Anzeige abgelesen werden.

Mit Hilfe des Lin.-Einschubes mißt man die Verstärkung mit einem Fehler < 1 dB, indem man mit den Ausgangsteilern 43 und 44 soviel Dämpfung einschaltet, daß das Resonanzmaximum der Markierungslinie möglichst nahe kommt. Die Dämpfungserhöhung an 43 und 34 entspricht der Spannungsverstärkung in dB.

Die beschriebenen Messungen führt man grundsätzlich genauso aus, wenn der Verstärker mehrstufig ist oder wenn im Verstärkerzug mechanische bzw. keramische Filter oder Quarzfilter angeordnet sind. Bei sehr schmalbandigen und steilflankigen Meßobjekten ist wegen des Störhubes des Wobbeloszillators keine saubere Kurvendarstellung mehr möglich.

2.6.3. Messung und Abgleich wellenwiderstandsrichtig angepaßter Filter

Filter (Hoch-, Tief-, All-, Bandpässe, Bandsperren) für höhere Frequenzen werden gewöhnlich an Ein- und Ausgang wellenwiderstandsrichtig angepaßt (Bild 2-14).

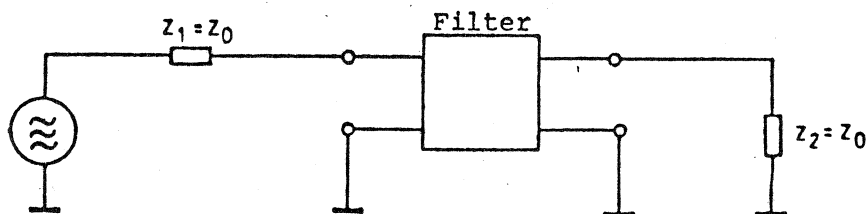


Bild 2-14 Angepaßtes Filter

Bei abgleichbaren Anordnungen strebt man meist die Einstellung an, bei der Übertragungsverhalten und Eingangsreflexion gleichermaßen optimal sind. Für solche Abgleicharbeiten eignet sich der SWOB 5 vorzüglich, da über die beiden Anzeigekanäle die Meßkurven für Transmission und Reflexion gleichzeitig beobachtet werden können. Meßaufbau und Vorgehen zur Bestimmung dieser Größen mit Hilfe des Lin.- oder der Log.-Einschübe sind im Abschnitt 2.5.9. und 2.5.10. ausführlich beschrieben.

Da diese Filter mit ihrem Wellenwiderstand abgeschlossen werden, eignet sich zur Gleichrichtung der Meßspannung sowohl der Meßdemodulator SWOB5-Z1 als auch der Durchgangskopf SWOB5-Z3 mit passendem Abschlußwiderstand. Dadurch kann (im Gegensatz zu Messungen mit dem Tastkopf SWOB5-Z2) die volle Empfindlichkeit und damit der gesamte Dynamikumfang von etwa 75 dB (bei der 50- Ω -Ausführung) des Log.-Einschubes SWOB5-E1 bzw. -E3 ausgenutzt werden, wenn die EMK mit dem Wahlschalter 54 (Geräterückseite, Bild 2-17) um 6 dB erhöht wird.

Die logarithmische Darstellung ist hier besonders vorteilhaft, da mit dem Durchlaßbereich auch Weitabselektion, Nebenresonanzen, Dämpfungspole etc. gemessen werden können.

Bei solch großen Empfindlichkeiten können sich unter bestimmten Umständen die Oberwellen des Wobbelsenders störend bemerkbar machen (Oberwellenabstand siehe Technische Daten).

Am einfachsten lassen sich die Oberwellenstörungen beim Wobbeln der Transmission eines Bandpasses erkennen. Reicht der Durchlaßbereich des Filters von f_1 bis f_2 , so erscheint jeweils auf dem Bildschirm ein Abbild des Frequenzganges, wenn der Wobbeloszillator den Bereich f_1/n bis f_2/n , ..., $f_1/3$ bis $f_2/3$, $f_1/2$ bis $f_2/2$, f_1 bis f_2 (Originalbereich) durchläuft. In der Praxis wird $n = 3$ selten überschritten. Der Abstand in dB vom Kurvenmaximum der Originaldarstellung zum Maximum des Bildes n -ter Ordnung entspricht dem betreffenden Oberwellenabstand.

Nicht so offensichtlich zu bemerken ist der Einfluß der Oberwellen beim Messen einer Bandsperre. Hier wird keine größere Sperrdämpfung angezeigt als die, die dem Oberwellenabstand entspricht (sofern mindestens die doppelte Frequenz des Dämpfungspoles im Durchlaßbereich liegt, was bei einer Bandsperre stets der Fall sein dürfte).

Bei der Darstellung eines Tiefpasses nimmt die Betriebsdämpfung scheinbar ab der Frequenz zu, bei der die zugehörigen Oberwellen jeweils in den Sperrbereich fallen. Dies wird an folgendem Beispiel verdeutlicht: Ein Tiefpaß habe die Grenzfrequenz f_g , ferner seien nur die Grundwelle und die erste Oberwelle vorhanden, der Abstand Grundschwingung-Oberschwingung betrage 40 dB. Unter diesen Voraussetzungen wird an der Stelle $f_g/2$ eine Stufe nach unten sichtbar; bis dahin wurde um 1 % zuviel angezeigt. Wobbelt man unter denselben Bedingungen wie im obigen Beispiel einen Hochpaß, so kann ab $f_g/2$ nur mehr eine maximale Sperrdämpfung von 40 dB gemessen werden. Daraus ergibt sich, daß in der Praxis, von den Oberwellenstörungen her, eigentlich nur das Messen an einer Bandsperre und an einem Hochpaß problematisch ist, wobei schlechtere Meßwerte entstehen können, als es den Tatsachen entspricht.

Für das Messen der Rückflußdämpfung mit der Anpaß-Meßbrücke (Abschnitt 2.5.10.) können ähnliche Überlegungen angestellt werden. Die problembehafteten Meßobjekte sind hierbei Band- und Tiefpaß. Analog zu den Betrachtungen bei den Transmissionsmessungen kann hier keine größere Rückflußdämpfung gemessen werden, als es dem Oberwellenabstand des Wobbelsenders entspricht (vorausgesetzt ist dabei eine ideale Meßbrücke mit unendlich hoher Richtdämpfung).

2.6.4. Filterabgleich nach Muster

Wegen seiner beiden Anzeigekanäle ist der SWOB 5 zum Abgleich von Meßobjekten nach einem abgeglichenen Muster in der Serienfertigung geeignet. Muster und Abgleichobjekt werden über ein Verzweigungsglied gemeinsam an den HF-Ausgang 46 (Bild 2-16) angeschlossen. Das Objekt wird abgeglichen, bis sich seine Meßkurve mit der des

Musters deckt. Beide Anzeigekanäle, bestückt mit gleichen Einschüben, sind dabei auf gleiche Empfindlichkeit und Bildlage einzustellen.

2.6.5. Messungen an Breitbandverstärkern

Breitbandverstärker verhalten sich meßtechnisch und frequenzgangmäßig wie Bandpässe. Bezüglich der Meßfehler durch Oberwelleneinflüsse gilt das in Abschnitt 2.6.3. gesagte. Überdeckt die Bandbreite mehrere Oktaven (Videoverstärker, Antennenverstärker), kann man sie im Bereich der unteren Grenzfrequenz als Hochpaß, in der Nähe der oberen Grenzfrequenz als Tiefpaß betrachten. Entsprechend sind die Ergebnisse der Überlegungen über Oberwelleneinflüsse von 2.6.3. anzuwenden.

Dabei ist zu berücksichtigen, daß das Meßobjekt selbst bei entsprechend großer Aussteuerung zur Verschlechterung des Oberwellenabstandes beiträgt.

2.6.6. Messungen an Fernsehempfänger-Baugruppen

Ein wichtiges Anwendungsgebiet des SWOB 5 ist das Messen und Abgleichen von Fernsehempfänger-Baugruppen wie Tunern für Band I...V Bild- und Ton-ZF-Verstärkern, Demodulatoren, Chroma- und Video- bzw. Leuchtdichteverstärkern.

2.6.6.1. Gleichzeitige Messung von Transmission und Reflexion an Tunern

Die große Empfindlichkeit der Log.-Einschübe ermöglicht es, Transmissions- und Reflexionsmessungen an UKW- und Fernsehtunern aller Frequenzbereiche (Band I...V) bei nur 5 mV Eingangsspannung durchzuführen. Da der SWOB 5 zwei Anzeigekanäle besitzt, können die entsprechenden Meßkurven gleichzeitig auf dem Bildschirm dargestellt werden. Der Meßaufbau ist in Bild 2-15 wiedergegeben.

Jeder Anzeigekanal wird mit einem Log.-Einschub SWOB5-E1 bestückt. Zur Messungen der Rückflußdämpfung dient die Anpaß-Meßbrücke mit nachgeschaltetem Demodulator SWOB5-Z1. Der ZF-Ausgang des Tuners wird mit dem Aktivdemodulator SWOB5-Z4 verbunden. Dieser erhöht die Empfindlichkeit im Transmissionskanal um 20 dB.

Mit dieser Anordnung können Rückflußdämpfungen von mehr als 20 dB (Rauschgrenze bei ca. 23 dB) gemessen werden. Nimmt man an, daß der Tuner im Durchlaßbereich eine Verstärkung von 20 dB hat, so daß 50 mV ZF-Spannung am Aktivdemodulator anliegen, so können noch Spiegelempfangsstellen (bzw. Nebenempfangsstellen) bis zu einer Spiegelektion von etwa 68 dB dargestellt werden (Rauschgrenze unter 20 μ V). Bei ZF-Spannungen von mehr als 50 mV wird der Aktivdemodulator übersteuert.

Störspannungen des Tuner-Oszillators werden von der automatischen HF-Störsignalunterdrückung der Log.-Verstärker eliminiert, solange sie am ZF-Ausgang 2 mV und am Tunereingang 40 mV nicht überschreiten.

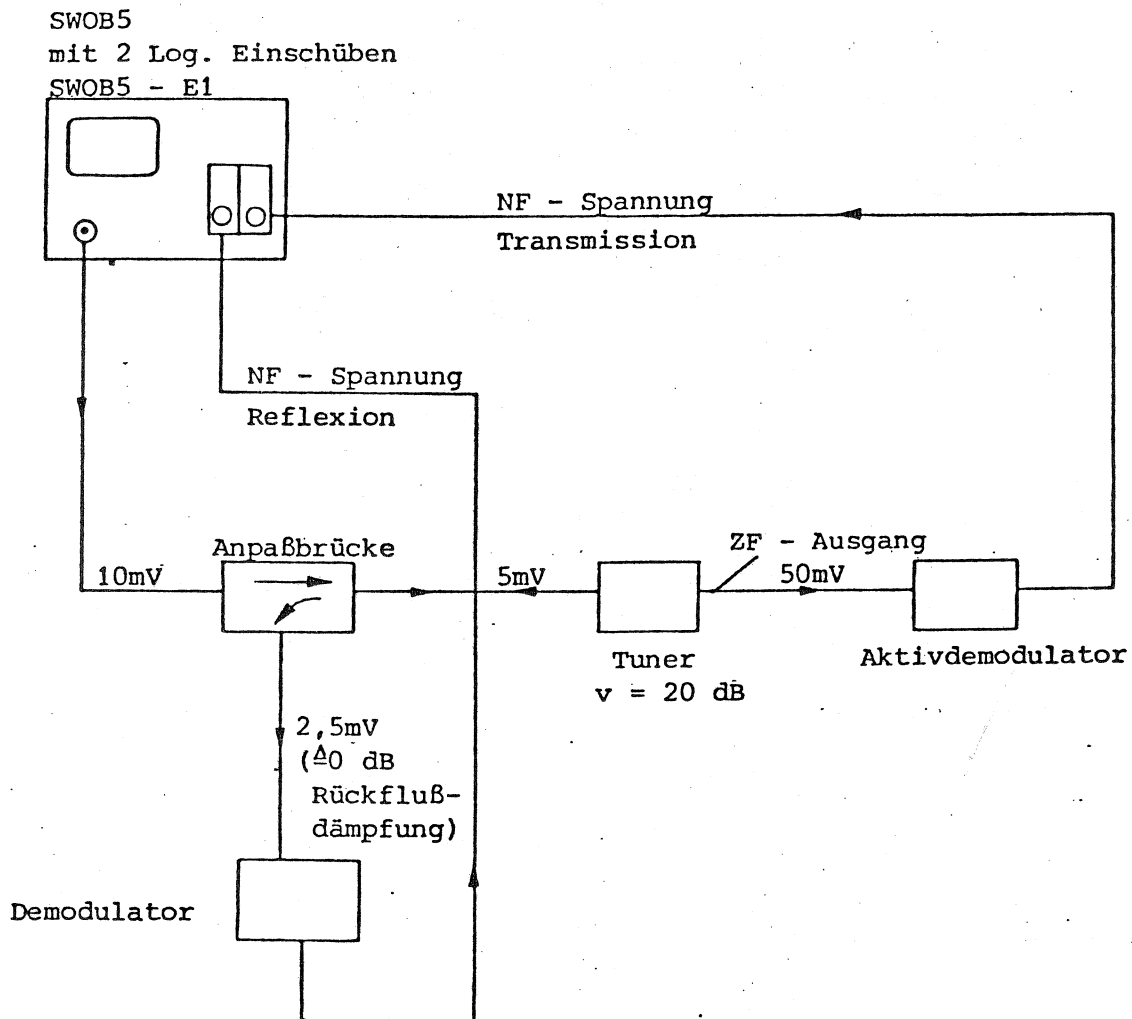


Bild 2-15 Messung von Transmission und Reflexion an Tunern

2.6.6.2. Messung der Zwischenfrequenz bei Fernseh-Tunern unter Verwendung der Option "ZF-Marken" SWOB5-B3

Mit Hilfe der Option SWOB5-B3 ist es möglich, auf bequeme Weise zwei quarzgenaue Marken zu erzeugen, die die genaue Frequenzlage der ZF anzeigen. Der Anschluß des Tuners ist dem Abschnitt 2.5.5. zu entnehmen. Da am Ausgang des Tuners mit einem Oszillatorstör-signal besonders im Band I zu rechnen ist, empfiehlt es sich, den Tiefpaß ($f_g \approx 60$ MHz) anstelle der 50- Ω -Leitung von ST3 nach ST4 in die Grundplatte des SWOB5-B3 zu stecken (linke Steckerleiste). Da der Eingang der Option "ZF-Marken" breitbandig bis 150 MHz ausgelegt ist und durch PIN-Dioden geregelt wird, verhindert der Tiefpaß, daß die Regelung auch auf das Oszillatorsignal anspricht.

In die Halterungen sind die beiden Quarzoszillatoren für Bild und Tonträger eingesetzt. Für andere Frequenzen können sie ausgewechselt werden.

Ist der Tuner z.B. auf Band I geschaltet, so ist am SWOB 5 durch Frequenzhub 39 (Bild 2-16) und Frequenzmittenlage (41, 42) ebenfalls Band I einzustellen. Dazu können die Rastermarken (HF-Marken) als Einstellhilfe dienen. Ist der Ausgangspegel des Tuners groß genug (Abschnitt 1.3., Technische Daten), so werden gleichzeitig beide ZF-Marken eingeblendet. Wird die Abstimmung des Tuners variiert, verschiebt sich die Lage der ZF-Marken zusammen mit der Durchlaßkurve des ZF-Filters. Wird die Frequenzmittenlage (41, 42) am SWOB 5 verändert, so verschiebt sich die Lage der ZF-Marken und der Filterkurve ebenfalls, jedoch bleibt der Abstand zwischen HF- und ZF-Marken konstant. Über die Darstellungsart der Marken gibt Abschnitt 2.5.5. Auskunft.

2.6.6.3. Abgleich von Fernseh-ZF-Verstärkern

Zum Abgleich von Fernseh-ZF-Verstärkern werden zwei logarithmische Einschübe mit Tastköpfen SWOB5-Z2 verwendet.

Kanal I dient zur Gesamtdarstellung der Durchlaßkurve. Insbesondere kann man hiermit die Lage der Dämpfungspole der zur ZF-Selektion benötigten Fallen beobachten. Der logarithmische Anzeigeverstärker des zweiten Anzeigekanals wird auf 10 dB Darstellungsbereich geschaltet. Mit ihm wird der Durchlaßbereich während des Abgleichens überwacht. Beeinflussungen durch den Fallenabgleich lassen sich hier sofort erkennen.

Zur Beobachtung des Durchlaßbereiches ist auch ein Lin.-Einschub geeignet. Hier kann die Ausgangsspannung des Video-Demodulators direkt auf den NF-Eingang 26 (Bild 2-16) des Lin.-Verstärkers gegeben werden. Ebenso ist die Darstellung der Gesamtkurve vom ZF-Verstärker-Eingang (bzw. Antenneneingang am Tuner) bis zum Ausgang des Video- (Leuchtdichte-) Verstärkers möglich.

Zur Bestimmung der Frequenzlage können in üblicher Weise die Rastermarken verwendet werden. Weiterhin kann mit der Helligkeitsmarke 13 unter Verwendung eines Frequenzzählers gearbeitet werden. Schließlich besteht durch die Option "ZF-Marken" SWOB5-B4 die Möglichkeit, Frequenzmarken von Bild- und Tonträger einzublenden. Dazu kann der Eingang der Option entweder mit dem Ausgang des Meß-

objekts unter Zwischenschaltung eines Durchgangskopfes SWOB5-Z3 verbunden werden (Abschnitt 2.5.5.) oder, wenn das Meßobjekt z.B. einen hochohmigen Ausgang besitzt, mit dem HF-Kontroll-Ausgang 55 an der Rückseite des Gerätes.

2.6.6.4. Abgleich des Ton-ZF-Teils

Bei den üblichen Ton-ZF-Konzepten mit Keramikfilter im Eingang, integriertem ZF-Verstärker mit Begrenzerstufen und einem Koinzidenzdemodulator zur FM-Demodulation beschränkt sich der Abgleich auf den Phasenschieberkreis oder ein entsprechendes Bandfilter. Da die integrierten ZF-Verstärker eine hohe Verstärkung aufweisen und

der Begrenzungseinsatz bei ca. $10 \mu\text{V}$ liegt, ist für lose Ankopplung an den Sendeteil des SWOB 5 oder für entsprechende Dämpfung zu sorgen; denn die Ausgangsspannung des SWOB5 läßt sich mit den Ausgangsteilern nur auf ca. $158 \mu\text{V}$ herabsetzen.

Zur Anzeige ist ein Lin.-Einschub geeignet, auf dessen NF-Eingang 26 (Bild 2-16) die Ausgangsspannung des FM-Demodulators gegeben wird. Bei einem Koinzidenzdemodulator wird am Ausgang in der Regel eine Gleichspannung anstehen. Die Summe aus Signalspannung und Gleichspannungsanteil darf jedoch 1 V nicht überschreiten, da sonst der Lin.-Verstärker übersteuert wird. Bei größerem Gleichspannungsanteil schafft z.B. ein geeigneter Trennkondensator Abhilfe; es kann jedoch dann nicht mehr beliebig langsam gewobbelt werden.

Wegen der Symmetrie der Demodulatorkurve ist die Nulllinie der Anzeige zweckmäßig in die Bildmitte zu legen. Durch Verändern der HF-Amplitude mit den Ausgangsteilern 43 und 44 kann der Bereich ermittelt werden, in dem die Kurve unverändert bleibt. So wird die Funktion der Begrenzerstufen mit erfaßt.

Die Hinweise gelten sinngemäß auch für andere FM-Demodulatoren wie Ratio-Detektor o.ä., sowie für Messungen an ZF-Verstärkern von UKW-Rundfunkempfängern.

2.6.7. Messungen an Kabeln

2.6.7.1. Bestimmung der Dielektrizitätskonstante

Einige Meter des zu messenden Kabels werden unter Zwischenschaltung eines Durchgangskopfes zur U_A -Anzeige an den HF-Ausgang 36 (Bild 2-16) angeschlossen, das andere Ende bleibt offen. Die U_A -Darstellung verläuft ähnlich Bild 2-7. Im niedrigsten Frequenzbereich beginnend wird das erste Spannungsminimum ermittelt und seine Frequenz nach geeigneter Verkleinerung des Hubes mit einer Fremdmärke oder der Helligkeitsmarke möglichst genau gemessen. Aus der so ermittelten Frequenz f und der mechanischen Kabellänge ℓ ergibt sich mit der Lichtgeschwindigkeit die Dielektrizitätskonstante:

$$\epsilon = \left(\frac{3 \cdot 10^8}{4 \cdot \frac{f_1}{\text{Hz}} \cdot \frac{1}{\text{m}}} \right)^2$$

2.6.7.2. Ermittlung der Kabeldämpfung

Die Dämpfung eines Kabels nimmt mit steigender Frequenz zu. Zum Messen der Kabeldämpfung nimmt man ein mehr als 10 m langes Stück Kabel und betrachtet Kabelanfang und -ende als Ein- und Ausgang eines Vierpoles, dessen Transmission nach Abschnitt 2.5.9. bestimmt wird.

2.6.7.3. Beurteilung der Homogenität von Kabeln

Zur Prüfung der Homogenität des Wellenwiderstandes wird ein möglichst langes Kabelstück unter Zwischenschaltung eines Durchgangskopfes zur U_A -Messung an den HF-Ausgang 46 (Bild 2-16) angeschlossen und mit einem koaxialen Abschlußwiderstand passenden Wellenwiderstandes (z.B. RMC) abgeschlossen. Bei inhomogenem Meßobjekt kann in bestimmten Frequenzabständen eine stärkere Welligkeit der U_A -Anzeige festgestellt werden.

2.6.7.4. Beurteilung der Güte des Kabelabschlusses

Bei Gemeinschaftsantennenanlagen, Kabelfernsehtetzen o.ä. interessiert mitunter die Güte des Abschlusses (Anpassung) einer längeren Kabelstrecke unter Betriebsbedingungen. Ist das verlegte HF-Kabel reflexionsarm, was die Regel ist, so kann es als Vorlaufkabel benutzt werden. Nach Abschnitt 2.5.10. schließt man das Kabel über einen Durchgangskopf an den HF-Ausgang 46 (Bild 2-16) des SWOB 5 an. Je kleiner die Welligkeit der Ausgangsspannung ist, desto besser ist der Kabelabschluß (Bild 2-9).

3. Wartung

Das Polyskop SWOB 5 bedarf keiner periodischen Wartung; jedoch ist es empfehlenswert, die angegebenen Soll-Daten von Zeit zu Zeit zu überprüfen. Abschnitt 3.2. enthält genaue Angaben der Prüfpunkte und der dazugehörigen Soll-Daten. Geringfügige Abweichungen können durch einen Neuabgleich korrigiert werden, dazu wird am Ende eines jeden Unterabschnittes auf die entsprechende Stelle im Prüf- und Trimmplan (Abschnitt 5.) hingewiesen.

Größere Abweichungen deuten auf einen Defekt im Gerät hin, ein Abgleich ist dann nicht mehr möglich. Soll die Reparatur selbst ausgeführt werden, steht eine ausführliche Funktionsbeschreibung im Abschnitt 4 zur Verfügung. Ein exakter Abgleich des Gerätes ist dann nach dem Prüf- und Trimmplan (Abschnitt 5.) möglich.

Vorsichtig Hochspannung!

Die Nachbeschleunigungsspannung der Bildröhre beträgt etwa 13 kV. Bei Prüfungen am geöffneten Gerät ist unter Beachtung der einschlägigen Arbeitsschutzvorschriften (VDE 105, Arbeitsschutz-Merkblatt Nr. 57) mit äußerster Sorgfalt vorzugehen.

Anmerkung: Die hinter den Bedienelementen angegebenen Zahlen beziehen sich auf Bild 2-16 und 2-17.

3.1. Erforderliche Meßgeräte

Pos. Nr.	o Gerät, erforderliche Daten ● Empfohlenes R&S-Gerät	Typ	Bestell-Nr.	Anwendung Abschnitt
1	o Netzgerät 2 x 0...20 V/1 A 1 x 0... 5 V/1 A ● Stromversorgungsgerät	NGT20	117.7133.02	5.14. 5.16 5.17 5.21.
2	o Digitalvoltmeter 0...1000 V Hochspannungs- Tastspitze 15 kV			5.1. 5.15 5.2. 5.16 5.3. 5.20 5.13. 5.21 5.14
3	o HF-Millivoltmeter 10 mV...1 V 100 kHz...1 GHz ● Millivoltmer	URV 4	292.5012...	3.2.1. 3.2.2. 3.2.3. 5.4.
4	o Funktionsgenerator Dreieck/Sinus 20 Hz...1 kHz ● Präzisions-NF-Generator	SSN	204.8014.52	3.2.11. 5.13. 5.18

Pos. Nr.	o Gerät, erforderliche Daten ● Empfohlenes R&S-Gerät	Typ	Bestell-Nr.	Anwendung Abschnitt
5	o Oszillograf Zeitbasis 10 ns...0,5 s für externe X-Ablenkung geeignet Y-Zweikanaleingang Empfindlichkeit 5 mV...1 V/cm Y-Differenzeingang mit intern geeichter Kompen- sationsspannung Empfindlichkeit 50 mV/cm Kompensationsspannung ± 2,5 V Y-Differenzeingang mit wählbarer oberer Grenz- frequenz 100 Hz...1 MHz Empfindlichkeit 50 µV/cm...1 V/cm Geeignetes Grundgerät	z.B. Tektronix 7B80 Opt. 02 z.B. Tektronix 7A24 z.B. Tektronix 7A13 z.B. Tektronix 7A22 z.B. Tektronix 7704		3.2.7. 5.3. 5.4. 5.5. 5.12. 5.13. 5.14. 5.15. 5.18. 5.21
6	o HF-Analysator 100 kHz...3 GHz			3.2.4. 5.4.
7	o Modulationsmesser Frequenzbereich 1 MHz...200 MHz FM-Bereich 1,5 kHz...30 kHz Meßbandbreite > 30 kHz ● Modulationsmeter	FAM	334.2015...	3.2.5.

3.2. Prüfen der Solleigenschaften

Die Solleigenschaften sind bei Nennspannung und 25 °C Umgebungstemperatur zu prüfen.

3.2.1. HF-Ausgangspegel

Ablaufart 13 in Stellung AUTO.
Wobbelbereich 40 in Stellung 0.
Frequenzmittenlage 41, 42 auf 100 MHz einstellen.
HF-Ausgangsteiler 44, 43 in Stellung 0 dB (1-dB- und 10-dB-Teiler)
HF-Millivoltmeter an den HF-Ausgang 46 anschließen.

Der Ausgangspegel beträgt je nach Stellung des Schalters 54 500 mV oder 1 V bei der 50- Ω -Ausführung und 350 mV oder 700 mV bei der 75- Ω -Ausführung.

Abgleich nach Abschnitt 5.4.

3.2.2. HF-Ausgangsteiler

Ablaufart 13 in Stellung AUTO.
Wobbelbereich 40 in Stellung 0.
Frequenzmittenlage 41, 42 auf 100 MHz einstellen.
HF-Millivoltmeter an den HF-Ausgang 46 anschließen.

Den Ausgangspegel in 10-dB-Schritten bzw. in 1-dB-Schritten abschwächen und an Hand des HF-Millivoltmeters die Dämpfung überprüfen.
Der gesamte maximale Fehler darf beim 10-dB-Teiler $\pm 0,5$ dB und beim 1-dB-Teiler $\pm 0,2$ dB nicht übersteigen.

Kein Abgleich möglich.

3.2.3. Frequenzgangmessung

Ablaufart 13 in Stellung AUTO.
Wobbelbereich 40 in Stellung 0.
HF-Ausgangsteiler 44, 43 in Stellung 0 dB.
Schalter 54 in Stellung 0,5 V (bzw. 0,35 V bei 75 Ω).
HF-Millivoltmeter an den HF-Ausgang 46 anschließen.

Mit den Potentiometern 41 und 42 (Frequenzmittenlage) den Bereich 0,1...1000 MHz durchstimmen und am HF-Millivoltmeter den Ausgangspegel ablesen. Der Frequenzgang darf bei Anpassung maximal 0,5 dB betragen.
Im Frequenzbereich < 10 MHz empfiehlt es sich, die eingestellte Frequenz mit einem Frequenzzähler zu kontrollieren.

Kein Abgleich möglich.

3.2.4. Oberwellenabstand

Ablaufart 13 in Stellung AUTO.
Wobbelbereich 40 in Stellung 0.
Einen Analysator an den HF-Ausgang 46 anschließen und einen geeigneten Ausgangspegel einstellen.

Mit den Potentiometern 41 und 42 (Frequenzmittenlage) die Ausgangsfrequenz im Bereich 0,1...1000 MHz verändern.
Der Oberwellenabstand ist im Bereich 0,1...1 MHz ≥ 30 dB und im Bereich 1...1000 MHz ≥ 36 dB.

Abgleich nach Abschnitt 5.4.

3.2.5. Störhub

Ablaufart 13 in Stellung AUTO.
Wobbelbereich 40 in Stellung 0.
Frequenzmittenlage 41, 42 auf 100 MHz einstellen.
Mit den HF-Ausgangsteilern 44 und 43 einen geeigneten Ausgangspegel einstellen.
Modulationsmesser an den HF-Ausgang 46 anschließen.
Der FM-Störhub darf 20 kHz nicht überschreiten.
Ablaufart 13 in Stellung MAN.
Der FM-Störhub darf 5 kHz nicht überschreiten.

Kein Abgleich möglich.

3.2.6. Frequenzhub, Frequenzlage

Ablaufart 13 in Stellung AUTO.
Ablaufzeit 38 auf Rechtsanschlag.
Frequenzmarken 7 in Stellung 100.
Frequenzmarkenart 7 in Stellung Strichmarken.
Markenbreite 4 auf Rechtsanschlag.
Wobbelbereich 40 in Stellung 1000 MHz.
Geeignete Marken- und Bildhelligkeit 6, 9 einstellen.

Auf dem Bildschirm muß der Frequenzbereich 0...1 GHz dargestellt werden, die 500-MHz-Marke muß in der Bildschirmmitte liegen.

Abgleich nach Abschnitt 5.3. und 5.10.

3.2.7. Frequenzskala

Ablaufart 13 in Stellung AUTO.
Ablaufzeit 38 auf Rechtsanschlag.
Frequenzmarken 7 in Stellung 100 10.
Frequenzmarkenart 7 in Stellung Strichmarken.
Wobbelbereich 40 in Stellung 5-1000.
Wobbelhub 39 auf 20 MHz einstellen.
Mit 4 geeignete Markenbreite einstellen.

Mit 41 die Frequenzmittenlage so verschieben, daß der Leucht balken 48 100 MHz anzeigt. Mit den eingeblendeten Frequenzmarken die Frequenzlage (in Bildmitte) ermitteln. Die Abweichung darf ± 30 MHz betragen.

Die Überprüfung ist bis einschließlich 1000 MHz in 100-MHz-Abständen zu wiederholen.

Abgleich nach Abschnitt 5.7., 5.9. und 5.10.

3.2.8. Bildrand

Ablaufart 13 in Stellung AUTO.
Ablaufzeit 38 auf Rechtsanschlag.
Frequenzmarken 7 in Stellung 100 10.
Markenbreite 4 auf Rechtsanschlag.
Wobbelbereich 40 in Stellung 5-1000.

Wobbelhub 39 so einstellen, daß die 10-MHz-Marken einen Abstand von ca. 1 cm voneinander haben.
Die Frequenzmittenlage 41 so weit verschieben, bis der obere oder der untere Bildrand sichtbar wird.
Der obere Bildrand muß im Bereich 1020...1060 MHz enden, der untere Bildrand muß im Bereich -20...-70 MHz enden.

Abgleich nach Abschnitt 5.9. und 5.10.

3.2.9. Ablaufzeit

Ablaufart 13 in Stellung AUTO.
Wobbel-Handsteller 13 auf Linksanschlag.
Oszillograf an TEST-Buchse, Kontakt 4.
Ablaufzeit 38 auf Rechtsanschlag, Oszillograf muß ein Rechtecksignal mit TTL-Pegel, Periodendauer 22...32 ms, zeigen.

Abgleich nach Abschnitt 5.3.

Ablaufzeit 38 auf Linksanschlag, Oszillograf zeigt ein Rechtecksignal mit der Periodendauer 1,7...2,8 s.

Kein Abgleich möglich.

3.2.10. Horizontallinien

Ablaufart 13 in Stellung AUTO.
Ablaufzeit 38 auf Rechtsanschlag.
Wobbelbereich 40 in Stellung 1000 MHz.
Bildhelligkeit 9 auf Rechtsanschlag.
Helligkeit Horizontallinien 16 auf Rechtsanschlag.

Beide Horizontallinien 14, 15 müssen sich über den gesamten Bildschirm in Y-Richtung verschieben lassen. Die Linien müssen frei von Rauschen oder Frequenzanteilen sein.
Mit dem Helligkeitsregler 16 muß sich die Helligkeit der Horizontallinien und gegebenenfalls der Pegellinien der Log.-Einschübe bis 0 reduzieren lassen.

Kein Abgleich möglich.

3.2.11. Ablaufarten

- a) Manueller Wobbelbetrieb.
Ablaufart 13 in Stellung MAN.
Horizontallinie 14 oder 15 in Mittelstellung.
Wobbelbereich 40 in Stellung 1000 MHz.
Helligkeit Horizontallinien 16 auf Rechtsanschlag.
Helligkeit Bild 9 auf Rechtsanschlag.

Mit dem Wobbel-Handsteller 13 muß sich der gesamte Bildschirm überschreiben lassen. Dabei können Austastlücken sichtbar werden.

Kein Abgleich möglich.

- b) Automatischer Wobbelbetrieb
Die Überprüfung entspricht der Kontrolle der Ablaufzeit (Abschnitt 3.2.9.).

- c) Einmaliger Ablauf
Ablaufart 13 in Stellung SINGLE.
Ablaufzeit 38 auf Linksanschlag.
Horizontallinie 14 oder 15 in Mittelstellung.
Wobbelbereich 40 in Stellung 1000 MHz.
Helligkeit der Horizontallinie 16 auf Rechtsanschlag.
Bildhelligkeit 9 auf Rechtsanschlag.

Nach Drücken der Taste SINGLE 13 muß ein einmaliger Ablauf sichtbar werden. Der Start des Ablaufs kann sich um maximal 3 s verzögern. Die grüne Lampe 12 muß vom Betätigen der Taste SINGLE bis zum Ende des Ablaufs aufleuchten. Durch ein Triggersignal (TTL-Pegel, positive Flanke) an der Buchse 58 muß sich ebenfalls ein einzelner Ablauf auslösen lassen.

Kein Abgleich möglich.

3.2.12. Frequenzmarken

Ablaufart 13 in Stellung AUTO.
Ablaufzeit 38 auf Rechtsanschlag.
Schalter 54 in Stellung 0,5 V bzw. 0,35 V bei 75 Ω .
Frequenzmarkenart 7 in Stellung Strichmarken.
Markenhelligkeit 6 auf Rechtsanschlag.
Bildhelligkeit 9 auf Rechtsanschlag.
Markenbreite 4 auf Rechtsanschlag.
HF-Ausgangsteiler 43, 44 auf -20 dB stellen.

- a) 100-MHz-Marken
Wobbelbereich 40 in Stellung 1000 MHz.
Frequenzmarken 7 in Stellung 100.
Auf dem Bildschirm müssen sämtliche 100-MHz-Marken im Bereich von 100 MHz bis 1000 MHz ohne Flackern erscheinen.

- b) 100- und 10-MHz-Marken
 Wobbelbereich 40 in Stellung 5-1000.
 Wobbelhub 39 auf ca. 500 MHz einstellen.
 Frequenzmarken 7 in Stellung 100 10.
 Auf dem Bildschirm müssen die 100-MHz-Marken etwas heller und breiter als die 10-MHz-Marken sein.
 Mit 41 (Frequenzmittenlage) den gesamten Frequenzbereich durchdrehen; dabei müssen über den gesamten Bereich die 10-MHz-Marken ohne Flackern sichtbar werden.
- c) 10- und 1-MHz-Marken
 Wobbelbereich 40 in Stellung 5-1000.
 Wobbelhub 39 auf ca. 50 MHz einstellen.
 Frequenzmarken 7 in Stellung 10 1.
 Auf dem Bildschirm müssen die 10-MHz-Marken etwas heller und breiter als die 1-MHz-Marken sein.
 Mit 41 (Frequenzmittenlage) den gesamten Frequenzbereich durchdrehen; dabei müssen über den gesamten Bereich die 1-MHz-Marken ohne Flackern sichtbar werden.
 Markenbreite mit 4 geeignet einstellen.
- d) Externe Marken
 Wobbelbereich 40 in Stellung 1000 MHz.
 Frequenzmarken 7 in Stellung EXT.
 HF-Generator an die Buchse 11 anschließen; HF-Pegel ca. 200 mV an 50 Ω .
 Im Frequenzbereich 1...1000 MHz muß eine Frequenzmarke am Bildschirm sichtbar sein.
- e) Markengenauigkeit
 Wobbelbereich 40 in Stellung 0,3-50.
 Frequenzmarken 7 in Stellung EXT.
 100 MHz (Genauigkeit besser $5 \cdot 10^{-5}$) in Buchse 11 einspeisen.
 Mit 41 und 42 Frequenzmarke in Bildmitte stellen.
 Wobbelhub 39 auf Linksanschlag.
 Mit 4 Markenbreite geeignet einstellen.
 Frequenzmarken 7 in Stellung 100.
 Die Mitte der Frequenzmarke darf sich beim Umschalten nicht verschieben (die Markenbreite kann sich unter Umständen verändern).
- Abgleich nach Abschnitt 5.5.

3.2.13. Einschub Log.-Verstärker E1

- a) Logarithmischer Verstärker
 Ablaufart 13 in Stellung AUTO.
 Ablaufzeit 38 auf Rechtsanschlag.
 Wobbelbereich 40 in Stellung 0,3-50.
 Wobbelhub 39 auf Linksanschlag.
 Frequenzmittenlage mit 41 und 42 auf 100 MHz einstellen.
 Geeignete Helligkeit des Bildes mit 9 und der Horizontal-
 linien mit 16 einstellen.
 Schalter 54 in Stellung 1 V bzw. 0,7 bei 75 Ω .
 Bereichsschalter 20 in Stellung 80 dB.
 Meßkopf an den HF-Ausgang 46 und die Buchse 21 anschließen
 (Durchgangskopf mit 50 Ω bzw. 75 Ω abschließen).

19 (Lage der Pegellinie) in die rechte Raststellung bringen.

50- Ω -Ausführung

Das HF-Signal mit den HF-Ausgangsteilern 43 und 44 beliebig abschwächen.

Die Pegellinie 17 mit der Anzeigelinie zur Deckung bringen. Die Anzeige der Pegellinie an 17 darf nur weniger als ± 1 dB von der Einstellung der HF-Ausgangsteiler abweichen.

Anmerkung: Für Pegel unter -50 dB empfiehlt es sich, das Rauschfilter 38 einzuschalten.

75- Ω -Ausführung

HF-Ausgangsteiler 43 und 44 in Stellung 0 dB.

Pegellinie 17 in Stellung 0 dB.

Mit 19 (Lage der Pegellinie) die Pegel- und Anzeigelinie zur Deckung bringen. Die Lampe 18 muß aufleuchten. Die Einstellung nicht mehr verändern.

Das HF-Signal mit den HF-Ausgangsteilern 43 und 44 beliebig abschwächen.

Die Pegellinie 17 mit der Anzeigelinie zur Deckung bringen. Die Anzeige der Pegellinie 17 darf nur weniger als ± 1 dB von der Einstellung der HF-Ausgangsteiler abweichen.

Anmerkung: Für Pegel unter -50 dB empfiehlt es sich, das Rauschfilter 38 einzuschalten.

b) Dynamisches Verhalten

Ablaufart 13 in Stellung AUTO.

Geeignete Bildhelligkeit mit 9 einstellen.

Schalter 54 in Stellung 0,5 V bzw. 0,35 V bei 75 Ω .

Bereichsschalter 20 in Stellung 80 dB.

Bandfilter mit mindestens 60 dB Sperrtiefe anschließen.

Meßkopf anschließen.

Wobbelbereich 40, Wobbelhub 39 und Frequenzmittenlage 41, 42 so einstellen, daß die Durchlaßkurve des Bandfilters dargestellt wird.

Die Meßkurve darf keine Unstetigkeitsstellen in den Filterflanken aufweisen.

c) HF-Störsignalunterdrückung

Ablaufart 13 in Stellung AUTO.

Ablaufzeit 38 auf Rechtsanschlag.

Wobbelbereich 40 in Stellung 0,3-50.

Frequenzmittenlage 41 auf ca. 100 MHz einstellen.

Geeignete Helligkeit des Bildes 9 und der Horizontallinien 16 einstellen.

Durchgangskopf SWOB5-Z3 an den HF-Ausgang 36 und an den Log.-Einschub 21 anschließen.

HF-Ausgangsteiler 43 und 44 in Stellung -20 dB.

Die Ausgangsseite des Durchgangskopfes am Meßsender mit $R_i = 50 \Omega$ anschließen, den Meßsender auf ca. 150 MHz einstellen, den Ausgangspegel $< 10 \mu\text{V}$ bzw. -90 dBm einstellen.

Bereichsschalter 20 in Stellung 10 dB.

Mit 19 die Anzeigelinie ungefähr in die Bildmitte stellen.

Mit Horizontallinie 18 die Lage markieren.

Den Ausgangspegel des Meßsenders auf 20 mV bzw. -11 dBm erhöhen.

Die Anzeigelinie darf sich nach einer Einschwingzeit von max. 0,3 s um höchstens 0,5 dB von der markierten Linie unterscheiden.

- d) Driftstabilität
Ablaufzeit 13 in Stellung AUTO.
Geeignete Helligkeit des Bildes 9 und der Horizontallinien 16 einstellen.
Wobbelbereich 40 in Stellung 0,3-50.
Wobbelhub 39 auf Linksanschlag.
Frequenzmittenlage 41 auf ca. 100 MHz einstellen.
Meßkopf SWOB5-Z1 oder SWOB5-Z3 an den HF-Ausgang 36 und an den Log.-Einschub 21 anschließen (Durchgangskopf SWOB5-Z3 mit 50 Ω bzw. 75 Ω abschließen).
Schalter 54 in Stellung 0,5 bzw. 0,35 V.
HF-Ausgangsteiler 43 und 44 in Stellung 65 dB.
Ablaufzeit 38 auf Linksanschlag, Rauschfilter 38 einschalten.
Die Horizontallinie 18 mit der Anzeigelinie am linken Bildrand zur Deckung bringen (Mittelwert der verdrauschten Anzeigelinie bilden).
Der Mittelwert der Anzeigelinie darf am rechten Bildrand von der Horizontallinie um max. ± 2 mm abweichen.
- Abgleich nach Abschnitt 5.20.

3.2.14. Einschub Lin.-Verstärker E2

Ablaufart 13 in Stellung AUTO.
Ablaufzeit 38 auf Rechtsanschlag.
Markenbreite 4 auf Linksanschlag.
Wobbelbereich 40 in Stellung 1000.
Bildhelligkeit 9 auf Rechtsanschlag.

- a) Ablenkempfindlichkeit
Drehschalter 24 in Stellung +.
Verstärkung 22 auf Rechtsanschlag.
Anzeigelinie mit Lageregler 23 in Bildmitte einstellen.
NF-Generator an Buchse 26, Frequenz ca. 1 kHz, Pegel 1 mV.
Die auf dem Bildschirm sichtbare Amplitude muß mindestens 5 cm betragen.

Kein Abgleich möglich.

- b) Offset
Buchse 26 niederohmig (≤ 1 k Ω) abschließen.
Verstärkung 22 auf Rechtsanschlag.
Drehschalter 24 in Stellung +.
Die Anzeigelinie mit dem Lageregler 23 in die Bildmitte stellen.
Beim Umschalten des Drehschalters in Stellung "-" darf die Anzeigelinie um maximal 5 cm von der eingestellten Lage abweichen.

Abgleich nach Abschnitt 5.19.

- c) HF-Störsignalunterdrückung
Drehschalter 24 in Stellung +.
Ablaufzeit 38 auf Rechtsanschlag.
NF-Generator über Trennkondensator 10 nF an Buchse 26,
Frequenz 1 kHz, Pegel ca. 20 mV.
Mit 22 die Verstärkung so einstellen, daß die sichtbare

Amplitude ca. 5 cm beträgt, mit dem Lageregler 23 in Bildmitte stellen und markieren.
Zusätzliche 100 mV Gleichspannung in die Buchse 26 einspeisen.
Nach 0,3 s muß die markierte Lage wieder erreicht sein.

3.2.15. Einschub Log.-Verstärker E3

- a) Logarithmischer Verstärker
Ablaufart 13 in Stellung AUTO.
Ablaufzeit 38 auf Rechtsanschlag.
Wobbelbereich 40 in Stellung 0,3-50.
Wobbelhub 39 auf Linksanschlag.
Frequenzmittenlage mit 41 und 42 auf 100 MHz einstellen.
Geeignete Helligkeit des Bildes mit 9 und der Horizontal-
linien mit 16 einstellen.
Schalter 54 in Stellung 1 V bzw. 0,7 bei 75 Ω .
Schiebeschalter 28 in Stellung dBV.
Bereichsschalter 30 in Stellung 100 dB.
Schiebeschalter 32 in Stellung Meßkopf.
Meßkopf an den HF-Ausgang 46 und die Buchse 33 anschließen
(Durchgangskopf mit 50 Ω bzw. 75 Ω abschließen).

50- -Ausführung

Das HF-Signal mit den HF-Ausgangsteilern 43 und 44 beliebig abschwächen.

Die Pegellinie mit der Anzeigelinie zur Deckung bringen.

Die Anzeige der Pegellinie an 27 darf nur weniger als \pm dB von der Einstellung der HF-Ausgangsteiler abweichen.

Anmerkung: Für Pegel unter -50 dB empfiehlt es sich,
das Rauschfilter 38 einzuschalten.

75- Ω -Ausführung

HF-Ausgangsteiler 43 und 44 in Stellung 0 dB.

Schiebeschalter 28 in Stellung dB.

Mit 29 die Pegel- und Anzeigelinie zur Deckung bringen.

Taste 36 drücken (Setzen des Bezugswertes 0 dB).

Das HF-Signal mit den HF-Ausgangsteilern 43 und 44 beliebig abschwächen.

Die Pegellinie mit der Anzeigelinie zur Deckung bringen.

Die Anzeige der Pegellinie darf nur weniger als ± 1 dB von der Einstellung der HF-Ausgangsteiler abweichen.

Anmerkung: Für Pegel unter -50 dB empfiehlt es sich,
das Rauschfilter 38 einzuschalten.

- b) Dynamisches Verhalten

Ablaufart 13 in Stellung AUTO.

Geeignete Bildhelligkeit mit 9 einstellen.

Schalter 54 in Stellung 0,5 V bzw. 0,35 V bei 75 Ω .

Bereichsschalter 30 in Stellung 100 dB.

Bandfilter mit mindestens 60 dB Sperrtiefe anschließen.

Meßkopf anschließen.

Wobbelbereich 40, Wobbelhub 39 und Frequenzmittenlage 41, 42 so einstellen, daß die Durchlaßkurve des Bandfilters dargestellt wird.

Die Meßkurve darf keine Unstetigkeitsstellen in den Filterflanken aufweisen.

c) HF-Störsignalunterdrückung

Ablaufart 13 in Stellung AUTO.

Ablaufzeit 38 auf Rechtsanschlag.

Wobbelbereich 40 in Stellung 0,3-50.

Frequenzmittenlage 41 auf ca. 100 MHz einstellen.

Geeignete Helligkeit des Bildes 9 und der Horizontallinien 16 einstellen.

Durchgangskopf SWOB5-Z3 an den HF-Ausgang 46 und an den Log.-Einschub 33 anschließen.

HF-Ausgangsteiler 43 und 44 in Stellung -20 dB.

Die Ausgangsseite des Durchgangskopfes am Meßsender mit $R_i = 50 \Omega$ anschließen, den Meßsender auf ca. 150 MHz einstellen, den Ausgangspegel $< 10 \mu\text{V}$ bzw. -90 dBm einstellen.

Bereichsschalter 30 in Stellung 10 dB.

Mit 31 die Anzeigelinie ungefähr in die Bildmitte stellen.

Mit Horizontallinie 3 die Lage markieren.

Den Ausgangspegel des Meßsenders auf 40 mV bzw. -15 dBm erhöhen.

Die Anzeigekurve darf sich nach einer Einschwingzeit von max. 0,35 mm höchstens 0,5 dB von der markierten Linie unterscheiden.

Ab einem Ausgangspegel des Meßsenders von ca. 60 mV muß die rote Warnlampe 35 (ungenügende Störspannungsunterdrückung) aufleuchten.

d) Driftstabilität

Ablaufzeit 13 in Stellung AUTO.

Geeignete Helligkeit des Bildes 9 und der Horizontallinien 16 einstellen.

Wobbelbereich 40 in Stellung 0,3-50.

Wobbelhub 39 auf Linksanschlag.

Frequenzmittenlage 41 auf ca. 100 MHz einstellen.

Meßkopf SWOB5-Z1 oder SWOB5-Z3 an den HF-Ausgang 46 und an den Log.-Einschub 33 anschließen (Durchgangskopf SWOB5-Z3 mit 50Ω bzw. 75Ω abschließen).

Schalter 54 in Stellung 0,5 bzw. 0,35 V.

HF-Ausgangsteiler 43 und 44 in Stellung 65 dB.

Ablaufzeit 38 auf Linksanschlag, Rauschfilter 38 einschalten.

Die Horizontallinie 3 mit der Anzeigelinie am linken Bildrand zur Deckung bringen (Mittelwert der verrauschten Anzeigelinie bilden).

Der Mittelwert der Anzeigelinie darf am rechten Bildrand von der Horizontallinie um max. ± 2 mm abweichen.

Abgleich nach Abschnitt 5.20.

3.3. Reinigung des Gerätes

Die Innenreinigung des Gerätes kann mit den üblichen Mitteln erfolgen (nichtfaserndes Staubtuch, Pinsel, Staubsauger, Preßluft).

Besondere Vorsicht ist bei dem Hochspannungsanschluß der Bildröhre geboten. Bedingt durch den Aufbau der Beschleunigungselektrode kann die Röhre auch dann noch Restladung besitzen, wenn das Gerät längere Zeit nicht in Betrieb war. Wird der Anodenclip von der Röhre abgezogen, muß der Anodenanschluß mit der Gerätemasse verbunden werden.

Bei der Reinigung der Ablenkeinheit ist darauf zu achten, daß die Magnete zur Geometrieentzerrung nicht aus ihrer Lage verdreht oder verschoben werden.

Die Frontplatte kann bei starken Verschmutzungen mit Spiritus, die Rasterscheibe mit den üblichen Fensterputzmitteln gereinigt werden. Auf keinen Fall Aceton, Tri oder ähnliche Lösungsmittel verwenden.

4. Funktionsbeschreibung (Hierzu Stromlauf 333.0019 S Bl. 3)

4.1. Hubablaufsteuerung

Die Hubablaufsteuerung erzeugt eine Sägezahnspannung, die für die X-Ablenkung und den YIG-Oszillator benötigt wird. Davon werden verschiedene Steuertakte abgeleitet für die Bild-, HF- und Strichmarkenaustastung, den Skalenimpuls, die Anzeigeverstärker und die Schreiberfederbetätigung. Frequenzhub, Frequenzlage und Ablaufzeit werden mit der Hubablaufsteuerung eingestellt. Die variable Frequenzmarke wird durch einen 12 ms dauernden Stop des Ablaufs gebildet; bei steil abfallenden Flanken wird die Ablaufzeit in der Flanke um den Faktor 4 verlängert. Über die Bedienelemente der Ablaufplatte kann der automatische Ablauf auf einen einzelnen Ablauf (SINGLE) oder auf einen von Hand gesteuerten Ablauf (MAN.) umgeschaltet werden. Außerdem läßt sich mit dem Drehschalter S2401 I und II (40 im Bild 2-16) zwischen gewobbeltem Betrieb (1000 MHz, 5-1000 MHz, 0,3-50 MHz) und Dauerstrichbetrieb (0 MHz) umschalten.

4.1.1. Erzeugung der Sägezahnspannung

Das Kernstück der Hubablaufsteuerung ist der Funktionsbaustein B2401. Er erzeugt eine Sägezahnspannung, die direkt am Integrationskondensator C2402 abgegriffen wird. Ferner steht an Pin 9 ein Rechtecksignal zur Verfügung (steigende Flanke High, fallende Flanke Low). Die Variation der Ablaufzeit erfolgt über T2409I. T2409II dient als Referenz mit T2410 als Konstantstromquelle. Über R2424 und R2435 wird eine Gleichspannung eingespeist, mit der die Ablaufzeit (B2403-B2404-T2409) gesteuert wird; mit R2424 läßt sich die Verstärkung von B2403 einstellen, um Streuungen der Steilheit von T2409 zu eliminieren. Soll die Ablaufzeit extern gesteuert werden, kann an den nicht invertierenden Eingang von B2403 (Pin 2) eine Gleichspannung (0...+5 V) angelegt werden (Relais RS2401IV wird umgeschaltet).

Die automatische Ablaufzeitverlängerung bei steil abfallenden Flanken schaltet T2403. Es wird die Verstärkung von B2403 reduziert und damit die Ablaufzeit um den Faktor 4 erhöht.

Um die Rücklaufzeit zu verkürzen, wird während des Rücklaufes über den FET 2411 der Widerstand R2421 parallel zu T2409I geschaltet.

Bei DS-Betrieb (Dauerstrich) wird T2409I durch den Widerstand R2472 ersetzt. Damit wird, unabhängig von der eingestellten Ablaufzeit, eine flackerfreie Frequenzanzeige erreicht.

Für den Schreiberbetrieb (Option SWOB5-B2) wird eine Ablaufzeit von ca. 30 s benötigt, die direkt am Funktionsbaustein durch Umschalten (T2401-T2402) erzeugt wird. Ferner kann über T2405-T2406 der Sägezahnablauf gestoppt werden. Dies wird für die variable Frequenzmarke benötigt. In der Betriebsart MAN. wird die Frequenzmarke durch G12402, R2416 unterdrückt. Ein externes Ablenssignal kann über T2408 eingespeist werden. Hierbei dient der Funktionsbaustein als Komparator. Am Pin 9 steht der Takt für die Steuerlogik zur Verfügung.

4.1.2. Aufbereitung der Sägezahnspannung

An C2402 wird der Sägezahn abgegriffen, B2415 dient als Impedanzwandler. Mit R2447 läßt sich die Amplitude, mit R2451 die Gleichspannungslage einstellen. Am Ausgang von B2402 steht der Sägezahn symmetrisch mit $\pm 2,5 V_{SS}$ zur Verfügung für Steuerfunktionen im NF-Motherboard und über T2416 für die Abstimmung des YIG-Oszillators, die X-Ablenkung, den Skalenimpuls und den Bildrand. Durch T2416 kann der Sägezahn in der Betriebsart MAN. abgeschaltet und durch eine Gleichspannung von der Ablaufplatte (T2415 durchgeschaltet) ersetzt werden.

B2406 invertiert den Sägezahn und steuert den X-Verstärker. Von der Ablaufzeitsteuerung wird eine Spannung abgegriffen und über R2477 ebenfalls dem Eingang von B2406 zugeführt. Damit werden Verschiebungen der Bildlage bei unterschiedlichen Ablaufzeiten, bedingt durch Laufzeitverzögerungen, ausgeglichen.

4.1.3. Abstimmung des YIG-Oszillators

Der YIG-Oszillator besitzt zwei magnetfelderzeugende Spulen. Das resultierende Feld beider Spulen ist für die Resonanzfrequenz des Oszillators maßgebend. Während mit der großen Abstimmspule (Gleichstromwiderstand ca. 33Ω) der gesamte Frequenzbereich des Oszillators durchfahren werden kann, ist es mit der FM-Spule (ca. 2Ω) nur möglich, den Oszillator um maximal ± 25 MHz zu verstimmen. Diese FM-Spule wird für den Schmalbandwobbelbetrieb herangezogen.

- a) Wobbeln des gesamten Bereiches (1000 MHz)
Der Sägezahn (in der Betriebsart MAN. die Gleichspannung) gelangt über den Drehschalter S2401 direkt an den Eingang von B2408. R2502 und R2504 bestimmen die Verstärkung; C2410, C2413...C2416 und R2483 korrigieren den Frequenzgang. Diese Maßnahme ist nötig, um den Frequenzgang der YIG-Oszillator-Abstimmung dem Frequenzgang des X-Verstärkers mit Ablenkeinheit anzupassen. Fehler in diesen Korrekturgliedern machen sich durch ein Verschieben von Wobbelkurve und Frequenzmarken bei Verändern der Ablaufzeit bemerkbar sowie durch Verformungen der Wobbelkurven, besonders an Filterflanken, wenn die variable Frequenzmarke verwendet wird.

Am Ausgang von B2408 folgt eine Brückenschaltung mit R2507-R2511-R2508-R2512. In den oberen Brückenpunkt wird über R2513 eine Gleichspannung eingespeist. In der Diagonale liegen R2509 und R2510. Der Sägezahn am Auskoppelpunkt der Brücke kann nun in seiner Gleichspannungslage über R2513 und in seiner Amplitude über R2509 verändert werden. Diese Trimmer sind nötig, um Toleranzen des YIG-Oszillators auszugleichen. Die Brückenschaltung ist so dimensioniert, daß beim Abgleich der Amplitude die Einstellung der Gleichspannungslage nicht beeinflußt wird. Die Resonanzfrequenz des YIG-Oszillators ist nahezu proportional dem Magnetfeld. Das Magnetfeld seinerseits ist proportional dem Strom, der durch die Abstimmspule fließt. Deshalb wird die Abstimmspule mit einem eingepprägten Strom betrieben. Die Treiberschaltung (B2409, T2424) liefert einen, der Steuer Spannung proportionalen Steuerstrom.

b) Wobbelhub variabel von 5...1000 MHz (5-1000)

Steht der Drehschalter S2401 in Stellung 5-1000, kann die Amplitude des Sägezahns durch das Potentiometer R2470 verändert werden. Da die Amplitude des Sägezahns proportional dem Frequenzhub des YIG-Oszillators ist, kann mit diesem Potentiometer der auf dem Bildschirm dargestellte Frequenzhub eingestellt werden. R2471 begrenzt den kleinsten einstellbaren Hub auf 5 MHz.

Um bei verringertem Frequenzhub trotzdem jeden beliebigen Frequenzausschnitt wobbeln zu können, muß die Frequenzmittenlage einstellbar sein. Dies geschieht durch das Zehnwendelpotentiometer R2475, dessen Spannung über R2503 dem Eingang von B2408 zugeführt und dort aufaddiert wird. Da bei kleinen Frequenzhuben die Auflösung des Zehnwendelpotentiometers nicht ausreicht und damit die Einstellung der Frequenzlage schwierig wird, wurde ein weiteres Potentiometer R2486 eingebaut. Dessen Spannung, die über R2484 ebenfalls den Eingang von B2408 zugeführt wird, verschiebt die Frequenzmittenlage um $\pm 1,5$ MHz. Dieses Feinverstimmungspotentiometer ist in allen vier Bereichen (1000, 5-1000, 0,3-50, 0) in Betrieb, lediglich zum Abgleich ist im Bereich 1000 MHz der Feinverstimmungsbereich erweitert. Die am Eingang von B2408 aufaddierten Gleichspannungen der Lagepotentiometer bewirken entsprechende Steuerströme der Treiberschaltung durch die Abstimmspule und damit eine entsprechende Verschiebung der Frequenz des YIG-Oszillators.

c) Wobbelhub variable von 300 kHz...50 MHz (0,3...50)

In der Drehschalterstellung 0,3...50 wird der Sägezahn nicht mehr B2408, sondern B2407 zugeführt. B2407 bildet zusammen mit T2421-T2422 eine Treiberschaltung, die ihrerseits die Eingangsspannung in einen Steuerstrom umsetzt. Dieser durchfließt allerdings nicht die Abstimmspule, sondern die FM-Spule. Bedingt durch die Schaltungsdimensionierung ist ein maximaler Frequenzhub von 50 MHz möglich. Mit dem Potentiometer R2470 kann auch in diesem Bereich die Amplitude des Sägezahns und damit der Frequenzhub variiert werden. R2471 begrenzt den kleinsten Hub auf 300 kHz.

Die Frequenzlage wird auch weiterhin mit den Potentiometern R2475 und R2486 eingestellt und über B2408-B2409-T2424 der Abstimmspule zugeführt. Zur Siebung der Abstimmgleichspannung wird an den Eingang von B2409 durch den Drehschalter der Kondensator C2411 geschaltet. Diese Maßnahme bewirkt eine Reduzierung des Störhubs. Damit beim Umschalten von S2401 von 5-1000 auf 0,3-50 der Siebkondensator nicht erst über den 33-k Ω -Widerstand R2514 geladen werden muß und damit ein "Einklaufen" der Frequenz zu beobachten ist, wird in den Stellungen 5-1000 und 1000 der Siebkondensator durch R2505-R2506 auf eine Spannung aufgeladen, die der jeweiligen Mittenfrequenz des gewobbelten Bereichs entspricht. Wird von 5-1000 auf 0,3-50 umgeschaltet, bleibt der Spannungswert unverändert und der Kondensator muß nicht nachgeladen werden.

d) Dauerstrichbetrieb (0)

In der Stellung 0 wird der Sägezahn mit dem Drehschalter S2401 ganz abgeschaltet. Nur die Potentiometer R2475 und R2486 bleiben an B2408 angeschlossen. Damit kann der YIG-Oszillator nicht mehr gewobbelt, aber trotzdem abgestimmt werden. Zur Reduzierung des Störhubes bleibt C2411 am Eingang von B2409 angeschlossen.

4.1.4. Bildrandaustastung

Bei großen Wobbelhüben kann mit dem Frequenzlagepotentiometer der gewobbelte Frequenzbereich über die obere bzw. untere Frequenzgrenze hinaus verschoben werden. Da die Frequenzmittenlage bei Variation des Hubes erhalten bleiben soll, wird auf eine Lageverschiebung in Abhängigkeit vom Hub verzichtet und statt dessen der auf dem Schirm dargestellte Bereich oberhalb 1050 MHz und unterhalb -50 MHz ausgeblendet. Dazu wird am Ausgang von B2408 die Steuerspannung abgegriffen und B2410I und II zugeführt. Beide Operationsverstärker sind als Komparatoren geschaltet. Unter- oder überschreitet die Steuerspannung (Sägezahn + Gleichspannung) die vorgegebenen Grenzwerte, schaltet der entsprechende Komparator nach -15 V durch. GL2417 und GL2418 wirken als ODER-Glied, R2528-R2529-GL2419 begrenzen das Ausgangssignal auf TTL-Pegel. Das Ausgangssignal greift in die Steuerlogik ein und steuert das Bild dunkel. Bei Schreiberbetrieb (Option SWOB5-B2) wird gleichzeitig die Aufzeichnung unterdrückt.

4.1.5. Erzeugung des Skalenimpulses

Zur Anzeige des auf dem Schirm dargestellten Frequenzbereiches wird am unteren Rand der Bildröhre ein Leuchtband erzeugt, durch dessen Lage mit Hilfe der darunterliegenden Skala der gewobbelte Bereich abgelesen werden kann.

Die Frequenzinformation wird aus den Steuerspannungen gewonnen, die den YIG-Oszillator ansteuern. Zu diesem Zweck werden dem Operationsverstärker B2414 über R2553 beim Wobbeln im Bereich 0,3-50 MHz über R2555 der dem Frequenzhub proportionale Sägezahn und über R2552-R2557 die der Frequenzmittenlage entsprechenden Gleichspannungen zugeführt. C2428 und R2556 sind auch hier zur Frequenzgangkompensation nötig. Das von B2414 aufaddierte Signal wird an die Sample-and Hold-Schaltung T2435-T2436 weitergeleitet. Dort sollen Maximum und Minimum in C2423 und C2424 gespeichert werden. Da der Funktionsbaustein B2401 ein Rechtecksignal abgibt, dessen Schaltflanken zeitlich mit den Sägezahnspitzen zusammenfallen, werden hiermit zwei Monoflops getriggert und zwar mit steigender Flanke B2411I und mit fallender Flanke B2411II. Über T2431-T2433 wird zu Beginn des Vorlaufs T2435 für 300 μ s geöffnet und in C2423 das Minimum gespeichert. Analog wird zu Beginn des Rücklaufs T2436 für 200 μ s geöffnet und in C2424 der Maximalwert gespeichert.

B2412 und B2413 arbeiten als Komparatoren. Beiden wird der für den X-Verstärker benötigte Sägezahn zugeführt, der über die X-Ablenkung (und die Bildröhre) eine Zuordnung zur Frequenzskala ergibt. Komparator B2412 schaltet nun von -15 V nach +15 V, wenn der Sägezahn der X-Ablenkung positiver ist als die Vergleichsspannung an C2423. Das Schaltsignal, mit R2547-R2549-GL2421 auf TTL-Pegel gebracht, bewirkt über die Steuerlogik eine Helltastung des Skalenleuchtbandes.

Die Helltastung erfolgt genau zu dem Zeitpunkt, an dem die X-Ablenkung auf der Skala den Punkt erreicht hat, der spannungsmäßig dem Minimum der Steuerspannung für die YIG-Abstimmung entspricht und damit der unteren Frequenzgrenze des gewobbelten Bereiches (das Minimum der Steuerspannung wurde in C2423 gespeichert). Der Komparator B2413 beendet über die Steuerlogik die Helltastung, wenn durch die X-Ablenkung auf der Skala der Punkt erreicht ist, der spannungsmäßig dem Maximum der Steuerspannung für die YIG-Abstimmung entspricht (gespeichert in C2424).

Für sehr kleine Frequenzhübe kann der Skalenimpuls so schmal werden, daß eine Darstellung auf dem Bildschirm, bedingt durch das Rasterverfahren nicht mehr möglich ist. Deshalb wird B2412 über R2560 mit einem Offset versehen, so daß der Skalenimpuls eine Mindestbreite nicht unterschreiten kann.

4.1.6. Steuerlogik

Die Steuerlogik verknüpft die verschiedenen Betriebsarten MAN., AUTO, SINGLE, Wobbel- oder Dauerstrichbetrieb sowie externe Ablenkung und Schreiberbetrieb mit den Ablauffunktionen. Außerdem steuert sie Bild-, HF- und Markenaustastung, Skalenimpuls, Klemmung sowie die Schreiberfeder.

4.1.6.1. Wobbelbetrieb (1000; 5-1000; 0,3-50)

a) Betriebsart SINGLE

Für den störungsfreien Betrieb der Anzeigeverstärker darf der Steuertakt nicht ausfallen. Deshalb arbeitet bei SINGLE der Funktionsgenerator weiter, lediglich HF, Bild, Marken und Skalenimpuls werden ausgetastet. Wird durch die Starttaste oder den Triggereingang die Kippschaltung B2433I-B2433II-B2434IV-B2435I gesetzt, bleibt der Funktionsgenerator und der Taktablauf unbeeinflusst. Statt dessen wartet die Kippschaltung bis zum Anfang eines normalen Ablaufes, gibt dann HF, Bild, Marken und Skalenimpuls für einen Takt frei und kippt nach Beendigung dieses Ablaufes wieder in die Ausgangslage zurück.

Durch diese Schaltung bedingt, kann es zu Verzögerungen zwischen Startimpuls und Darstellungsbeginn der Wobbelkurve kommen. Ist ein Schreiber angeschlossen (ohne Option), wird während des Vorlaufs zur Betätigung der Schreiberfeder ein Relaiskontakt auf der Anschlußplatte geschlossen (SF).

b) Betriebsart AUTO

Der Funktionsbaustein B2401 erzeugt den Steuertakt, der über B2431I und B2434I zum NF-Motherboard (LINT) und zu B2434II gelangt. Im NF-Motherboard werden hieraus zusammen mit dem Sägezahn (Ausgang B2406) Schaltimpulse für die Störsignalunterdrückung und die Driftkompensation gebildet. Vom Ausgangssignal von B2435II wird die HF direkt ausgetastet (HFA). Das gleiche Signal wird durch B2437II verzögert, durch B2436II mit dem Bildrand (BR) verknüpft, durch B2435III invertiert und schaltet dann die Strichmarken (SMA) sowie die Rauschfilter im NF-Motherboard. B2437I verzögert dieses Signal zusammen mit B2438III noch einmal und steht nun zur Austastung des Bildes zur Verfügung (BA). Der Skalenimpuls (SKI) wird aus den beiden Komparatorsignalen (B2412, B2413) und dem Steuertakt unter Verwendung von B2431III und B2436I gebildet. Bei Betriebsart MAN. wird durch B2435II der Skalenimpuls unterdrückt, um Anzeigefehlern, bedingt durch das Samplingsverfahren, vorzubeugen.

HF, Bild, Strichmarken und Skalenimpuls können gemeinsam durch B2434II ausgetastet werden. In der Betriebsart SINGLE wird hier über B2433 eingegriffen.

c) Betriebsart MAN.

Da der Funktionsgenerator weiterarbeitet, bleiben sämtliche Steuerfunktionen wie bei der Betriebsart AUTO, erhalten. Lediglich der Sägezahn für die X-Ablenkung und für die Abstimmung des YIG-Oszillators wird durch eine Gleichspannung ersetzt, die durch ein Potentiometer verändert werden kann.

Zu diesem Zweck wird B2431II auf H geschaltet und über T2404-T2413-T2414 wird T2416 gesperrt und T2415 geöffnet. C2408 dient zur Siebung.

Ist die Option "Langsamer Schreiberablauf" (SWOB5-B2) eingebaut, werden beim Umschalten von MAN. nach SINGLE die zuletzt eingestellten X- und Y-Signale (z.B. der Startpunkt für die Aufzeichnung) übernommen und in der Hold-Schaltung gespeichert. Um ein sicheres Übernehmen zu gewährleisten, werden das X-Signal (Ablenkung und Abstimmung) und damit auch die Y-Signale mit GL2405-C2409, gegenüber dem Schaltsignal (HP) für die Sample-und-Hold-Schaltung verzögert, umgeschaltet.

Bei schneller Ablenkung kann die Bildaustastung durch eine Lücke im dargestellten Kurvenzug sichtbar werden, der zeitliche Abstand zwischen zwei Austastlücken hängt von der eingestellten Ablaufzeit ab und kann mit dem Potentiometer ABLAUFZEIT von 2 s...20 ms (38 im Bild 2-16) verändert werden.

Am Kollektor von T2413 wird ein Schaltsignal abgezweigt und zur Reduzierung der gesamten Bildhelligkeit verwendet. Eine geringere Helligkeit gegenüber der Betriebsart AUTO hat sich in der Praxis als zweckmäßig erwiesen.

- d) Betriebsart Externe Ablenkung
In der Schalterstellung MAN. kann das Gerät extern gewobbelt werden. Zur Kennung wird an der Testbuchse der Kontakt 7 mit Masse verbunden (MEA). B2438I und B2431II verknüpfen das Schaltsignal für die Betriebsart MAN. mit der Kennung, so daß T2408 und T2416 geöffnet und T2415 gesperrt sind. Dadurch wird das externe Ablenksignal nach C2402 durchgeschaltet, während die von Hand variierbare Abstimm- und Ablenkspannung abgetrennt wird.
- e) Betriebsart SINGLE mit Option "Langsamer Schreiberablauf"
Zur Kennung wird der Eingang Pin 10 (S) von B2436III auf H gelegt. Wird die Kippschaltung (B2432I-B2432II-B2433I-B2434IV) für einen Ablauf gestartet, schaltet T2408 über B2436III und T2401 durch und verlangsamt damit den Ablauf auf ca. 30 s. In dieser Zeit können jedoch die Anzeigeverstärker stark driften. Deshalb wird der Steuertakt durch einen Taktgenerator der Option ersetzt, dessen Signal über B2433II eingespeist wird. Dieser Steuertakt wird in der nachfolgenden Logik genauso weiterverarbeitet wie der interne Takt in den Betriebsarten MAN. oder AUTO. Der Schaltkontakt für die Betätigung der Schreiberfeder bleibt, wie bei der Betriebsart SINGLE, während des gesamten Vorlaufs geschlossen (B2434III).

4.1.6.2. Dauerstrichbetrieb

- a) Betriebsart AUTO und SINGLE
Bei Dauerstrichbetrieb muß die für den Rücklauf nötige Austastung abgeschaltet werden. Durch den Widerstand R2497 werden einige Gattereingänge, die bei Wobbelbetrieb durch den Drehschalter S2401 über den Widerstand R2473 auf L gelegt sind, auf H gezogen.

Mit B24381V wird die HF-Austastung unterdrückt; mit B2433II wird die für einen einzelnen Ablauf nötige Kippschaltung gesperrt. Da bei fehlender Austastung die Anzeigeverstärker driften können und eine HF-Störsignalunterdrückung nicht mehr möglich ist, wird außerdem, um fehlerhafte Meßwerte zu vermeiden, mit B2436II und B2438III das Bild (Anzeige- und Pegellinien) ausgetastet. Die Strichmarken werden zur Reduzierung des Störhubes unterdrückt.

- b) Betriebsart MAN.
Mit dem Gatter B2438II wird das in dieser Betriebsart mögliche Wobbeln durch ein externes Ablenksignal unterbunden.

Der Störhub des YIG-Oszillators setzt sich zusammen aus dem Eigenrauschen des Oszillators, dem Rauschen des Treiberverstärkers und den Störspannungen auf den Versorgungsleitungen. Diese Störspannungen, die hauptsächlich vom Sägezahngenerator und der Steuerlogik verursacht werden, liegen im μV -Bereich und können durch Siebglieder nicht beseitigt werden. Deshalb wird in der Betriebsart MAN. auf die Frequenzanzeige verzichtet und der Sägezahngenerator B2401 abgeschaltet, indem sein Eingang, Pin 7-8, über T2405 auf L (Ausgang B2435VI) gelegt wird.

Anmerkung: Bei normalem Wobbelbetrieb, besonders bei 0,3-50 MHz treten diese Störungen nicht in Erscheinung, da die Steuerlogik während des Vorlaufes nicht schaltet und die, durch den Sägezahngenerator verursachte Störspannung sich auf den Wobbelhub als zusätzlicher Hub aufaddiert.

4.1.7. Fernsteuerung

Durch die an der Rückwand befindliche Buchse "Fernsteuerung" können extern der Frequenzhub, die Frequenzlage und die Ablaufzeit verändert und eingestellt werden. Als Kennung wird der Kontakt 6 nach Masse geschaltet, wodurch das Relais RS2401 anzieht.

Der Frequenzhub kann an den Kontakten 1 und 2 durch ein externes Potentiometer (5 k Ω) verändert werden. Die Frequenzlage läßt sich durch eine Spannung von ca. +3 V...+8 V am Kontakt 3 einstellen. Durch einen einfachen Spannungsteiler kann diese Spannung aus +20 V am Kontakt 4 gewonnen werden. B2405 dient zum Verschieben der Gleichspannungslage, da für die Frequenzlageeinstellung eine Spannung zwischen +2,5 V und -2,5 V benötigt wird. Für die Ablaufzeit wird eine Spannung von 0...+5 V am Kontakt 7 benötigt. Durch das Relais wird die interne Ablaufzeiteinstellung abgeschaltet. R2431, R2432, GL2403 schützen vor Überlastung und begrenzen die minimal mögliche Ablaufzeit.

4.2. Ablaufplatte

Auf der Ablaufplatte befindet sich das Drucktastenaggregat zum Umschalten der Betriebsarten SINGLE, AUTO und MAN., ein Potentiometer zum Einstellen der variablen Marke bei AUTO bzw. der X-Ablenkung bei MAN. und ein LED zur Anzeige des getriggerten Zustandes bei SINGLE.

a) Betriebsart SINGLE

Der Kontakt 6 vom Stecker ST401 wird an Masse gelegt und damit die Kippschaltung und der Triggereingang freigegeben; über den Kontakt 7 wird das Triggersignal geleitet. Mit GL411 wird der Eingang von B401III gesperrt und damit die variable Marke unterdrückt.

Intern kann durch Drücken der Taste START getriggert werden, dabei entlädt sich C401 und gibt einen Triggerimpuls ab. Extern kann über die Triggerbuchse an der Rückseite des Gerätes ein Startimpuls eingespeist werden. GL406-GL407 dienen zum Begrenzen des Impulses, C405 zum Abtrennen von Gleichspannungsanteilen.

Bedingt durch das Schaltungskonzept der Ablaufsteuerung kann es zu Verzögerungen von max. 2,5 s zwischen Startsignal und Beginn des dargestellten Ablaufs kommen. Um den Betriebszustand der Schaltung zu erkennen, leuchtet GL410 sofort auf wenn die Kippschaltung getriggert worden ist und erlischt erst nach Beendigung des dargestellten Ablaufs.

b) Betriebsart AUTO

Bei gedrückter Taste AUTO wird die variable Spannung von R412 an den nicht invertierenden Eingang von B402I gelegt; am invertierenden Eingang liegt der Sägezahn aus der Hubablaufsteuerung an, der über B2406 auch die X-Ablenkung steuert. B402I arbeitet als Komparator, der - abhängig von der eingestellten Spannung an R412 - an einem bestimmten Punkt während des Vorlaufs schaltet und damit das Monoflop B401II triggert. Nach 0,5 ms wird das zweite Monoflop B401I gestartet. Der Ausgang von B401I ist über R424 als Schutzwiderstand und dem Schalter mit der Buchse Trigger an der Rückseite des Gerätes verbunden. Mit diesem Signal kann ein externer Zähler getriggert werden. Gleichzeitig wird der Frequenzablauf gestoppt (GL404-GL405-B2435V-T2406). Allerdings wird der Ablauf bereits 0,5 ms vor dem Triggersignal angehalten um Ausschwingvorgänge zu unterdrücken, die vom YIG-Oszillator verursacht werden und das Zählergebnis verfälschen könnten.

Der Komparator B402I ist mit R414 und R416 so beschaltet, daß er eine Hysterese aufweist. Diese Maßnahme ist notwendig, um den Schaltpunkt zu stabilisieren, da eine rückgekoppelte Schaltung vorliegt. Der Komparator stoppt den Funktionsablauf, der Sägezahn seinerseits dient aber dem Komparator als Schaltkriterium. C404 zusammen mit R417 wirkt als Verzögerungsglied ebenfalls stabilisierend. R417-R418-GL403 passen das Komparatorsignal an TTL an.

Durch den gestoppten Ablauf wird auf dem Bildschirm eine Helligkeitsmarke erzeugt. Damit diese Marke bei Veränderungen der Ablaufzeit stabil bleibt, d.h. ihre Lage gegenüber der Kurve des Meßobjekts nicht ändert, wird dem Sägezahn für den Komparator B402I eine kleine Korrekturspannung, erzeugt durch GL2407-R2430-R2463 auf der Platte Hubablaufsteuerung (Stromlauf 333.0019 S Bl.3), überlagert.

Bei Dauerstrich-Betrieb werden durch den Drehschalter S2401 -5 V an den invertierenden Eingang von B402I gelegt um die Schaltung zu sperren.

c) Betriebsart MAN.

Die Taste MAN. legt den Kontakt 14 des Steckers ST401 an +5 V. In der Hubablaufsteuerung wird damit T2416 durch die Ansteuerung gesperrt und T2415 geöffnet. Dadurch wird die variable Spannung von R412 für die X-Ablenkung und die YIG-Oszillatorabstimmung durchgeschaltet.

Die variable Marke bei der Betriebsart AUTO soll bei unveränderter Einstellung von R412 mit der Lage des dargestellten Kurvenpunktes bei MAN. übereinstimmen. Deshalb ist gegenüber der Betriebsart MAN. die Belastung des Teilers R411-R412-R413 durch R410 und der Gleichspannungsoffset durch R415 in der Stellung AUTO kompensiert. Bei externer Ablenkung wird das Signal mit B402II den Erfordernissen der Hubablaufsteuerung angepaßt; R401-R402-R403-GL401-GL402-R404 begrenzen das Eingangssignal und schützen die Schaltung vor Überlastung. Über T2408 gelangt das Signal zum Funktionsgenerator.

4.3. HF-Teil

4.3.1. HF-Generator

Im HF-Generator wird die Ausgangsspannung des Wobbelsenders erzeugt. Dazu wird die YIG-Oszillatorschwingung (2...3 GHz) mit einer Festfrequenz von 2 GHz gemischt, die durch Verzwanzigfachung der 100-MHz-Spannung des Quarzoszillators mit T1801 und dem Quarz Q1801 gewonnen wird. B1801 und T1804 verstärken die Oszillatorspannung, um die Steuerleistung für die Step-Recovery-Diode GL1850 zur Vervielfachung zu erhalten. Mit einem dreikreisigen Topfkreisfilter (Abgleichkondensatoren C1850-C1851-C1852) wird die 2-GHz-Schwingung aus dem Diodenvervielfacher ausgekoppelt. Mit R1820 und R1825 sind die Arbeitspunkte von T1804 und GL1850 für besten Wirkungsgrad einzustellen.

Zur Austastung der HF-Spannung im Rücklauf wird die Betriebsspannung des 100-MHz-Verstärkers B1801 abgeschaltet. Dazu dienen die Transistoren T1802 und T1803. Den Steuertakt hierzu liefert die Steuerlogik der Hubablaufsteuerung.

Die Ausgangsspannung des 2-GHz-Filters gelangt über ein PIN-Diodenstellglied (GL1951-GL1952) und über das 3-dB-Dämpfungsglied B1951 an den HF-Eingang des Mischers, gebildet aus dem Diodenquartett GL1953 und den Transformatoren TR1951 und TR1952. Der Oszillatoreingang des Mischers erhält seine Steuerspannung (2...3 GHz) über das 3-dB-Dämpfungsglied B1952 vom YIG-Oszillator.

Die am ZF-Ausgang anstehende HF-Spannung (100 kHz...1 GHz) wird im Breitbandverstärker B1901-T1901-T1902-T1903 um ca. 37 dB verstärkt und mit dem Hochpaß C1921-L1910 und dem Tiefpaß 289.5415 von störenden Spektrallinien befreit.

Die Arbeitspunkte der Transistoren T1901 bis T1903 werden mit den Trimpotentiometern R1905, R1915 und R1925 auf besten Oberwellenabstand eingestellt.

Über das Koaxialkabel K12 wird die HF-Spannung vom Tiefpaß zum EMK-Verteiler geführt.

Von dort gelangt ein Teil der HF-Leistung über die Ausgangsteiler 6 x 10 dB (44 im Bild 2-16) und 10 x 1 dB (43) auf den HF-Ausgang BU1 (46). Außerdem werden der HF-Kontrollausgang BU106 (55), der Markenteil-Anschluß (K13) und die im EMK-Verteiler eingebaute EMK-Diode (Pegelregelung) mit HF-Spannung versorgt.

4.3.2. Pegelregelung

Um den HF-Ausgangspegel konstant zu halten, wird aus der Richtspannung der EMK-Diode mit dem Operationsverstärker B1751 eine Regelspannung gewonnen, die auf das PIN-Dioden-Stellglied GL1951 und GL1952 wirkt.

Die Richtspannung der EMK-Diode passiert ein Siebglied C1705-L1704-C2005 und gelangt auf den nichtinvertierenden Eingang des Regelverstärkers B1751. Die Ausgangsspannung von B1751 bewirkt

einen Steuerstrom durch die PIN-Dioden GL1951-GL1952 und beeinflußt so deren HF-Widerstand.

B1751 stellt seine Ausgangsspannung so ein, daß die Richtspannung der EMK-Diode der Referenzspannung am invertierenden Eingang gleich wird. Die HF-Spannung am Verzweigungspunkt im EMK-Verteiler wird somit auf konstanten Wert geregelt.

Der Temperaturgang der EMK-Diode wird mit einer zweiten, gleichartigen Diode im Referenzzweig kompensiert. Die Kompensationsdiode ist im EMK-Verteiler in der Nähe der EMK-Diode angebracht, damit beide der gleichen Umgebungstemperatur ausgesetzt sind.

Mit R1755 wird die Referenzspannung für den HF-Ausgangspegel von 0,5 V eingestellt. Schaltet man mit S103 (54 im Bild 2-16) den HF-Pegel auf 1 V um, so wird T1751 leitend. R1760 und R1761 liegen dann parallel zu R1756, was die Referenzspannung entsprechend negativer werden läßt. Diesen Zustand signalisiert die rote Leuchtdiode GL101. Der Ausgangspegel wird nun mit R1760 justiert.

Während des Rücklaufs wird die HF ausgetastet. Damit wird die Richtspannung der EMK-Diode zu Null und der Regelverstärker B1751 versucht durch Aufregeln der PIN-Dioden den Pegel zu vergrößern. Wird nach beendetem Rücklauf die HF über T1803-T1802-B1801 wieder eingeschaltet, so muß der Regelverstärker B1751 einschwingen. Dabei entstehen Pegelspitzen, die, je nach Regelreserve, bis zu 20 dB betragen können. Um diese Pegelspitzen zu unterdrücken, wird der Regler B1701 während des Rücklaufes mit R1781 gegengekoppelt und damit seine Verstärkung auf ungefähr 1 reduziert. T1752 dient als Schalter, B1752 als Schaltverstärker.

4.3.3. Option "Externe Regelung" SWOB5-B1

Ist die Option "Externe Regelung" im vorgesehenen Raum an der Geräterückseite eingesetzt und die Verbindung zum Grundgerät über ST110 der Verteilerplatte hergestellt, so ändert sich die im vorigen Abschnitt beschriebene Funktion der Pegelregelung nicht, solange mit S1 (51 im Bild 2-16) auf interne Regelung geschaltet ist.

Bei externer Regelung muß der interne Regelverstärker außer Betrieb gesetzt werden. Dazu wird mit dem Schalter S1 (51) eine Spannung von -20 V an die Anschlüsse 3 und 14 des Steckers ST110 geschaltet. Diese Leitung speist sowohl die rote Leuchtdiode GL102, um die Betriebsart "Externe Regelung" zu signalisieren, als auch das Gate vom Schalt-FET T151 (auf der Verteilerplatte 333.1615), der nun sperrt und so die Verbindung vom Schleifer des R1755 zur Kompensationsdiode unterbricht. Dadurch wird die Spannung am PIN 2 von B1751 geringfügig positiv, so daß der Ausgang an die positive Aussteuerungsgrenze geht. Da die Regelspannung am Stift 11 der Regelverstärker-Platte 333.2311 etwa 1,5 V beträgt, ist GL1752 gesperrt, wodurch der interne Regelverstärker unwirksam ist.

In der Betriebsart "Externe Regelung" übernimmt der Durchgangskopf SWOB5-Z3 die Aufgabe der EMK-Diode. Die Richtspannung seines Meßgleichrichters gelangt über die Buchse BU1 (53) auf den invertierenden Eingang von B1. Die Hilfgleichrichterdiode des Durchgangskopfes wird zur Temperaturkompensation der Referenzspannung benutzt. Diese Spannung kann mit R8 (52) zur HF-Pegeleinstellung zwischen 0,1 V und 0,5 V variiert werden.

Die Ausgangsspannung von B1 liegt über S1 parallel zum Ausgang des internen Regelverstärkers am PIN-Dioden-Stellglied. Der Ausgang ist jedoch mit GL1752 abgeschaltet.

4.4. Rastermarken

Die Rastermarken werden durch Mischung der Wobelfrequenz mit einem Frequenzraster im Markenteil erzeugt. Das Frequenzraster wird von einem Quarzoszillator abgeleitet, dessen Frequenz entweder direkt oder nach Frequenzteilung (10:1 oder 100:1) auf eine Vervielfacherschaltung gegeben wird. Diese wandelt das Signal in sehr schmale Impulse um, deren Oberwellenspektrum bis 1 GHz annähernd konstant ist.

Aus dem Mischprodukt (Wobelfrequenz \pm Rasterfrequenzen) wird der niederfrequente Anteil durch einen Tiefpaß herausgefiltert und verstärkt (Schwebungsnull). In der Markenaufbereitung kann die NF-Bandbreite und damit die Markenbreite verändert werden. Anschließend wird das NF-Signal von Störanteilen getrennt, begrenzt, gleichgerichtet und durch ein Monoflop so ergänzt, daß die Lücken im Signal, die durch die Nulldurchgänge der NF-Schwingung entstehen, ausgefüllt werden. Über Schalt-FET's kann am Ausgang zwischen Strich- und Impulsmarken umgeschaltet werden.

Markenart und Markenfrequenz können mit Bedienelementen an der Frontplatte gewählt werden.

4.4.1. Markenteil

Als Referenz für die Marken dient der 100-MHz-Quarzoszillator T1501. Mit L1501 wird der Resonanzkreis C1503-C1529, der bei Oberwellenquarzen nötig ist, auf die Sollfrequenz abgeglichen. T1502 dient als Trennstufe, T1503 als Treiber. Ist das 100-MHz-Raster gewählt, dann ist GL1501 durchgeschaltet und GL1507 gesperrt. T1504 steuert die Vervielfacherstufe an, GL1502 arbeitet als Vervielfacherdiode (Step-Recovery-Diode), L1530 als Speicherinduktivität. Über R1520 fließt der Vorstrom für die Diode, mit GL1503-GL1504 werden positive Impulse (Überschwinger) unterdrückt. Gleichzeitig bewirkt die Diodenkapazität, daß die Vervielfacherschaltung breitbandig wird.

Die Vervielfacherdiode kann nur die abfallende Flanke des Signals versteinern, nicht jedoch die ansteigende. Deshalb wird, um die benötigten schmalen Impulse zu erhalten, mit der sehr kleinen Kapazität C1517 ausgekoppelt, durch die das Signal differenziert wird.

Das entstehende Frequenzspektrum wird mit dem Übertrager TR1531 symmetriert und den beiden Mischerdioden GL1505I und GL1505II zugeführt. L1505 dient als Gleichstromrückfluß und korrigiert die Symmetrie des Mixers zu niedrigen Frequenzen hin. Die Wobbelfrequenz wird über C1518 auf den Mischer gegeben, das Mischprodukt mit R1523 ausgekoppelt und in B1501 und B1502 verstärkt. Die NF-Bandbreite wird mit C1519-C1522-C1525 begrenzt.

Zur Erzeugung des 10-MHz- und 1-MHz-Rasters wird von der Trennstufe T1502 die Quarzfrequenz abgezweigt und über den Treiber T1505 dem 10:1-Teiler zugeführt. Das Ausgangssignal (10 MHz) kann über den Schalt-FET T1507 (GL1501 gesperrt, GL1507 geöffnet) auf die Vervielfacherstufe gegeben werden. Die Vervielfacherstufe T1504-GL1502 und der Mischer TR1531-GL1505 sind breitbandig für die Frequenzen 100 MHz und 10 MHz ausgelegt; am Ausgang des NF-Zweiges (B1501-B1502) steht also wahlweise das Markensignal für 100-MHz- oder 10-MHz-Rastermarken zur Verfügung.

Da auf dem Bildschirm, zur besseren Orientierung der Frequenzlage, zwei Gruppen von Rastermarken voneinander unterscheidbar dargestellt werden sollen (100-MHz- und 10-MHz-Raster oder 10-MHz- und 1-MHz-Raster) ist ein zweiter Zweig aufgebaut, dessen Funktion und Beschaltung analog zum ersten ist. Vervielfacher (T1506-GL1520) und Mischer (TR1511-GL1523I-GL1523II) sind breitbandig für die Rasterfrequenzen 10 MHz und 1 MHz ausgelegt. Der NF-Zweig arbeitet mit etwas geringerer Verstärkung und geringerer Bandbreite, damit die Marken zur Unterscheidung schmaler sind.

Der dritte Zweig, mit TR1521-GL1550-GL1551 als Mischer und B1504-B1505 als NF-Verstärker, dient zur Erzeugung einer Marke unter Verwendung eines externen Senders. Der Oszillatoreingang des Mixers ist hier, im Gegensatz zu den Rastermarken, an die Wobbelfrequenz angeschlossen. Um Störungen zu vermeiden, wird bei externem Markenbetrieb der Quarzoszillator durch den Schalt-FET T1524 abgeschaltet.

Das Wobbelsignal wird über ein Widerstandsnetzwerk den drei Mixern gleichzeitig zugeführt. C1004 und C1563 verbessern die Anpassung, C1564 bildet zusammen mit R1605-R1606 einen Tiefpaß. Er sperrt Frequenzen unter 300 kHz, die vom NF-Zweig direkt verarbeitet werden könnten und eine "0-MHz-Marke" bewirken würden.

4.4.2. Markenaufbereitung

Die Markenaufbereitung besteht aus zwei nahezu identischen Aufbereitungszweigen. Mit den Schalt-FET's T1401-T1430-T1460 werden die NF-Signale, gesteuert vom Bedienteil der Markenplatte, auf die beiden Kanäle geleitet. R101 bildet zusammen mit C1401-C1432 je einen Tiefpaß, mit dem die Markenbreite verändert werden kann. Durch die beiden Komparatoren B1401 und B1403 werden Rauschen und Störsignale unterdrückt. Nur das Nutzsignal, das die Komparatorschwelle überschreitet, wird weiterverarbeitet. Die Höhe der Komparatorschwelle ist durch R1406-R1403 und R1412-R1413 festgelegt. B1401 verarbeitet die positiven Signalanteile, B1403 die negativen; GL1401 und GL1403 arbeiten als ODER-Glied. Das folgende Monoflop wird von der fallenden Flanke getriggert. Die Zeitkonstante ist so bemessen, daß die Lücken zwischen positivem und negativem

Komparatorsignal überbrückt werden. Beide Signale werden über die Dioden GL1402-GL1419 dem Ausgangsverstärker B1410I zugeführt. Die Widerstände R1422-R1424 legen die Markenamplitude fest.

Der zweite Aufbereitungszweig ist bis zum Ausgang von B1410II identisch aufgebaut. Der Ausgangsteiler ist jedoch anders dimensioniert, um eine Unterscheidung der beiden Frequenzrastrer (z.B. 10 MHz und 100 MHz) durch die Amplitude zu ermöglichen. Die Signale beider Zweige werden über die Dioden GL1425-GL1446) zusammengeführt. Ist T1461 durchgeschaltet, so sind Impulsmarken gewählt. Mit T1462 werden die Strichmarken geschaltet. Da die Strichmarken separat über die Kathode der Bildröhre hellgetastet werden, können sie nicht mit dem allgemeinen Bildaustastsignal dunkelgesteuert werden. Deshalb müssen sie durch T1463 und T1462 getrennt ausgestastet werden.

GL1423-R1423 sperren den Ausgangsverstärker B1410I, wenn eine Marke aus dem übergeordneten Frequenzrastrer dargestellt werden soll. Dadurch wird verhindert, daß sich das kleinere und schmalere Markensignal treppenartig aufaddiert.

Bei sehr kleinen Frequenzhuben muß die Markenbreite stark reduziert werden. Dann reicht die Zeitkonstante der Monoflops B1408I-B1408II nicht mehr aus, um die Lücken in den Marken zu schließen. Deshalb wird die Zeitkonstante durch T1402-T1431 umgeschaltet. Den Umschaltzeitpunkt bestimmt das Potentiometer R101, das zu diesem Zweck zusätzlich als Gleichspannungsteiler (R1431-R101) arbeitet. Die Gleichspannung wird dem Komparator B1412 zugeführt; R1481 und C1481 sind NF-Siebglieder. Bei abnehmender Markenbreite wird der Widerstand R101 vergrößert und damit auch der Gleichspannungswert, bis die Komparatorspannung überschritten ist.

Durch die vergrößerte Zeitkonstante verbreitert sich die Marke unsymmetrisch zur Mittenfrequenz. Im allgemeinen ist die Verschiebung zu vernachlässigen, jedoch ist es möglich, wenn die Umschaltung stört, den Komparator außer Betrieb zu setzen. Dazu muß der Widerstand R1482 - er sitzt auf Lötstützpunkten - ausgebaut werden.

Mit dem Schalter 54 (Bild 2-16) kann der HF-Pegel um 6 dB erhöht werden. Damit vergrößert sich auch die Amplitude der NF-Signale am Ausgang des Markenteils. Um in der Markenaufbereitung trotzdem zuverlässig Nutz- und Störsignal trennen zu können, wird auch die Komparatorschwelle um 6 dB erhöht, indem an den Kontakt 2 des Steckers ST1402 -20 V gelegt werden. Damit erhöht sich über GL1408-R1407 die negative Komparatorschwelle direkt von ca. -1 V auf ca. -2 V, während die positive Schwelle durch Umschalten des Widerstandsteilers R1412-R1413-R1414 vergrößert wird (T1414 öffnet).

Die Stromversorgung von Markenteil und Markenaufbereitung wird mit T1530 (ca. +15 V) und T1470 (ca. -15 V) geregelt.

4.4.3. Option "ZF-Marken"

Mit der Option "ZF-Marken" können bei umsetzenden Meßobjekten (z.B. Tunern) zwei Frequenzmarken erzeugt werden, die die Frequenzlage der ZF auf dem Bildschirm wiedergeben. Dazu wird die ZF über einen Diodenumschalter einem geregelten Verstärker zugeführt und das verstärkte ZF-Signal auf den Oszillatoreingang des Mixers gegeben. An den HF-Eingang sind die Quarzoszillatoren angeschlossen. Aus dem Mischprodukt wird durch einen Tiefpaß der niederfrequente Anteil (Schwebungsnull) herausgefiltert und anschließend verstärkt.

Eine Komparatorschwelle unterdrückt Rauschen und Störanteile des Signals. Mit einem Monoflop werden die Lücken des Signals ergänzt, die durch die Nulldurchgänge der NF-Schwingung entstehen. Nach dem Ausgangsverstärker folgen zwei Schalt-FET's, durch die die Wiedergabe der Marken als Strich- oder Impulsmarken gewählt wird.

Außerdem befinden sich auf der Platine noch die beiden Drucktastenaggregate zum Umschalten der Rastermarken und der Markendarstellung und ein Potentiometer zum Verändern der Markenbreite. Die Option ersetzt die Markenplatte 289.4931 des Grundgerätes.

Am Eingang der Schaltung (ST305) befindet sich der Diodenumschalter GL1-GL2-GL4-GL5. Wenn Taste EXT. (7 im Bild 2-16) gedrückt wird, wird das Eingangssignal zum Markenteil durchgeschaltet und dort zu einer Marke verarbeitet. Wird die Taste EXT. (7 im Bild 2-16) gelöst, so ist der Eingang über ein steckbares Filter mit dem Verstärker verbunden. Mit dem Filter (z.B. Hochpaß) kann das Oszillatorsignal des Meßobjektes, falls es in den Frequenzbereich des Verstärkers fällt, ausgeblendet werden. Dadurch verhindert man, daß die Regelung des Verstärkers auf das Störsignal anspricht.

Die Eingangsimpedanz wird durch R7-L1 und C1 gebildet. T10 arbeitet als Impedanzwandler. Mit den PIN-Dioden GL23-GL24-GL22 kann das Signal abgeschwächt werden. T20 und T30 verstärken die ZF, T39 ist als Emitterfolger geschaltet, in seinem Emitterkreis liegt der Oszillatoreingang des Mixers. Außerdem wird mit C44 das Signal für die Pegelregelung ausgekoppelt. Dieses wird mit GL45 gleichgerichtet, mit C45 gesiebt und dem Operationsverstärker B45 zugeführt. Die Referenzspannung, mit der der Pegel für den Mixer justiert werden kann, wird mit R26 eingestellt. GL44 dient zur Kompensation der Temperatureinflüsse von GL45; mit R34 bzw. R32 wird der Vorstrom durch die Dioden eingestellt. Mit dem Ausgangssignal von B45 werden die PIN-Dioden GL23-GL24-GL22 so gesteuert, daß der Pegel am Mixer konstant bleibt. Zusätzlich wird mit den Dioden GL26 und GL27 ein Offset erzeugt, der es ermöglicht, alle drei PIN-Dioden mit einer Spannung anzusteuern.

Erzeugt man mit einem extern angeschlossenen Sender eine Fremdmарke, so wird der Verstärker herabgeregelt um Störmarken zu verhindern, die bei sehr großem Pegel und geeigneter Frequenz durch Übersprechen entstehen könnten. Dazu wird, wenn die Taste EXT. gedrückt ist, die Referenzspannung durch R25 und GL25 geeignet verschoben.

An den HF-Eingang des Mischers sind die beiden Oszillatoren über Widerstände zur Entkopplung angeschlossen. Die beiden Oszillatoren sind steckbar, um sie der jeweiligen ZF-Lage anpassen zu können. Aus dem Mischprodukt wird der NF-Anteil mit R40-C40 herausgefiltert und in B40-B50 verstärkt. Der Tiefpaß am Ausgang von B50 besteht aus dem Potentiometer R125 auf der Oszillatorplatte und C52. Mit dem Potentiometer kann die NF-Bandbreite und damit die Markenbreite verringert werden.

Der folgende Komparator B60 trennt das Nutzsignal von Rauschen, Ober- und Nebenwellen. B60II invertiert und verarbeitet den negativen Anteil des Nutzsignals, B60I den positiven. Beide Signalanteile werden mit GL60 und GL70 zusammengeführt.

Das Monoflop B75 wird mit der fallenden Flanke getriggert, es dient zum Auffüllen der Lücken im Signal, die durch die Nulldurchgänge und die Komparatorschwellen verursacht werden. Dadurch wird das Markensignal geglättet, nur bei Schwebungsnull wird eine Austastlücke sichtbar.

Markensignal und verzögertes Signal werden über die Dioden GL75-GL78 zusammen dem Ausgangsverstärker B80 zugeführt. Damit zwischen Impulsmarken und Strichmarken umgeschaltet werden kann, sind T80 und T90 eingefügt, die von den Drucktasten Markenart (7) bedient werden. Gleichzeitig sperren sie das Markensignal, gesteuert durch T95, während das Bild ausgetastet ist. T70 dient zur Leuchtfleckunterdrückung. Wird das Gerät ausgeschaltet, bricht die +24-V-Versorgung schneller zusammen. T70 schaltet durch und schließt damit das ausklingende Markensignal kurz. T100 stabilisiert die positive Schaltspannung für den Diodenumschalter. Spannungsschwankungen, die an R1 (und R4) auftreten und aus dem Eingang in den Meßkopf SWOB5-Z3 zurückgespeist werden könnten, werden dadurch unterdrückt.

Die Stromversorgung wird mit T105 (+15 V) und T110 (-15 V) geregelt, die Versorgung für das Monoflop wird durch eine Z-Diode GL114 stabilisiert.

4.5. Anzeigeverstärker

4.5.1. Logarithmischer Anzeigeverstärker-

Einschub SWOB-E1

(Siehe Stromlauf 333.5610 S)

Der logarithmische Anzeigeverstärker muß Richtspannungen zwischen ca. 0,3 μ V und rund 1,4 V verarbeiten. Um bei diesen hohen Anforderungen trotzdem relativ einfache Logarithmierer verwenden zu können, werden zwei Signalwege verwendet; der erste verarbeitet den HF-Pegelbereich von 170 μ V bis 20 mV, der zweite ist von 20 mV bis 1 V wirksam. (Pegelangaben gelten bei Verwendung der Meßköpfe SWOB5-Z1 und -Z3.) Je nach HF-Spannung wird entweder der erste oder zweite Zweig auf das Sichtteil durchgeschaltet.

Im Bereich unter 20 mV verläuft die Richtkennlinie der Meßdiode quadratisch, so daß vor dem Logarithmieren keinerlei Linearisierungsmaßnahmen notwendig sind. Die Ausgangsspannung der Logarith-

mierstufe erscheint lediglich mit dem Faktor 2 multipliziert gegenüber dem Fall, daß derselbe Logarithmierer mit einem (gedachten) linearen Gleichrichter angesteuert würde. Um dieses Verhalten zu erreichen, braucht die logarithmierte Spannung z.B. nur mit einem Spannungsteiler halbiert werden. Hier wird dieser Faktor bei der Weiterverstärkung berücksichtigt.

Da der Diodenkennlinie zwischen 20 mV und ca. 500 mV kein konstanter Exponent zugeordnet werden kann - er variiert stetig von 2 nach 1 - und ab 500 mV lineare Spitzengleichrichtung stattfindet, wird im zweiten Signalweg die Richtkennlinie mit Hilfe eines Regelverstärkers linearisiert.

4.5.1.1. Signalweg I (für HF-Spannungen <20 mV)

Unter Signalweg I wird der Signalfluß von Anschluß 6 an BU701 (Meßspannung I) bis zum Meßpunkt MP6 (Eingang I des Spannungsdiskriminators) verstanden.

a) Vorverstärker mit Klemmstufe

B701 verstärkt die vom Meßgleichrichter über BU701 gelieferte Meßspannung I etwa 450fach. Die Verstärkung wird bestimmt von R700 und R710, sowie dem Trimpotentiometer "Verstärkungseinstellung" im Meßkopf. Dieses Potentiometer dient zum Ausgleich der Exemplarstreuungen der Meßdioden. Es wird bei jedem Meßkopf so justiert, daß bei 20 mV HF 2 V an der Brücke BR702 liegen.

R709 begrenzt mit GL702 die Ausgangsspannung von B701 auf 10 V, um die nachfolgenden Stufen B702 und B703 vor Übersteuerung zu schützen. Das Tiefpaßfilter R712-R713-C711-C712 beschränkt die Bandbreite der Vorstufe auf ca. 7 kHz. Somit werden Störspannungen aus der Vertikalablenkung (Rastersinus ca. 50 kHz) und dem Hochspannungsgenerator (ca. 40 kHz) des Grundgerätes vom Logarithmierer ferngehalten.

Zur automatischen HF-Störspannungsunterdrückung und zur Eliminierung der Offsetspannung und -drift des B701 bildet C708 mit B703 und dem Analogschalter B702IV eine Klemmstufe. Die prinzipielle Anordnung ist in Bild 4-1 dargestellt.

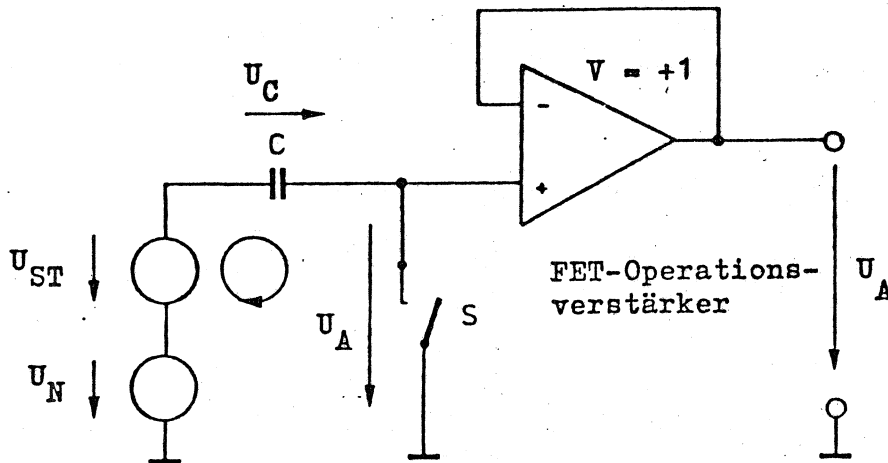


Bild 4-1 Grundsätzliche Anordnung einer Klemmstufe

U_N sei die vom Meßgleichrichter stammende und verstärkte Nutzs-
spannung, also das Abbild der Wobbelkurve. Da die HF während des
Rücklaufes des Wobbelgenerators abgeschaltet wird, tritt U_N nur im
Vorlauf auf. U_{ST} ist die Störspannung, die sich im allgemeinen aus
der verstärkten Richtspannung einer Störschwingung, wie sie z.B.
bei Meßobjekten mit eingebautem Oszillator auftritt (Empfänger-
mischer o.ä.) und der Offsetspannung des Vorverstärkers zusamen-
setzt. Im Gegensatz zu U_N ist U_{ST} auch im Rücklauf vorhanden.

Während (eines Teiles) des Rücklaufes ist S geschlossen. Da $U_N = 0$
ist, lädt sich C auf U_{ST} auf: $U_C = U_{ST}$. Betrachtet man die Span-
nungen in Bild 4-1 während des Vorlaufs (S geöffnet), so ergibt
sich:

$$\bigcirc -U_{ST} - U_N + U_C + U_A = 0$$

$$U_A = U_N - U_C + U_{ST}$$

wegen $U_C = U_{ST}$

$$U_A = U_N - U_{ST} + U_{ST}$$

$$U_A = U_N$$

Mit Hilfe der Spannung des Kondensators C ist U_{ST} unwirksam gewor-
den. Die folgende Stufe muß einen sehr hohen Eingangswiderstand
besitzen, damit der Kondensator bei geöffnetem Schalter nicht ent-

laden wird. Das Klemmen ist natürlich nur sinnvoll, solange sich U_{ST} im Vorlauf nicht wesentlich ändert. Geht man davon aus, daß HF-Störungen von Meßobjekten amplitudenstabil sind oder nur langsamen Schwankungen unterliegen, so ist es vor allem die Offsetspannungsdrift, die dieses Verfahren stören könnte. Der langsamste Vorlauf dauert beim SWOB 5 jedoch nur 2 s; während dieser Zeit ändert der verwendete Operationsverstärker seine Offsetspannung praktisch nicht. Bei Betrieb der Option "Langsamer Schreiberablauf" - der Vorlauf ist dabei auf ca. 30 s verlängert - wird ein Klemmtakt beibehalten, dessen Pulsperiode 35/7 ms beträgt. Auch hier wird also spätestens alle 35 ms ein Nullabgleich durchgeführt.

C708 entspricht dem Kondensator C, B702IV dem Schalter S in Bild 4-1. B702IV wird in der Mitte des Rücklaufs geschlossen; die Schließzeit beträgt $0,3 t_{RÜCKLAUF}$ (siehe auch Impulsdiagramm im Stromlauf 333.5610 S). R709, R712 und R713 bilden einen Vorwiderstand für das Laden des Kondensators C708 während der Klemmphase. Wegen der großen Zeitkonstante dieses RC-Gliedes hat das Rauschen des Vorverstärkers keinen Einfluß auf die Genauigkeit der Kompensation der Störspannungen.

Der dem Klemmkondensator nachgeschaltete Operationsverstärker B703 besitzt eine FET-Eingangsstufe, um die Ladung von C708 während des Vorlaufes nicht zu verändern.

Die NF-Spannung muß bei einer HF-Spannung größer als 20 mV vor dem Logarithmiereingang begrenzt werden, damit die Übernahmeschaltung (Abschnitt 4.5.1.3.) wirksam werden kann. Mit dem Widerstandsteiler R714-R704-R728-R727 ist die Schwelle (ca. +7,5 V) festgelegt. Übersteigt die Ausgangsspannung von B703 die Schwelle, sperrt die Diode GL710. Mit dem Teiler R715-R718 ist eine zweite Schwellenspannung (zusammen mit der Diodenspannung ca. +2 V) eingebaut. Vergrößert man die HF-Spannung und damit auch die NF-Spannung, so öffnet GL711, schaltet den Teiler hinzu und bedämpft das NF-Signal um ca. 2 dB. Dies bewirkt bei ansteigendem Signalpegel einen weichen Übergang vom Signalweg I auf den Signalweg II. Da die NF-Spannung am Klemmstufenausgang (BR702) bei 170 μV nur ca. 134 μV beträgt, würde die Offsetspannungsdrift von B703 über den zulässigen Temperaturbereich Fehlspannungen in der Größenordnung des Signals verursachen. Diese Drift wird mit Hilfe der Anlogschalter B702I...III und C710 eliminiert.

Während der Klemmphase im Rücklauf (B702IV geschlossen) öffnet B702I, während B702II und B702III schließen. Dadurch liegt der Eingang von B703 an Masse, so daß am Ausgang seine Offsetspannung anliegt. C710 wird auf diese Spannung geladen. Im Vorlauf ist nur B702I geschlossen; dadurch liegt C710 in Reihe mit C708 und dem Eingang von B703 und ist so gepolt, daß die Offsetspannung des Spannungsfolgers von der Signalspannung subtrahiert wird.

Die Steuerspannungen für die Anlogschalter B702I...IV werden auf dem NF-Motherboard mit Hilfe von Komparatoren und einer Steuerlogik aus dem Ablaufsägezahn und Taktsignalen der Hubablaufsteuerung gewonnen und über die Anschlüsse a11 und b11 der Einschubplatine zugeführt. Ihre Pegel und ihre zeitliche Lage sind dem Impulsdiagramm auf Stromlauf 333.5610 S zu entnehmen.

b) Logarithmierer I

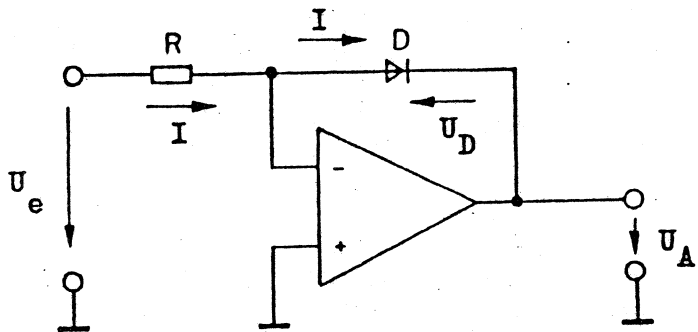


Bild 4-2 Prinzip des Logarithmierers

Die grundsätzliche Funktion des Logarithmierers zeigt Bild 4-2. An der Diode D liegt direkt die Ausgangsspannung U_A . Da zwischen $U_D = U_A$ und I ein logarithmischer Zusammenhang besteht und I der Eingangsspannung U_e proportional ist, existiert auch ein logarithmischer Zusammenhang zwischen U_A und U_e .

Den Elementen in Bild 4-2 entsprechen R704-R728, T710I (als Diode geschaltet) und B704 (Operationsverstärker).

Da der Logarithmierer rund 84 dB zu verarbeiten hat, sind im Rücklauf Maßnahmen zur Beseitigung der Offsetdrift des Operationsverstärkers B704 und des Temperaturganges der Logarithmierdiode T710I notwendig.

Der Schalt-FET T707 trennt im Rücklauf den Logarithmierer von der Signalquelle. Während der ersten Rücklaufhälfte (genaue Zeiten siehe Diagramm im Stromlauf) schaltet T706 einen Referenzstrom (abgleichbar mit R735 "Linearität I", siehe auch Abgleichanweisung im Abschnitt 5.) an den Eingang von B704; gleichzeitig legt T709 den Integrator B705 an den Ausgang. Über die Integratorspannung (MP3) verstellt sich der Arbeitspunkt des Logarithmierers solange, bis die Spannung am invertierenden Eingang (2) des Integrators zu Null wird. Bei richtiger Stellung von R735 (siehe Trimmplan) wird die Offsetspannung von B704 kompensiert. C715 hält die Regelspannung an MP3 während des Vorlaufes aufrecht.

In der zweiten Hälfte des Rücklaufes wird der Ausgangspegel im Übernahmepunkt zum Signalweg II festgelegt. Andernfalls würde er wegen des Temperaturganges von T710I driften.

T705 speist dazu einen Strom in den Eingang des Logarithmierers, der der Aussteuerung bei 20 mV HF entspricht. Gleichzeitig schaltet T708 eine Gleichspannung an den Ausgang der Logarithmierstufe (MP4), die dem bei 20 mV HF geforderten Wert entspricht. Weicht die Ausgangsspannung von B704 davon ab, so lädt sich C717 auf diese Spannungsdifferenz und übernimmt die Potentialverschiebung in Richtung Sollwert. C717 und T708 bilden also eine Klemmschaltung, wie unter a) beschrieben.

Die Referenzspannung an der Source von T708 ist abhängig der Temperatur eines Kompensationsheißleiters im Meßkopf, um den Temperaturgang des Meßdiode auszugleichen.

Da der Logarithmierer bei kleinen Pegeln eine große Verstärkung besitzt (die Verstärkung nimmt bei abnehmender Aussteuerung zu), würde die Rauschspannung ohne GL708 große positive Spannungsspitzen hervorrufen. Eventuell vorhandene HF-Restspannungen (je nach Wobelfrequenzbereich) werden mit R746 und C716 unterdrückt.

Die Klemmschaltung C717-T708 erfordert eine nachfolgende Stufe mit hohem Eingangswiderstand. Diese Voraussetzung erfüllt B706. Dieser Operationsverstärker verstärkt das Signal rund 17fach und steuert B707 (der Umschaltstufe zugehörig) an.

Die Schalt-FET's der Logarithmierstufe erhalten ihre Steuerspannungen (wie der Analogschalter B702 der Klemmstufe des Vorverstärkers) vom NF-Motherboard. Die benötigten Signale werden über a10, b10 und b11 zugeführt.

4.5.1.2. Signalweg II (für HF-Spannungen >20 mV)

Signalweg II beginnt an BU701 und endet bei MP12.

a) Referenz-Regelschleife

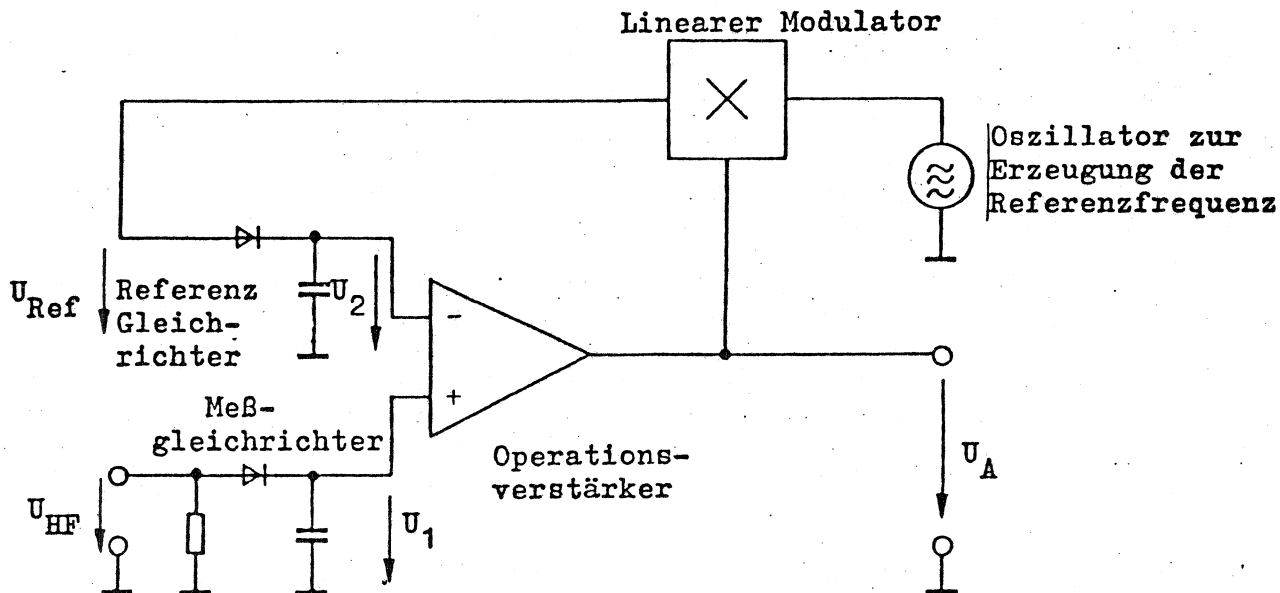


Bild 4-3 Prinzip der Referenz-Regelschleife

Diese Regelschleife stellt einen linearen Zusammenhang zwischen der HF-Spannung U_{HF} und der Gleichspannung U_A her; sie linearisiert also den Meßgleichrichter.

Bild 4-3 zeigt eine Operationsverstärkerschaltung, bei der das übliche Gegenkopplungsnetzwerk durch eine Reihenschaltung eines Modulators mit linearer Kennlinie und eines Gleichrichters mit gleicher Richtkennlinie wie der des Meßgleichrichters ersetzt ist. Der Modulator erhält eine Hilfsschwingung von einem Oszillator. Diese wird in der Amplitude mit U_A moduliert. U_A wird also in eine proportionale Wechselspannung umgesetzt. Der Referenzgleichrichter bildet daraus wieder eine Gleichspannung U_2 .

Der Operationsverstärker erhält bei gegebener HF-Spannung U_{HF} am nichtinvertierenden Eingang die Gleichspannung U_1 . Er verstellt nun seine Ausgangsspannung U_A solange, bis der Referenzgleichrichter eine gleichgroße Richtspannung U_2 abgibt. Da die Gleichrichter gleiche Kennlinien besitzen, ist nun $U_{HF} = U_{Ref}$. Da U_{Ref} proportional U_A ist, ist auch U_{HF} proportional U_A ; es besteht also ein linearer Zusammenhang zwischen U_{HF} und U_A . U_A kann nun direkt einen Logarithmierer steuern.

Der Meßspannung II im Stromlauf entspricht U_1 in Bild 4-3. Sie wird über einen abgleichbaren Spannungsteiler im Meßkopf dem Meßgleichrichter entnommen. Mit diesem Trimpotentiometer werden die Richtkennlinien von Meß- und Referenzgleichrichter aufeinander eingestellt (siehe Trimplan im Abschnitt 5.).

Über BU701/7 gelangt die Meßspannung II auf die Eingangsstufe T711. Diese besitzt eine Spannungsverstärkung von 1 und entkoppelt den Meßgleichrichter von der Klemmschaltung C720-T714. Der Regelverstärker ist B711 (entspricht dem Operationsverstärker in Bild 4-3). Dieser ist zur Frequenzgangkompensation mit R758-R763-C723 beschaltet. R799 begrenzt die Verstärkung. T713 schließt den Ausgang zur Verhinderung von Störungen während der ersten Hälfte des Rücklaufs kurz. Die Spannung am MP8 entspricht der Spannung U_A in Bild 4-3. Sie wird über BR705 dem Logarithmierer II und dem Gegenkopplungszweig zugeführt.

Während der zweiten Hälfte des Rücklaufs wird der Offset von B711 durch eine Klemmschaltung reduziert. Da die HF während des Rücklaufs, ebenso wie die 300-kHz-Referenzfrequenz, ausgetastet ist, wird vom Meßkopf keine Signalspannung geliefert. MP7 liegt also immer auf demselben Potential, die Referenz-Richtspannung (Lötunkt 1) ist Null. Besitzt B711 eine Offsetspannung, so wird diese vom Ausgang auf den Eingang von B712 geleitet. B712 bildet zusammen mit T721 einen voll gegengekoppelten Verstärker ($V = 1$), dessen Offset vernachlässigt werden kann. Fehlspannungen, von B711 verursacht, treten also am Emitter von T721 invertiert auf. Am Teiler R2759-R2760 werden sie abgegriffen und mit T714, der während der zweiten Hälfte des Rücklaufs geöffnet ist, auf den nichtinvertierenden Eingang von B711 sowie auf den Kondensator C720 zurückgeführt. C720 lädt sich gegen MP7 solange auf, bis die Ausgangsspannung von B711 bis auf die bleibende Regelabweichung (bedingt durch die endliche Verstärkung von B711) abgesunken ist. Öffnet T714, so verbleibt in C720 eine Spannung, die dem Offset von B711 entgegengesetzt ist.

In Ergänzung zu Bild 4-3 ist vor dem Modulator ein Polaritätsbegrenzer eingefügt. Dieser ist ein mit B712-GL751-GL752-T721 realisierter aktiver Gleichrichter. Ohne Polaritätsbegrenzer könnte die Regelschleife instabil werden, da über den Referenzgleichrichter betragsbildend gegengekoppelt wird.

Ein Zerkhacker mit den FET's T722 und T723 dient als Modulator. Der Hilfsoszillator auf dem NF-Motherboard steuert die FET's mit zwei Rechtecksignalen von ca. 300 kHz gegenphasig so an, daß zum Umschaltpunkt jeweils beide leiten. Die Maßnahme unterdrückt störende Nadelimpulse durch die Oszillatorflanken. Dem gleichen Zweck dient das RC-Glied R2760-R2759-C760. Der Tiefpaß C761-C762-L701 formt die zerkhackte Gleichspannung in ein Sinussignal um. Es wird mit B713 verstärkt und über BU701/2 auf den Referenzgleichrichter im Meßkopf gegeben. Die dort gewonnene Hilfsgleichspannung steuert über BU701/4 und den Spannungsteiler R757-R759 den invertierenden Eingang von B711 (entspricht U_2 in Bild 4-3).

b) Logarithmierer II

Der Logarithmierer II funktioniert prinzipiell wie der Logarithmierer I. Die entsprechenden Elemente zu Bild 4-2 sind R766-R768-B714-T710II (als Diode verwendet). Gleichzeitig bildet R766-C734 einen Tiefpaß mit dem Signalanteile, die von der 300-kHz-Referenz stammen, abgefiltert werden.

Da nur rund 34 dB Dynamikumfang zu verarbeiten sind, kann auf einen automatischen Offsetspannungsabgleich verzichtet werden.

GL724 begrenzt die Ausgangsspannung in positiver Richtung. Das RC-Glied R780-C726 paßt den Logarithmiererfrequenzgang an den der Regelschleife an.

T716 trennt im Rücklauf den Logarithmierer von der Schleife. Der Umschaltpunkt bei 20 mV HF wird auch hier mit Hilfe eines Referenzstromes über T717 und der Klemmschaltung C730-T718 festgelegt. Näheres zur Funktion ist der Beschreibung des Logarithmierers I zu entnehmen. B716 verstärkt das logarithmierte Signal etwa um den Faktor 34. Die äquivalente Stufe B706 im Signalweg I verstärkt nur genau halb soviel. So wird der quadratische Verlauf im unteren Bereich des Meßgleichrichters berücksichtigt.

4.5.1.3. Übernahmeschaltung und Ausgangsstufe

a) Spannungsdiskriminator

Zur Umschaltung vom Signalweg I nach II dient ein Spannungsdiskriminator. Die Funktion geht aus Bild 4-4 hervor.

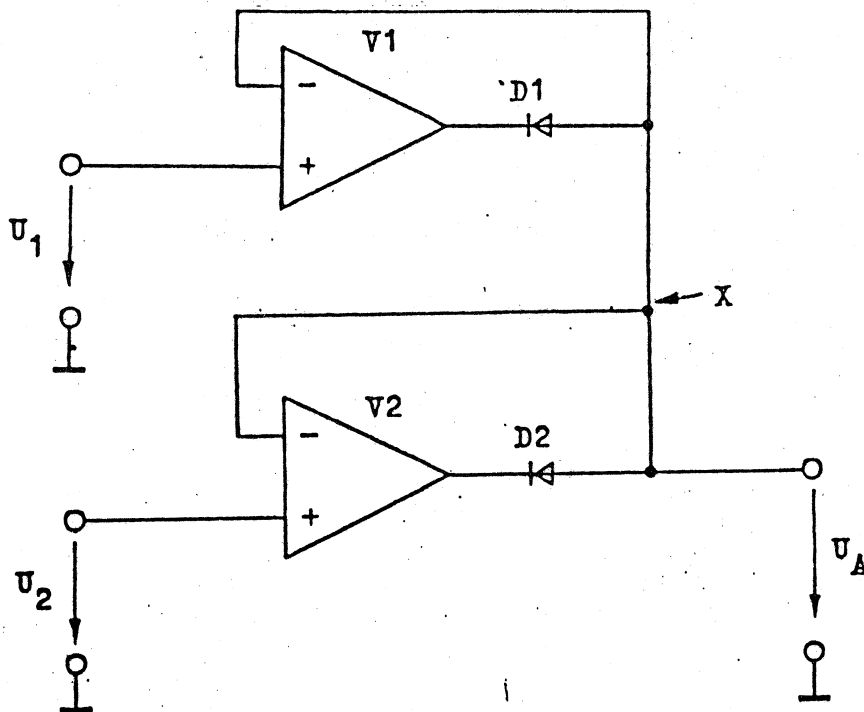


Bild 4-4 Spannungsdiskriminator

Sind die Stufen bei X getrennt, so entspricht die Ausgangsspannung jeweils der Eingangsspannung. Es sei nun U_1 negativer als U_2 . Verbindet man bei X die Ausgänge, so ist das Potential der Kathode von D2 positiver als an der Anode; also sperrt D2.

Da die Spannung am invertierenden Eingang von V2 negativer als am nichtinvertierenden ist, geht sein Ausgang an die positive Aussteuergrenze, wodurch D2 noch weiter ins Sperrgebiet gesteuert wird. Am gemeinsamen Ausgang erscheint also nur U_1 .

V1 und V2 sind durch B707 und B717 realisiert, den Dioden D1 und D2 entsprechen GL714 und GL734. GL713 und GL733 verhindern, daß die Operationsverstärker in die Sättigung gesteuert werden können. Eine verzögerte Übernahme wäre die Folge.

Vergrößert man den Pegel, so arbeitet der Signalweg I exakt logarithmisch, bis er die erste Begrenzerschwelle erreicht hat. Zwischen erster und zweiter Begrenzerschwelle ist der logarithmische Maßstab um etwa 10 % verringert, d.h. eine in Wirklichkeit stetige Flanke zeigt einen Knick. Der veränderte Maßstab bedeutet eine etwas zu kleine Signalspannung. Der Signalweg II arbeitet jedoch in diesem Bereich exakt. Sein Ausgangssignal ist etwas größer, es wird übernommen und zur Anzeige gebracht. Verringert man den Pegel wieder, so wird der Signalweg II so lange verwendet, bis dessen Spannung auf Grund von Nichtlinearitäten kleiner als die des Signalweges I ist. Schaltungsbedingt kann die Ausgangsspannung des Signalweges II nicht beliebig klein werden und damit immer unter dem Ausgang des Signalweges I liegen. Deshalb wurde der Komparator B718 eingebaut. Unterschreitet das Ausgangssignal des Signalweges I die Komparatorschwelle, so sperrt B718 den Schalt-FET T719. Die Ausgangsspannung von B716 strebt dadurch in die positive Richtung und liegt damit zuverlässig unter dem Signal des Signalweges I.

b) Endverstärker und Horizontallinie

Mit R790 wird die Amplitude des wieder zusammengesetzten NF-Signales justiert. Der Kompensationsheißleiter R793 gleicht mit Hilfe des Widerstandsnetzwerkes R794-R796-R798 die temperaturabhängigen Maßstabfaktoren der Logarithmierer aus.

Der Ausgangsverstärker B721 bereitet das NF-Signal zum Ansteuern eines NF-Kanals des Grundgerätes auf. Seine Verstärkung wird entsprechend dem Darstellungsbereich von 10, 20, 40, 60 oder 80 dB pro Bildhöhe geändert, indem die Gegenkopplungswiderstände R2701...R2705 mit S701III (20) umgeschaltet werden. Dem invertierenden Eingang wird eine Offsetspannung über R2710 zur Bildlageverschiebung eingespeist. Sie ist mit R702I (19 im Bild 2-16) einstellbar und wird mit den Widerständen R2711...R2714, die mit S701II umgeschaltet werden, dem jeweiligen Darstellungsbereich angepaßt. Werden 80 dB dargestellt, ist eine Lageverschiebung nicht möglich.

Die gleiche Offsetspannung wird über R2731 der Horizontallinienstufe B722 zugeführt, da das Meßsignal und die Pegellinie immer die gleiche Lage zueinander aufweisen müssen. Die Verstärkung wird wie bei der NF-Ausgangsstufe dem Darstellungsbereich angepaßt (Widerstände R2721...R2725, schaltbar mit S701I). Zur Anpassung an das Grundgerät wird B722 über R2730 mit einer weiteren Offsetspannung beaufschlagt. Sie ist mit R2728 einstellbar (Abschnitt 5.).

Das Zehngangpotentiometer R701 (17) mit Skalenknopf erlaubt das Einstellen der Horizontallinie. Der Abgleich des Einstellbereiches erfolgt mit R2736 (Abschnitt 5.).

Befindet sich das Potentiometer R702II (19) am rechten Anschlag, so ist die Horizontallinie geeicht ($0 \text{ dB} \cong 1 \text{ V}$). Der mit R702II gekuppelte Drehschalter S702 steht dabei in der

Stellung CAL. (wie im Stromlauf 333.5610 S dargestellt). Dreht man R702II aus der Raststellung nach links, wird S702 auf UNCAL. gestellt. Dieser Zustand wird durch die Leuchtdiode GL701 signalisiert. Mit R702II kann nun die 0-dB-Lage der Pegellinie um ca. 12 dB nach kleineren Werten (0 dB = ca. 316 mV) verschoben werden.

Schaltet man mit S701 (20) den Einschub ab, so werden die Schalt-FET's T707 und T716 über GL715 gesperrt. Gleichzeitig wird der invertierende Eingang von B721 über R2706 mit -15 V, der von B722 über R2720 mit +15 V beaufschlagt, wodurch die Ausgangsspannungen unter dem unteren bzw. oberhalb des oberen Bildrandes zu liegen kommen.

Über GL730 wird das logarithmierte NF-Signal für die automatische Ablaufsteuerung ausgekoppelt. Diese verlangsamt den Ablauf bei steil abfallenden Flanken des Meßobjektes.

4.5.2. Linearer Anzeigeverstärker-Einschub SWOB5-E2 (Hierzu Stromlauf 333.5010 S)

Über BU601 MESSKOPF (25 im Bild 2-16) wird dem linearen Anzeigeverstärker die Richtspannung eines Kopfes SWOB5-Z1, -Z2, -Z3 oder des Aktivdemodulators SWOB5-Z4 zugeführt. Die BNC-Buchse BU602 NF (26) ist ein NF-Eingang zum Anschluß des Tastkopfes SWOB3-Z oder eines Meßobjektes mit eingebautem Gleichrichter.

Mit S601 (24) werden die beiden Eingänge angewählt. Die Betriebsart bei den einzelnen Schaltstellungen und die Bedeutung der Symbole geht aus nachfolgender Tabelle hervor:

Symbol	Bedeutung
AUS	Lin.-Einschub aus
+	positive Eingangsspannung an BU602 (26) lenkt nach oben aus
-	positive Eingangsspannung an BU602 (26) lenkt nach unten aus
+	wie +, mit HF-Störsignalunterdrückung
-	wie -, mit HF-Störsignalunterdrückung
=	Anzeige der Meßkopfspannung (BU601, 25)
	wie =, mit HF-Störsignalunterdrückung

Jedem Eingang ist eine eigene Schaltebene des Schalters S601 zugeordnet; S601I ist BU602, S601II ist BU601 zugehörig. Diese räumliche Trennung verhindert ein Übersprechen zwischen den Eingängen. S601III verbindet den gewünschten Eingang mit der Eingangsstufe. Um Störungen durch Masseschleifen zu verhindern, werden die Bezugsleitungen der Meßeingänge über S601IV dem schwebenden Massepotential des Anzeigeverstärkers zugeführt. Die Verbindung zur Masse des Grundgerätes stellen die RC-Glieder R605-C605 bzw.

R606-C606 und R607-C607 her. GL606 und GL607 begrenzen eine etwaige Potentialdifferenz zwischen dem Massenanschluß von BU602 und der Grundmasse auf ca. 0,7 V.

Der Operationsverstärker B601 bildet die Eingangsstufe mit ca. 8facher Verstärkung. GL601 und GL602 schützen seinen Eingang vor Überspannungen. Mit R613 wird die Offsetspannung von B601 kompensiert (Abschnitt 5.).

Ist S601 in einer der Stellungen mit HF-Störsignalunterdrückung (\approx , $\approx+$, $\approx-$), so wird mit S601V eine negative Spannung an die Gates der FET-Schalter T601 (n-Kanal) und T602 (p-Kanal) gelegt. So sperrt T601 und T602 leitet, wodurch das NF-Signal über die Klemmschaltung C617-T607 (Abschnitt 4.5.1.1. a)) zur zweiten Stufe gelangt. Die negative Spannung sperrt auch GL609, so daß das Lin.-Taktsignal (vom NF-Motherboard) über R631 den T606 ansteuert, wodurch der Klemmschalter T607 jeweils im Rücklauf geschlossen ist.

Bei Betrieb ohne HF-Störsignalunterdrückung liegt über S601V eine positive Spannung an den Gates von T601 und T602, sowie an der Anode von GL609. Das NF-Signal umgeht nun die Klemmschaltung und steuert den Eingang der zweiten Stufe direkt, während die leitende Diode GL609 bewirkt, daß der Klemmschalter T607 ständig gesperrt bleibt. B602 entkoppelt als Spannungsfolger mit hochohmigem Eingang die Klemmschaltung vom nachfolgenden Verstärker B603. Mit R644 und R654 werden die Offsetspannungen von B602 und B603 kompensiert (Abschnitt 5.).

Im Gegenkopplungspfad von B603 wird mit R650 (22) die NF-Verstärkung eingestellt ($V_{\max} \approx 24$). So erhält man auch bei zurückgedrehtem Regler einen guten Signal-Rauschabstand.

Ist mit S601 BU601 angewählt oder soll über BU602 eine positive Eingangsspannung das Bild nach oben auslenken (S601 auf + bzw. +) liegt das Gate von T608 über R658 auf Sourcepotential und ist leitend. Dadurch arbeitet B604I als invertierender Verstärker (Verstärkungsfaktor 1).

Bei Betriebsart "-" und " \approx " wird dem Gate von T608 über S601IV eine Sperrspannung zugeführt. Jetzt erhält B604I zusätzlich am nichtinvertierenden Eingang die NF-Spannung, was eine nichtinvertierende Verstärkung von 2 ergibt. Die Überlagerung des invertierenden und nichtinvertierenden Zweiges ergibt insgesamt eine Verstärkung von -1. B604II ist die Ausgangsstufe des Anzeigeverstärkers. Sie besitzt 10fache Spannungsverstärkung. Ihr wird über R667 eine mit R601 (23) veränderbare Gleichspannung zur Einstellung der vertikalen Bildlage zugeführt.

Das Diodennetzwerk GL611...GL614 im Gegenkopplungszweig des B604II verhindert, daß die folgenden Stufen des Grundgerätes übersteuert werden.

4.5.3. Logarithmischer Anzeigeverstärker-Einschub

SWOB5-E3

(Hierzu Stromlauf 349.35125 Blatt 1 und 2)

Der logarithmische Einschub SWOB5-E3 ist eine Weiterentwicklung des Anzeigeverstärkers SWOB5-E1, der um einen zusätzlichen NF-Eingang mit umschaltbarer Polarität, eine 3 1/2stellige Digitalanzeige zum Ablesen des Pegels in mV, dBV oder dB, eine Automatik zum Setzen des Bezugspegels bei Relativmessung und eine Leuchtanzeige bei ungenügender Störspannungsunterdrückung erweitert wurde.

Der Einschub besteht aus der Log.-Verstärker-Platte, der Logikplatte und der Anzeigeplatte. Die Log.-Verstärker-Platte stimmt bis auf einige elektrische und mechanische Anpassungsmaßnahmen mit der des SWOB5-E1 überein, so daß in den wesentlichen Punkten der Abschnitt 4.5.1. auch für den Einschub E3 zutrifft. In den folgenden Absätzen soll nur auf die neu hinzugekommene Logik- und Anzeige-Platte eingegangen werden.

Auf ihnen befinden sich der NF-Eingangsverstärker B2953 der Eingangswahlschalter S2981, der Anzeigewahlschalter S2980, die Bezugspegelautomatik, das Digitalvoltmeter einschließlich LED-Anzeige, der Delogarithmierer zur mV-Anzeige, die automatische Bereichsumschaltung für mV-Anzeige, die automatische 20-dB-Umschaltung bei Verwendung des Aktivdemodulators SWOB5-Z4 und die Anzeigeschaltung bei ungenügender Störspannungskompensation.

Der NF-Eingangsverstärker hat je nach Schaltzustand des FET T2955 eine Verstärkung von +0,5 bzw. -0,5, d. h. er kann sowohl ein invertiertes als auch ein nichtinvertiertes Signal an seinen Ausgang liefern. Um den Eingangswiderstand in beiden Betriebsarten konstant auf ca. 100 k Ω zu halten, wird mittels eines zusätzlichen Schaltkontakts im nichtinvertierenden Fall der Widerstand R2970 zum NF-Eingang parallel geschaltet. Über die Ebene I des Schalters S2981 kann das Ausgangssignal schließlich dem Logarithmierer I (der Logarithmierer II ist bei Verwendung des NF-Einganges außer Betrieb) zugeführt werden. Da dieser Signalzweig bei Benutzung des Meßkopfeinganges den quadratischen Teil der Richtspannung der Meßdiode verstärkt, muß zum Angleichen des NF-Einganges dessen Spannung "künstlich" quadriert werden. Dies geschieht am Ausgang des Logarithmierers I durch die von T2737 geschaltete um den Faktor zwei erhöhte Verstärkung.

Die geeichte Pegellinie wird beim Einschub E3 über das 10-Gang-Potentiometer R701 erzeugt und zur Anpassung an das Grundgerät mit einem Offset beaufschlagt (R2840, B2843). Um die Verstärkung eines eventuell angeschlossenen Aktivdemodulators SWOB5-Z4 automatisch zu berücksichtigen, wird dessen Versorgungsstrom von ca. 100 mA über R 2733 als Schaltkriterium für den Komparator B2818 II benutzt, der seinerseits über T2841 eine passende, zusätzliche Offsetspannung auf den Operationsverstärker B2843 schaltet. Die digitale Anzeige des Pegels geschieht mittels eines Digitalvoltmeters. Es arbeitet nach dem Dual-Slope-Prinzip, hat differentielle Eingänge, einen automatischen Nullabgleich und liefert Signale bei Bereichsüberschreitung oder -unterschreitung. Bei der mV-Anzeige werden diese Signale nach entsprechender Aufbereitung für die automatische, 3fache Bereichsumschaltung (B2922, T2930, T2931) verwendet.

Der Delogarithmierer, aufgebaut mit B2860, B2865 und T2862 hat die Aufgabe, die dBV in mV umzuwandeln. Dabei bestehen hohe Anforderungen in Bezug auf Genauigkeit, Dynamik und Temperaturdrift. Die angegebene Schaltung erzielt eine Genauigkeit von besser 1% innerhalb 60 dB und eine Gesamtdynamik von annähernd 100 dB, der Skalenfaktor ist temperaturkompensiert.

Für die Relativmessung in dB wird eine Bezugspegelautomatik benötigt, die jeden Absolutpegel zu 0 dB setzen kann. Die erforderliche Schaltung, die diesen Wert erhalten muß, wurde mit einem Binärzähler (B2810) mit nachgeschaltetem D/A-Wandler (B2811) realisiert. Per Knopfdruck (S2983) wird der Zähler rückgesetzt und zählt, nach dem Loslassen des Knopfes, anschließend die Impulse eines 20-KHz-Generators (B2806) solange, bis ihn der Komparator B2818 I stoppt. Die Eingänge des Komparators und damit auch die differentiellen Eingänge des Digitalvoltmeters liegen nun auf gleichem Potential, d. h. es werden "0 dB" angezeigt.

Für die Anzeige einer zu hohen, nicht mehr kompensierbaren Eingangsstörspannung wird der als Schmitt-Trigger geschaltete Komparator B2818 III benützt. Um die Höhe der Störspannung ohne Nutzsignal zu erfassen, wird die Schaltschwelle während des Vorlaufes des Wobbelsignales über die Diode G2960 soweit angehoben, daß der Komparator nur während des Rücklaufes, in dem das HF-Nutzsignal ausgetastet wird, auf das Überschreiten der maximal kompensierbaren Störspannung reagieren kann.

4.6. NF-Motherboard (Hierzu Stromlauf 333.0019 S, Bl. 7)

Das NF-Motherboard trägt die Buchsenleisten, die die Anzeigeverstärker-Einschübe mit dem Grundgerät verbinden. Für jeden der beiden NF-Kanäle ist je ein Anzeigeverstärker vorhanden, der in der NF-Bandbreite umschaltbar ist. Aus den Versorgungsspannungen des Grundgerätes werden mit Hilfe von Regelstufen ± 15 V zur Speisung der Einschübe gewonnen. Die für die Klemmstufen und zur Arbeitspunktregelung der Logarithmierer erforderlichen Schaltspannungen werden mit Komparatoren und einer Logik aus dem Ablaufsägezahn und Taktsignalen der Hubablaufsteuerung erzeugt. Das NF-Motherboard trägt ferner den Hilfsoszillator für die Referenzregelschleife und die Komparatoren der automatischen Ablaufzeitsteuerung.

4.6.1. Anzeigeverstärker

Mit den Anzeigeverstärkern B501 und B506II werden die NF-Signale der beiden Kanäle den Komparatoreingängen angepaßt (Abschnitt 4.7.).

Jeder Anzeigeverstärker ist als aktives NF-Filter beschaltet. Ist T502 bzw. T508 gesperrt, wird die obere Grenzfrequenz mit R502-R503-R505-R506-C501-C503 bzw. R572-R573-R575-R576-C571-C573 auf ca. 7,5 kHz festgelegt. Ist T502 bzw. T508 leitend, wird C502 bzw. C572 hinzugeschaltet, wodurch sich die Grenzfrequenz auf rund 40 Hz erniedrigt. Die Umschaltung auf SCHMAL erfolgt mit dem Zugschalter S910 des Ablaufzeitpotentiometers R910 (38) und wird durch die Leuchtdiode GL910 signalisiert.

Die NF-Filter werden, sofern auf SCHMAL gestellt, im Rücklauf automatisch auf BREIT geschaltet, um störende Einschwingvorgänge, verursacht durch die HF-Austastung, auf dem Bildschirm unsichtbar zu machen. Dies erfolgt mit dem Strichmarkenaustastimpuls SMA, den die Steuerlogik der Hubablaufsteuerung erzeugt. T502 und T508 erhalten dieses Signal über B514II und GL556.

Jedem NF-Kanal ist ein Pegellinienkomparator (Abschnitt 4.8.) zugeordnet. Die Anpassung des jeweiligen Komparatoreinganges an den Pegellinienausgang eines Log.-Einschubes erfolgt mit B504 bzw. B505.

Sind keine Einschübe eingesetzt, stellt sich die Ausgangsspannung eines Anzeigeverstärkers auf einen Wert ein, der einer Linie oberhalb des oberen Bildrandes entspricht, da R501 bzw. R571 den Eingang auf ein entsprechendes Potential zieht. Das gleiche bewirkt R581 bzw. R591 am Eingang eines Pegellinienverstärkers; hier allerdings auch, wenn ein Lin.-Einschub eingesetzt wird.

4.6.2. Versorgungsspannungsregelung

Zur Speisung der Anzeigeverstärker-Einschübe werden Gleichspannungen von +15 V und -15 V benötigt. Sie werden aus +24 V und -20 V des Grundgerätes gewonnen. Da für die Einschübe sehr stabile Spannungen notwendig sind, werden als Spannungsregler Operationsverstärker mit nachgeschalteten Leistungstransistoren verwendet.

GL508 stabilisiert die von +24 V abgeleitete Referenzspannung. B503I regelt mit T503 die positive, B503II mit T504 die negative Versorgungsspannung. Beide Spannungen werden mit R526 abgeglichen (Abschnitt 5.).

4.6.3. Schaltspannungserzeugung

a) Impulserzeugung für die Log.-Einschübe

Die Steuerspannungen, die die FET- und Analogschalter des Log.-Einschubes zum Klemmen und zur Stabilisierung der Logarithmierer benötigen, werden vom Ablauf-Sägezahn (LOG.SZ) mit Hilfe des Lin.-Taktes (LINT.) und dem Strichmarken-Austastimpuls (SMA) abgeleitet. Die Impulse, die innerhalb der Rücklaufzeit liegen, werden mit drei Komparatoren und einer Logikschaltung gemäß Bild 4-5 erzeugt. Die zugehörigen Ausgangsspannungen zeigt Bild 4-6.

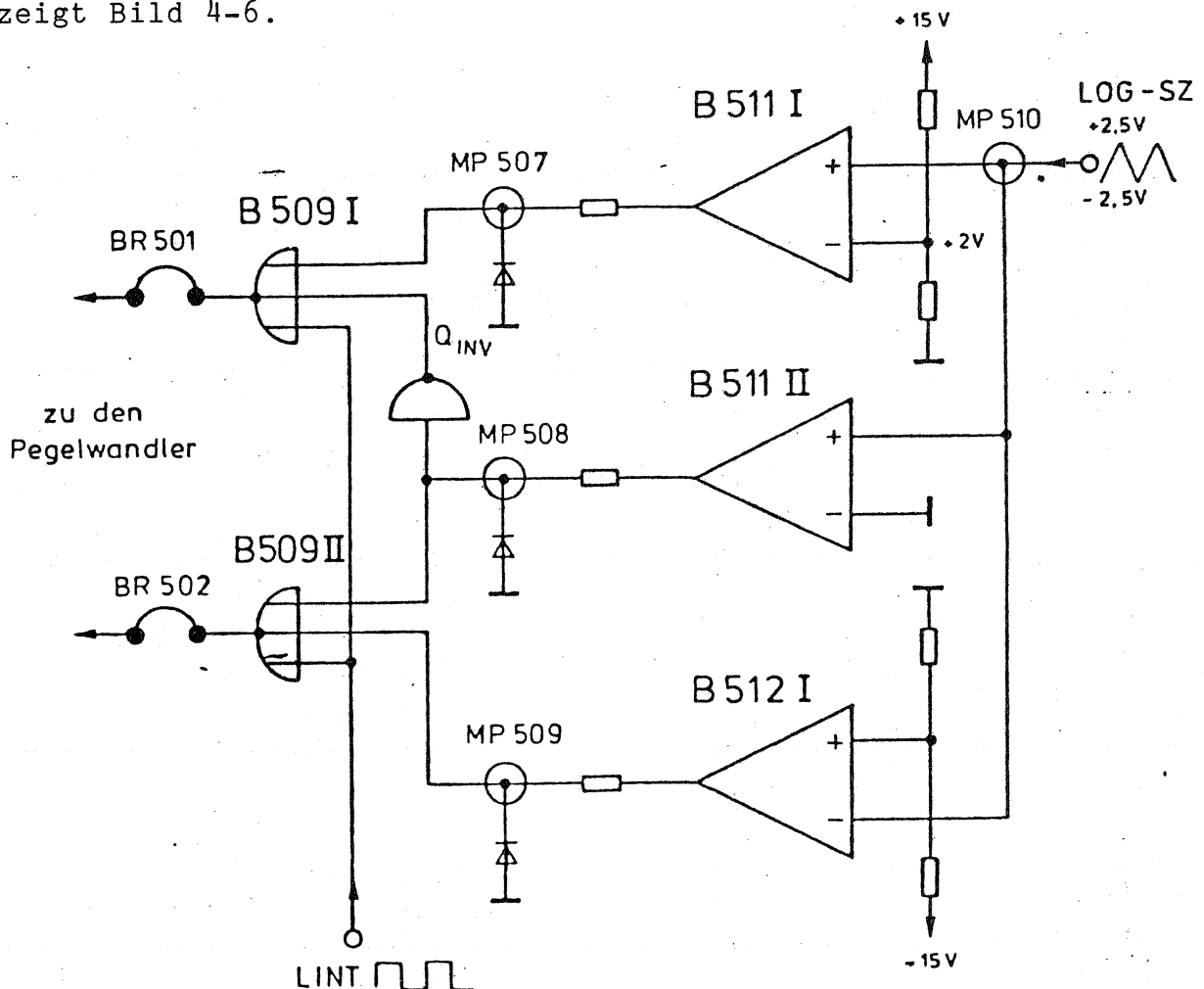


Bild 4-5 Erzeugung der Schaltimpulse im Rücklauf

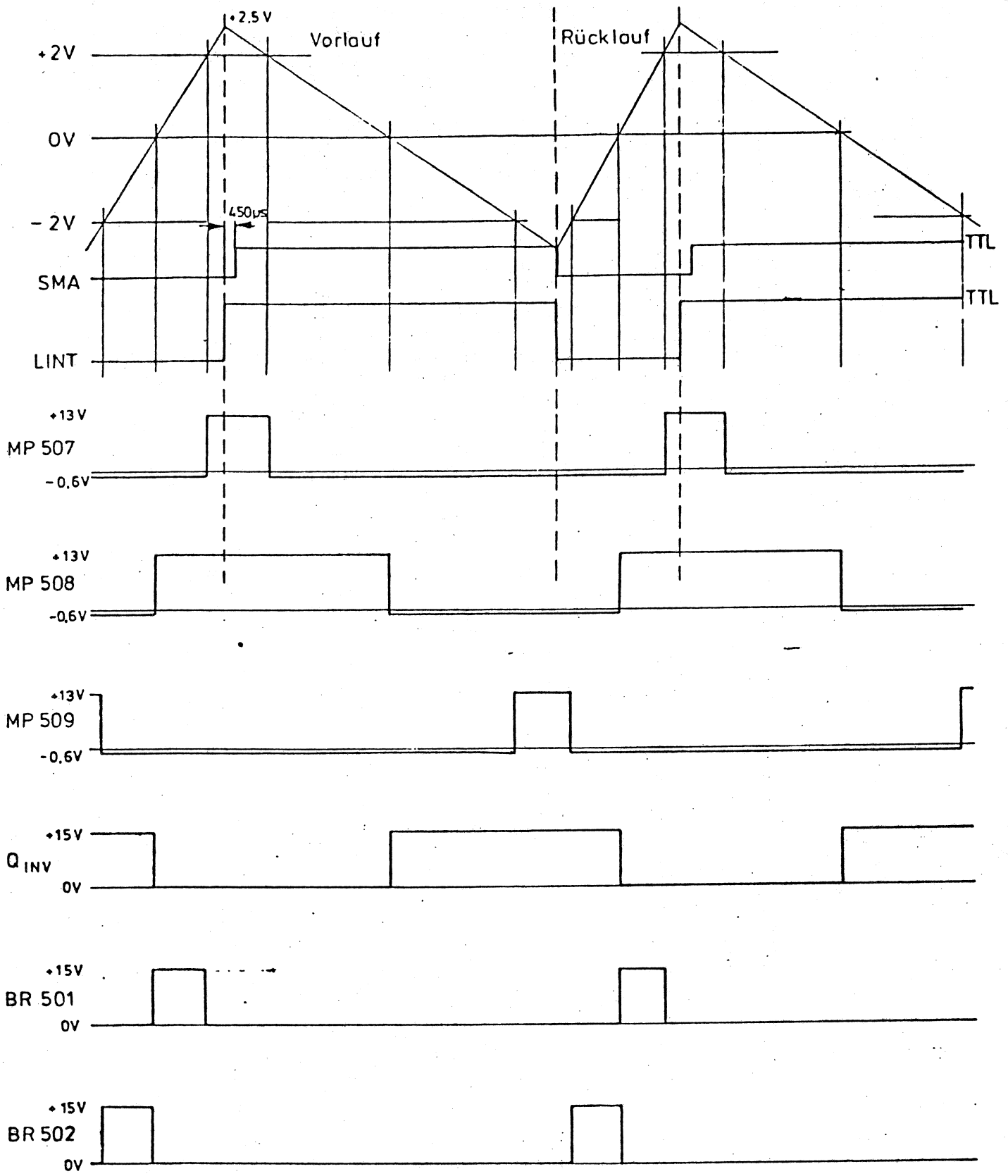


Bild 4-6 Impulsdiagramm zu Bild 4-5

B512II, B513I und B513II sind der Impulserzeugungslogik als Pegelwandler (von 0 V/15 V auf ± 13 V) nachgeschaltet. Sie speisen den Log.-Einschub über BU502 und BU503 (jeweils an a11, b10 und b11). Der SMA-Impuls wird in B514II im Pegel umgesetzt (von TTL nach ± 13 V) und BU502/a10 bzw. BU503/a10 geführt.

Das zugehörige Impulsdiagramm (mit Zeit- und Pegelangaben) ist im Stromlauf 333.5610 S des Log.-Einschubes dargestellt.

- b) Impulserzeugung für den Lin.-Einschub
 Der Lin.-Einschub benötigt lediglich den Lin.-Takt LINT. für die Klemmstufe der automatischen HF-Störsignalunterdrückung. Dieser wird mit B514I vom TTL-Niveau nach ± 13 V Logikpegel gewandelt und dem Lin.-Einschub über BU502/a4 bzw. BU503/a4 zugeführt.

4.6.4. Referenz-Oszillator

Im Referenz-Oszillator werden die gegenphasigen Rechtecksignale zur Ansteuerung der Zerhacker-FET's T722 und T723 der Referenz-Regelschleife gewonnen.

T506 erzeugt mit L501, sowie C542, und C543 eine Schwingung von ca. 3 MHz. T505 paßt den Pegel an den Eingang des CMOS-Frequenzteilers B507 an. Seine Ausgangssignale $Q_1 \dots Q_{11}$ (Stift 11...14) werden mit den Diodengattern GL512-GL513 und GL511-GL514, dem NOR-Gatter B509III, sowie den Invertern B508I...B508III derart verknüpft, daß an den Ausgängen der Inverter B508I und B508II je eine Rechteckspannung mit einer Pulsfrequenz von ca. 300 kHz und einem Tastverhältnis von 0,6 entsteht (Bild 4-7).

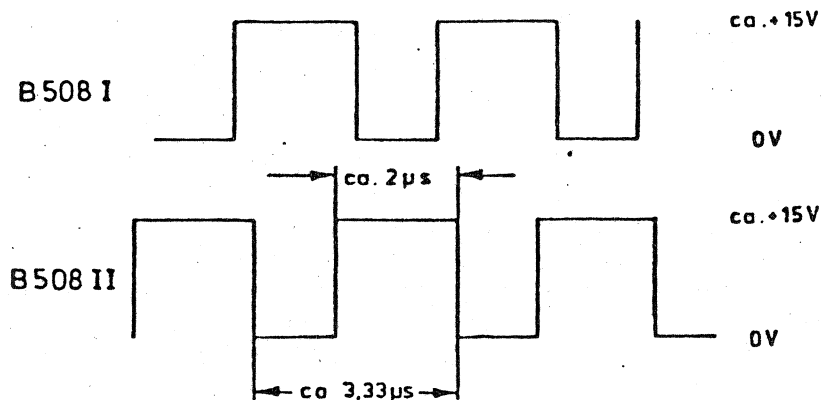


Bild 4-7 Ausgangsspannungen des Referenz-Oszillators

4.6.5. Automatische Ablaufzeit-Steuerung

Die automatische Ablaufzeit-Steuerung verzögert die Ablaufgeschwindigkeit um den Faktor 4, wenn über steile, abfallende Flanken des Meßobjektes gewobbelt wird. Sie ist nur in Verbindung mit dem Log.-Einschub wirksam.

Über GL730 (im Log.-Einschub) wird die logarithmierte NF-Spannung ausgekoppelt. GL730 ist mit R515 und R516 negativ vorgespannt, um das Grundrauschen abzuschneiden. C506 und R519 differenzieren das NF-Signal.

Bei einer steil abfallenden Flanke der Meßkurve, die einer positiven Steigung entspricht, weil das NF-Signal invertiert, gibt der Komparator B502I einen positiven Impuls ab. Aus Stabilitätsgründen besitzt dieser Komparator eine Hysterese. Sie wird von R519 und R520 bestimmt.

GL504 und GL505 begrenzen den Impuls, bevor dieser den zweiten Komparator B502II steuert. Dieser schaltet T2403 in der Hubablaufsteuerung (Abschnitt 4.1.) zur Erhöhung der Ablaufzeit. Über GL506 und R523 wird die Schaltschwelle durch das Ablaufzeitpotentiometer 38 (Bild 16) beeinflusst, so daß bei langen Ablaufzeiten kein Steuerimpuls von B502II abgegeben wird.

Während der Rücklaufzeit ist GL549 leitend, wodurch die automatische Ablaufzeitsteuerung außer Betrieb ist.

4.7. Option "Langsamer Schreiberablauf" (Hierzu Stromlauf 333.9616 S)

Die Option verlangsamt den Ablauf bei der Betriebsart SINGLE auf ca. 30 s. Da in dieser Zeit die Anzeigeverstärker merklich driften können, wird ein zusätzlicher Steuertakt eingeführt, der kurzzeitig die HF austastet und die Korrekturschaltungen der Anzeigeverstärker ansteuert. Der Steuertakt wird in B50 erzeugt (Ausgang Pin 9), der Steuerlogik der Hubablaufsteuerung zugeführt (Eingang B2433II, Pin 4) und dort weiterverarbeitet. Am Ausgang Pin 3 von B50 wird ein Sägezahn abgegriffen, mit B60 verstärkt, invertiert und in der Gleichspannungslage symmetrisch zum Nullpunkt verschoben. Dieser Sägezahn ersetzt den Sägezahn des langsamen Vorlaufs (Anschluß 4a), der auf dem NF-Motherboard für Steuerfunktionen benötigt wird (Anschluß 4b). Hierzu wird von der Hubablaufsteuerung über die Schaltverstärker T65, T66, T62 der Schalt-FET T75 gesperrt und T73 geöffnet. Das Schaltsignal wird weiterhin über den Anschluß 3 zur Helligkeitssteuerung geführt um dort die Bildhelligkeit während des langsamen Vorlaufs zu reduzieren. Die Y-Signale der beiden Anzeigeverstärker werden in B20 bzw. B35 im Amplitude bzw. Gleichspannungslage korrigiert. Die folgende Sample-and Hold-Schaltung mit T20-C20-B25 bzw. T35-C30-B40 dient zur Unterdrückung der Austastimpulse. Die FET'S T120 und T125 dienen als Umschalter und werden über B100 I...IV gesteuert. Es wird jeweils nur das Signal des momentan eingeschalteten Verstärkereinschubes an den PIN 2 der Schreiberbuchse 53 weitergegeben. Sind beide Einschübe in Betrieb, so werden beide FET'S gesperrt und kein Signal an diesen Schreiber Ausgang geschaltet. Die Steuersignale werden in den Verstärkereinschüben erzeugt (Verstärker aus: U=0V; Verstärker ein: U=-14...-8 V) und über Pin 8 bzw. 9 der FET-Steuerlogik mit B100 zugeführt. Der X-Kanal wird mit T10-C10-B10 gleichermaßen behandelt, wodurch sich einige Vorteile ergeben: Der Rücklauf wird ausgetastet; in der Betriebsart AUTO sind X- und Y-Ausgänge gesperrt; in der Betriebsart MAN. wird nach SINGLE gespeichert.

Drei Steuersignale der Hubablaufsteuerung werden dazu in B1 geeignet verschaltet und steuern über T5 und T6 die drei Schalt-FET's. Die RC-Glieder an den Gates der FET's dienen zur Einschaltverzögerung. Dadurch werden Einschwingvorgänge unterdrückt. Die Dioden überbrücken beim Ausschalten die Widerstände. Die Schreiberfeder wird gegenüber dem Beginn des Vorlaufes um 300 ms verzögert betätigt; das Monoflop B45 sorgt für die nötige Verzögerungszeit.

4.8. Komparator

(Hierzu Stromlauf 333.0019 S, Bl. 4)

Zur Darstellung der Meßkurven und -linien wird ein Rasterverfahren angewendet. Hierbei erfolgt die Y-Ablenkung nicht entsprechend der darzustellenden Kurve, sondern mit einem konstanten sinusförmigen Signal, dessen Amplitude den gesamten Bildschirm überschreibt. Die Rasterfrequenz beträgt 50 kHz. Die Hellsteuerung der Bildröhre erfolgt nun an den Punkten, an denen der Rastersinus der Y-Ablenkung spannungsmäßig mit dem darzustellenden Kurvenpunkt übereinstimmt. Die Komparatorplatine enthält sieben einzelne Komparatorbausteine. Allen Bausteinen gemeinsam wird über Siebglieder ($100 \Omega - 2 \times 330 \text{ pf}$) die Rasterfrequenz zugeführt. Der andere Komparatoreingang ist an das darzustellende Signal angeschlossen. Die dazwischengeschalteten Transistoren B1309I...B1309VII dienen als Impedanzwandler. Um Temperatureinflüsse zu kompensieren, befinden sich alle Transistoren in einem Array. Das Rastersignal, das aus einer Sekundärwicklung im Y-Generator erdfrei gewonnen wird, wird über den Transistor (T1300) den Komparatoren zugeführt. Die Amplitude dieses Signals wird mit R1301 und die Gleichspannungslage mit R1302 eingestellt.

Der Komparatorbaustein besteht aus dem eigentlichen Komparator und einem nachgeschalteten Monoflop. Durch externe Beschaltung kann gewählt werden, ob das Monoflop bei jeder Spannungsgleichheit am Komparatoreingang getriggert werden soll oder nur bei Spannungsgleichheit und bestimmten Vorzeichenwechseln. Außerdem läßt sich die Pulslänge durch ein externes RC-Glied variieren. Das Monoflop kann mit dem Eingang Anschluß 3 gesperrt werden. Dieser Eingang wird (Ausnahme B1303) ausgenutzt, um das Bild im Rücklauf, am Bildrand und nach einem einzelnen Ablauf durch ein geeignetes Signal von der Hubablaufsteuerung dunkelzusteuern.

B1301 und B1302 dienen zur Darstellung der Meßkurve von den beiden Anzeigeverstärkern. Um die Auflösung zu erhöhen, wird das Monoflop bei jeder Spannungsgleichheit von Rastersignal und Meßsignal getriggert, die Pulsdauer beträgt 30 ns.

Zur Korrektur der Phase zwischen Y-Ablenkung und Rastersignal dienen C1302 und R1303. Phasenfehler bewirken eine "Paarigkeit" der Meßkurve. Zum Abgleich werden die Bildpunkte, die bei steigender Flanke des Rastersinus von der Meßkurve erzeugt werden, mit den Bildpunkten zur Deckung gebracht die aus dem Vergleich der Meßkurve mit der fallenden Flanke des Rastersignals entstehen.

B1304 und B1305 erzeugen zwei Horizontallinien, die sich durch die Einsteller 14 und 15 (Bild 2-16) an der Frontplatte des Grundgerätes über den Bildschirm verschieben lassen; B1306 und B1310 sind den geeichten Pegellinien zugeordnet, die durch das Potentiometer

17 bzw. den logarithmischen Anzeigeverstärkern eingestellt werden. Diese vier Komparatorbausteine sind so beschaltet, daß sie nur bei steigender Flanke des Rastersinus ein Signal abgeben können. Das verringerte Auflösungsvermögen reicht zur Darstellung horizontaler Linien vollständig aus, die Helligkeit der Linien wird reduziert und an die praktischen Gegebenheiten angepaßt. Die Pulsdauer beträgt 30 ns, die Ausgänge der vier Bausteine werden über ein Gatter zusammengefaßt und an den Hellsteuerverstärker weitergeleitet.

Das Skalenband am unteren Rand der Bildröhre wird mit B1303 erzeugt. Die Pulsdauer des Monoflops beträgt 0,5 us; dadurch wird die Bildröhre nicht nur für einen Bildpunkt sondern für einen ca. 1 cm langen Strich in Y-Richtung hellgesteuert. Aneinandergereiht ergeben diese Striche ein Leuchtband.

Da die Lage des Bandes in Y-Richtung nicht verändert wird, ist die Ansteuerung durch die Gleichspannung von 0 V ersetzt. Die Ausgänge von B1301, B1302 und B1303 werden durch ein Gatter zusammengefaßt und steuern den zweiten Eingang des Hellsteuerverstärkers.

4.9. Hellsteuerverstärker (Hierzu Stromlauf 333.0019 S, Bl. 5)

Der Hellsteuerverstärker verarbeitet in zwei parallelen Zweigen die vom Komparator gelieferten Impulse und steuert die Bildröhre über das Steuergitter bzw. die Kathode hell. Einer der beiden Zweige übernimmt die Steuerung für die Meßkurven und das Frequenzband, der andere die für die Horizontal- und Pegellinien. Dadurch ist es möglich, die Helligkeit der Meßkurven getrennt von der der Pegellinien einzustellen.

Am Verstärkereingang werden mit B1201 und B1202 die Flanken der Schaltimpulse versteilert. T1211-T1212, T1215-T1216, T1220-T1221 arbeiten als Gegentaktschaltverstärker, die Ausgänge sind über GL1251 und GL1252 zusammengeschaltet und tasten die Bildröhre über das Steuergitter hell. Die Helligkeit läßt sich mit der Impulshöhe variieren; dazu wird einfach die Betriebsspannung der Schalttransistoren durch T1222-T1224 für die Meßkurven, durch T1242-T1244 für die Pegellinien verändert.

Die Strichmarken werden durch Helltasten der Kathode über T1201 erzeugt. Gleichzeitig wird mit T1223 bzw. T1243 die Betriebsspannung für die Schalttransistoren und damit die Helligkeit im Überkreuzungspunkt von Meßkurven bzw. Pegellinien und den Strichmarken verringert.

GL1253 dient zum Abschneiden von Impulsspitzen, GL1201 und C1201 zur Leuchtfleckunterdrückung beim Ausschaltvorgang.

4.10. Helligkeitsplatte und Pegellinienplatte (Hierzu Stromlauf 333.0019 S, Bl. 5)

Die Helligkeitsplatte trägt die Bedienelemente für die Bildhelligkeit, Rasterbeleuchtung, Helligkeit der Strichmarken, Amplitude der Impulsmarken; die Pegellinienplatte die für Ablaufzeit, Horizontallinien und Helligkeit der Horizontal- und Pegellinien.

Die gesamte Bildhelligkeit wird mit R810 eingestellt. Mit der an R810 abgegriffenen Spannung wird einerseits direkt auf dem Helligkeitsverstärker die Helligkeit der Meßkurven und des Skalenbandes eingestellt, andererseits über R915 die Helligkeit der Horizontallinien. Mit R915 kann die Helligkeit der Pegellinien gegenüber den Meßlinien reduziert werden. Bei steilabfallenden Filterflanken wird die Ablaufzeit verringert, entsprechend muß auch die Bildhelligkeit angepaßt und mit T805 und T810 verringert werden. R801 und C801 verzögern das Schaltsignal geeignet, GL801 unterdrückt den negativen Teil des Signals. Mit R805 wird die Steuerwirkung an die Kennlinie der Bildröhre angepaßt.

Die Helligkeit der Strichmarken wird ebenfalls über R810 und T815 eingestellt und läßt sich mit R813 gegenüber der Bildhelligkeit reduzieren. Die Helligkeitssteuerung wird hier jedoch nicht über T815 vorgenommen (R817-C817-R818 sieben das Schaltsignal ab), sondern mit B825 und T825. Öffnet T825, so wird das Impulsmarkensignal von B825 invertiert und über R830 dem Einsteller R831 zugeführt. Dadurch wird die Signalamplitude geeignet verkleinert und die Helligkeit der Strichmarken entsprechend angepaßt.

Die Helligkeitssteuerung wird außerdem verwendet, um in der Betriebsart MAN. sowie SINGLE, wenn der Ablauf bei Schreiberbetrieb 30 s beträgt, die Helligkeit zu verringern. Dazu werden auf der Verteilerplatte durch die drei Dioden GL155-GL156-GL157 die Schaltsignale zusammengefaßt.

Die Impulsmarken werden durch Aufaddieren der Impulse auf die Meßkurven erzeugt. Die Impulshöhe wird durch R840 eingestellt; B840 dient als Impedanzwandler. Die Addition der Signale erfolgt auf der Verteilerplatte über die Widerstände R151-R152 (333.0019 S, Bl. 4). Die Helligkeit der Rasterbeleuchtung wird mit R851 und T850 eingestellt.

Für die Lageverschiebung der Horizontallinien wird eine Gleichspannung von ca. -1 V...+3,5 V an den Potentiometern R901 bzw. R905 der Pegellinienplatte abgegriffen. Für die Steuerung der Ablaufzeit wird durch R910 eine Spannung von 0...-5 V erzeugt. Durch einen Hubschalter, der mit R910 kombiniert ist, kann ein Tiefpaß auf dem NF-Motherboard eingeschaltet werden, um das Rauschen der Anzeigeverstärker zu verringern. Zur Anzeige des Schaltzustandes dient ein LED. Das Filter wird beim Umschalten der Steuerleitung von Leerlauf nach -20 V über R920 ausgeschaltet.

4.11. Y-Generator 50 kHz und Hochspannung 40 kHz (Hierzu Stromlauf 333.0019 S, Bl. 2)

Der Y-Generator erzeugt die 50-kHz-Rasterfrequenz, die für die Y-Ablenkung der Bildröhre benötigt wird.

T2001 arbeitet als freischwingender Oszillator, der Schwingkreis besteht aus C2103-C2104-C2105 und der Induktivität der Ablenkspule, die Rückkopplung erfolgt über R2104.

Der Spulenstrom fließt über R2105. Über T2101 wird dem Komparator die dem Ablenkstrom proportionale Spannung (Rasterfrequenz) zugeführt. Mit L2101-C2102 wird die Betriebsspannung abgeblockt und mit R2102 die Amplitude eingestellt.

Die 13-KV-Anodenspannung für die Bildröhre wird in einen separaten Generator mit Transformator und anschließender Vervielfacherkaskade erzeugt.

T2002 arbeitet als freischwingender Oszillator auf ca. 40 kHz. Der Schwingkreis wird aus der Induktivität der Sekundärentwicklung (Hochspannung) von TR2201 und den Kapazitäten C2211 und C2212 gebildet; die Rückkopplung erfolgt durch eine Sekundärentwicklung des Übertragers.

Um bei unterschiedlichen Strahlströmen der Bildröhre eine konstante Hochspannung zu erhalten, wird der Arbeitspunkt des Oszillators über B2201 und T2202 geregelt. Dazu wird von der Sekundärentwicklung für die Hochspannung eine Teilspannung abgegriffen, gleichgerichtet, heruntergeteilt und B2201 zugeführt. Als Referenz für den invertierenden Eingang dient eine Gleichspannung, mit der über R2210 die Hochspannung eingestellt wird.

An R2205 wird die zur Fokussierung benötigte Spannung (ca. 300 V) abgegriffen und eingestellt.

L2201, C2201 und C2202 dienen zur Siebung.

4.12. X-Verstärker (Hierzu Stromlauf 333.0019 S, Bl. 3)

Über den Stecker ST1101 Kontakt 8 wird dem X-Verstärker das Ablenkensignal zugeführt. Mit R1101 wird die Amplitude justiert. Der Tangensfehler der Ablenkung wird durch s-förmiges Verzerren des Sägezahns mit dem Netzwerk R1106...R1116-GL1101...GL1104 angenähert korrigiert; zur Symmetrieeinstellung dient R1112. B1101 ergibt zusammen mit den Transistoren T1101...T1104 einen Verstärker mit Gegentaktendstufe. Als Gegenkopplung über den gesamten Verstärker dient R1133, der Ausgangsstrom ist somit der Eingangsspannung proportional.

4.13. Netzplatte

(Hierzu Stromlauf 333.0019 S, Bl. 1)

Die Netzplatte enthält die Gleichrichter und Regelteile für die Betriebsspannungen +60 V, +24 V, -20 V, -5 V und +5 V. Der Netztransformator ist an der Geräterückseite angebracht und nach Abnehmen einer Abdeckung zugänglich. Weiter ist von der Rückseite her die Netzsicherung auswechselbar.

4.13.1. Regelteil +57,5 V

Dieses Regelteil liefert 34 mA bei einer Spannung von 57,5 V \pm 2 V. Schwankungen der Netzspannung und des Laststromes werden ausgeglichen. Eine Foldback-Anordnung verhindert Überlastungen der Bauelemente bei Kurzschluß.

Der Brückengleichrichter GL281 ist mit dem Ladekondensator C281 beschaltet. T282-R282-GL282-GL283 bilden eine Konstantstromquelle zur Kollektorstromversorgung des Regelverstärkers T283, dessen Referenzspannung am Emitter mit der Z-Diode GL285 auf +5,6 V stabilisiert ist.

Bei einem geringfügigen Absinken der Ausgangsspannung unter 57,5 V verringert sich der Strom durch T283 und das Basispotential des Längstransistors wird angehoben, wodurch sich der Spannungsabfall zwischen dessen Kollektor und seinem Emitter verringert.

Solange der durch R285 fließende Laststrom kleiner als ca. 34 mA ist, bleibt der T284 gesperrt. Bei größeren Lastströmen wird T284 leitend und schaltet damit die Basis des Längstransistors T281 auf das Potential am Stecker ST111.20 (Ausgangsspannung) durch und der Strom durch T281 wird verringert. R285 ist so gewählt, daß bei Verringerung des Lastwiderstandes bis zum Kurzschluß der Spannungsabfall über R285 stetig so ansteigt, daß der Strom durch T281 auf einen Grenzwert verringert wird, der weit unter dem Ansprechwert (34 mA) der Foldback-Schaltung liegt.

Eine Überlastung des T281 wird so für alle Werte des Lastwiderstandes zwischen Leerlauf und Kurzschluß vermieden. GL286 verhindert, daß gegenüber ST111 (9, 10, 11) negative Spannungen am ST111.20 auftreten können, die bei Defekten (oder Reparaturarbeiten) von außen fehlerhaft zugeführt werden könnten.

4.13.2. Regelteil +5 V

Dieses geregelte Netzteil ist für einen Nennstrom von 2,4 A ausgelegt. Die Ausgangsspannung +5,1 V \pm 0,05 V ist weitgehend unabhängig von Schwankungen der Netzspannung und des Laststromes. Durch Anwendung einer Foldback-Schaltung ist das Regelteil kurzschlußsicher.

B251 ist ein Spannungsregler mit integriertem Foldback-Transistor, der speziell für das Regeln negativer Spannungen konzipiert wurde. Diese Reglertype wird hier verwendet, damit es möglich wird, den T251 (dessen Kollektor galvanisch mit dem Gehäuse verbunden ist) galvanisch leitend auf das Kühlblech aufschrauben zu können und so

ideale Wärmeableitung zu erreichen. Der T251 (als "Booster") ist erforderlich, weil der B251 zur Erzeugung des Nennstromes von etwa 2,4 A allein nicht ausreicht.

Die Basis des T251 wird vom Kollektor des T252 angesteuert. T252 wirkt als Umkehrstufe und Verstärker. GL255 verhindert das Auftreten zu großer Sperrspannungen an der Basis-Emitterstrecke des T251.

Die unregelmäßige Spannung für die Schaltung wird mit GL251 gleichgerichtet. C251 wirkt als Ladekondensator. Mit R252 und der Z-Diode GL252 wird die Referenzspannung an B251 (2) gebildet. C253 verhindert ein Selbsterregen der Schaltung. Vom Punkt S111.14 wird die geregelte Spannung über R255-R254 dem Regelführereingang (1) des B251 zugeführt. Die Größe der geregelten Spannung ist mit R255 einstellbar. C252 dient der zusätzlichen Glättung der geregelten Spannung.

Da der Kollektor des "Boosters" aus oben erwähnten Gründen auf Masse liegt, ist B251 (8) über ST111.12 ebenfalls an Masse zu führen und zwar an der Stelle, an der die größte Genauigkeit der Betriebsspannung erreicht werden soll.

Durch R260 fließt der Betriebsstrom aus dem Lastwiderstand über T251 zum Gleichrichter GL251 zurück. Wenn der Strom durch R260 den Grenzwert (etwa 3,5 A) überschreitet, dann öffnet der in B251 enthaltene Foldback-Transistor und der Betriebsstrom wird mit kleiner werdendem R_{LAST} kleiner, um bei $R_{LAST} = 0 \Omega$ den Wert $J_K \approx 0,6$ A zu erreichen. T253 hat die Funktion der Konstantstromquelle für die Foldback-Schaltung.

4.13.3. Regelteil +24 V

Mit dem Gleichrichter GL201 und dem Ladekondensator C201, sowie der integrierten Reglerschaltung B201, ist das Regelteil +24 V ($\pm 0,1$ V) analog zum Regelteil +5 V aufgebaut. Es wird deshalb auf Abschnitt 4.13.2. mit folgenden Zusätzen verwiesen: "Booster" ist T201, Umkehrstufe T202. Die Referenzspannung wird mit GL203 und R202 gebildet. T203 ist die Konstantstromquelle für die Foldback-Schaltung und R210 ist der Laststrom durchflossene Widerstand zum Öffnen der Foldback-Diode, das etwa bei 3,5 A stattfindet. Für $R_{LAST} = 0$ ergibt sich $J_K \approx 0,9$ A.

Zum Schutze des YIG-Oszillators ist im 24-V-Teil der Unijunktions-Transistor T204 angeordnet. Auch bei sehr kurzen Spannungsschüben, die vom Regler nicht voll ausgeglichen werden, die aber den YIG-Oszillator zerstören könnten, schaltet der T204 durch und zündet den Thyristor GL209, so daß Si201 durchbrennt. Es wird dann über R201-GL202 zum Leuchten gebracht, damit bei geöffnetem Gerät der Ausfall der Sicherung leicht erkennbar ist.

4.13.4. Regelteil -5 V

Mit dem Gleichrichter GL241 und dem Ladekondensator C241 wird die unregelmäßige Spannung für das Regelteil -5 V \pm (+0,5 V) erzeugt.

T242 wirkt als Verstärker am "Booster Ausgang" (2) des B241 und steuert den als "Booster" wirkenden T241 an.

Über R250 fällt eine Spannung ab, die um so größer wird, je kleiner der Lastwiderstand wird. Der Nennbetriebsstrom beträgt 2,4 A. Wenn R_{LAST} so klein wird, daß ein Strom von etwa 3,5 A fließt, dann ist der Spannungsabfall über R250 so groß, daß der Foldback-Transistor T243 öffnet. Bei $R_{LAST} = 0$ fließt dann nur noch ein Strom von etwa 0,7 A. C242 verhindert Selbsterregung der Schaltung. Die Spannung -5 V wird R245 justiert. GL246 verhindert negativ gepolte Rückeinspeisung und C246 wirkt als Glättungskondensator.

4.13.5. Regelteil -20 V

Dieses Regelteil ist analog zum Regelteil -5 V aufgebaut. Der Gleichrichter hat die Bezeichnung GL221 und als Ladekondensator wirkt C221. Die Regelung erfolgt mit B221. T222 als Verstärker steuert den "Booster" T221. C222 ist Schwingschutz. T223 begrenzt den Ausgangsstrom bei etwa 0,3 A. Mit R225 wird die Nennspannung -20 V \pm 0,1 V justiert. C223 ist Schwingschutz und C224 sowie C226 wirken als Glättungskondensatoren.

4.14. Verteilerplatte

(Hierzu Stromlauf 333.0019 S, Bl. 1-9)

Die Verteilerplatte ist senkrecht auf die Netzplatte gesteckt. Sie trägt die Verbindungsleitungen (mit Ausnahme der HF-Leitungen) zwischen den einzelnen Baugruppen, deren Anschluß mit unverwechselbaren Flachbandkabeln und Steckverbindungen erfolgt.

Auf der Verteilerplatte befindet sich der FET-Schalter T151, der bei eingeschalteter Option "Externe Regelung" den Regelverstärker B1751 außer Betrieb setzt (Abschnitt 4.3.).

4.15. Option "Bildspeicher Interface"

Die Option dient dem Anschluß des Digitalen Bildspeichers BDS an das Polyskop SWOB5. Der Einbau ist in Geräte ab Seriennummer 871551 möglich (auch nachträglich). Das Interface erfüllt folgende Funktionen:

a) Das Umschalten der NF- und Pegelliniensignale (NF, PL) sowie des Sägezahnsignals (SZ)

Durch die FET-Schalter T2...T6 und T12...T13 werden die NF- und Pegelliniensignale umgeschaltet. Beim Bildspeicherbetrieb werden diese Signale dem BDS zugeleitet und entsprechende Signale, die aus dem Bildspeicher stammen, wieder in das Polyskop geliefert. Im Bypass-Betrieb des BDS, oder beim Betrieb ohne Bildspeicher, werden diese Signale über die FET-Schalter direkt in den SWOB5

zurückgeführt. Die Schaltersteuerung erfolgt über die Pegelwandler B1II, B1III, B2I...B2IV. Die Pegellinien werden unter bestimmten Bedingungen nicht im Bildspeicher abgespeichert, sondern direkt dargestellt. Diese Steuerung erfolgt über die Steuerleitungen PSI und PSII (BU13.29 und BU13.30).

b) Umschalten der TTL-Signale

Das Umschalten der TTL-Signale für die Bildaustastung (BA) (Vor-Rücklauf-Signal) und den Skalenimpuls (SKI) wird durch die TTL-Bausteine B3 und B4 erfüllt. Auch hier werden die Signale direkt in das Polyskop geschleift, wenn kein Bildspeicherbetrieb existiert (Kennung BDS).

c) Umschaltung der Markensignale (SM).

Als Schalter arbeitet dazu T17. Die Komparatoren B5I und B5II dienen als Pegelwandler beim Bildspeicherbetrieb, da aus den BDS TTL-Signale geliefert werden. Am Ausgang dieser Komparatoren befinden sich Anpaßschaltungen (R31-R32-GL31 und R34-R35-GL34) für das SWOB5-Markenteil. T18 verhindert durch eine entsprechende Basisbeschaltung beim Abschalten des SWOB5 ein Einbrennen des Bildschirms. Das Strickmarkensignal (SM) wird nach dem Netzabschalten durch T18 kurzgeschlossen.

d) Umschaltung des Dunkelsteuersignales

Bei steil abfallenden Filterflanke wird beim Betrieb der Log.-Verstärkers SWOB51 bzw. -E3 der Wobbelablauf verlangsamt. Um die dabei auftretende Strahlhelligkeitssteigerung aufzuheben, wird während dieser Zeit ein entsprechendes Signal in den Hellsteuerverstärker gegeben. Beim Bildspeicherbetrieb darf jedoch keine Helligkeitsveränderung durchgeführt werden, da hierbei am Bildschirm mit konstanter Geschwindigkeit geschrieben wird. Das Steuersignal (STB) wird hierfür mit T1 gesperrt. Ohne BDS wird es über T1 und B1I in das Polyskop zurückgeführt. Außerdem wird beim Schreiberbetrieb mit dem Bildspeicher ein Dunkelsteuersignal (DSI) auf B1I gegeben, so daß eine zu große Helligkeit am Bildschirm während des langsamen Ablaufs vermieden wird.

5. Instandsetzung

Mit dem im Folgenden angegebenen Prüf- und Trimmplan ist ein vollständiger Neuabgleich des Gerätes möglich. Die dazu nötigen Meßgeräte sind unter 3.1. aufgeführt. Die hinter den angesprochenen Bedienelementen angegebenen Zahlen beziehen sich auf die Bilder 2-16 und 2-17.

Bei Abgleicharbeiten, die nach einer Reparatur ausgeführt werden müssen, ist darauf zu achten, daß der Abgleich eines ganzen Abschnittes durchgeführt oder zu mindest überprüft werden muß, auch wenn der Abschnitt unterteilt ist und die Reparatur nur einen Teilabschnitt betrifft. Wird am Ende eines Abschnittes weiter verwiesen, so ist dieser Abschnitt ebenfalls zu bearbeiten.

Vorsicht Hochspannung!

Die Nachbeschleunigungsspannung der Bildröhre beträgt 13 kV. Auch bei ausgeschaltetem Gerät kann die Bildröhre noch Restladung besitzen und der Anodenanschluß unter Spannung stehen.

Für sämtliche Abgleicharbeiten muß das Gerät 15 min eingelaufen sein.

Hinweise: a) Durch technische Veränderungen oder Verbesserungen kann sich der Abgleich oder die Abgleichreihenfolge ändern. Deshalb bei Reparaturen und Instandsetzungsarbeiten auf den Gerätetyp und die Fertigungsnummer achten und die zugehörige Beschreibung verwenden.

b) Die angegebenen Abgleichtoleranzen sind absolute Grenzwerte. Sie dürfen keinesfalls überschritten oder durch Toleranzen der verwendeten Meßgeräte vergrößert werden.

5.1. Netzteil

nen die Versorgungsspannungen nachgemessen werden können.

In der nachfolgenden Tabelle sind angegeben:

- Spannung mit dazugehörigen Toleranzen,
- Laststrom I_L ,
- Kurzschlußstrom I_K ,
- Abgleichtrimmer.

Der Laststrom hängt von dem jeweiligen Betriebszustand des Gerätes ab, angegeben ist der Maximalwert, der nicht überschritten wird.

Die Netzspannung darf eine Toleranz von $\pm 10 \%$ aufweisen.

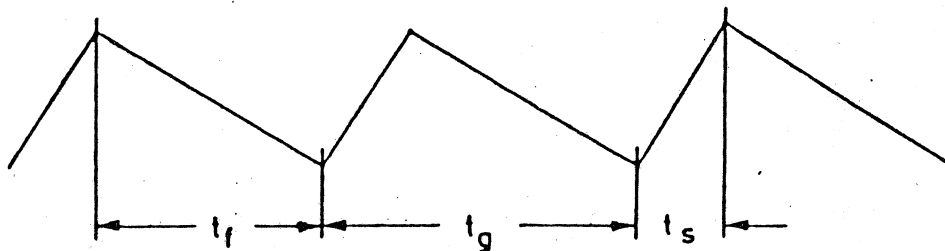
U	I	I	Abgleich
$57,5 \pm 2 \text{ V}$	34 mA	10 mA	kein Abgleich
$24 \pm 0,1 \text{ V}$	2,4 A	0,9 A	R205
$5,1 \pm 0,05 \text{ V}$	2,4 A	0,6 A	R255
$-5 \pm 0,05 \text{ V}$	2 A	0,7 A	R245
$-20 \pm 0,1 \text{ V}$	0,88 A	0,3 A	R225

5.2. Hochspannung

Die Hochspannung wird durch R2210 (Hochspannungsplatine) auf $13 \text{ kV} \pm 0,1 \text{ kV}$ eingestellt. Zur Messung Anodenclip von der Bildröhre abziehen und direkt am Anschluß messen. R2205 in Mittelstellung (siehe auch Abschnitt 5.19.).

5.3. Hubablaufsteuerung

- a) mit R2564 am MP2408 abgleichen $15 \text{ V} \pm 0,05 \text{ V}$
 Kontrolle: MP2409 $-15 \text{ V} \pm 0,15 \text{ V}$
 MP2410 $+20 \text{ V} \pm 0,2 \text{ V}$
- b) Brücken BR2401, BR2402, BR2403 entfernen
 Brücke BR2404 umstecken auf AB
 Brücke BR2405 ersetzen durch $1,8 \text{ k}\Omega$ -Widerstand über AC
 Oszillograf an MP2401
 Mit R2447 Amplitude und R2451 Gleichspannungslage des Sägezahns abgleichen auf $\pm 2,5 \text{ V}_s \pm 50 \text{ mV}_s$
- c) $1,8\text{-k}\Omega$ -Widerstand entfernen
 Brücke BR2405 über AB einsetzen
 Ablaufzeit (38) auf Rechtsanschlag
 Oszillograf an MP2401



Mit R2424 fallende Flanke t_f auf $17 \pm 0,2 \text{ ms}$ einstellen
 Steigende Flanke t_s messen; falls $t_s < 11 \text{ ms}$, dann mit R2424
 steigende Flanke t_s auf $11 \pm 0,2 \text{ ms}$ einstellen.
 Gesamtzeit t_g messen; falls $t_g > 32 \text{ ms}$, dann mit R2424
 Gesamtzeit auf $31,5 \pm 0,5 \text{ ms}$ einstellen.

Anmerkung: Abgleich c) in der genannten Reihenfolge vornehmen, nicht wiederholen. Abgleich bei Raumtemperatur vornehmen. Das Gerät muß mindestens 15 Minuten eingelaufen sein.

Brücken BR2401, BR2402, BR2403 einsetzen, Brücke BR2404 auf BC (siehe auch Abschnitt 5.10.).

5.4. HF-Teil

Ablaufart (13) in Stellung AUTO

Wobbelbereich (40) in Stellung 0 MHz

Frequenzmittenlage (41) in Mittelstellung

Nur bei Neuabgleich 5.10 (YIG-Oszillator): R2509 auf Rechtsanschlag

a) 2-GHz-Erzeugung

BU2406 (K15) abschrauben

100-MHz-Oszillator durch Abgleich der Spule L1801 zum Schwingen bringen. Der Meßpunkt am Eingang von B1801 dient zum Anschluß eines Oszilloskopfen.

Einen Analysator an den Stecker ST2406 anschließen (Anschluß zum Mischer).

Abgleich mit R1820, R1825, C1850, C1851 und C1852 auf maximale Amplitude bei 2,0 GHz; das Signal darf dabei nicht mit Nebenwellen beaufschlagt oder verrauscht sein. Der Pegel soll $-25 \text{ dBm} +2 -0,5 \text{ dB}$ betragen. Gegebenenfalls mit R1820 (Pegeleinstellung) und R1825 (Vorstrom für die Step-Recovery-Diode) korrigieren.

Die Verbindung zum Analysator von ST2406 wieder abschrauben.

b) YIG-Oszillator

Nur bei Neuabgleich: R2509 (Hubablaufsteuerung) an den rechten Anschlag, R2513 (Hubablaufsteuerung) in Mittelstellung.

R2509 (Hubablaufsteuerung) an den rechten Anschlag,

Zur Kontrolle des YIG-Oszillators wird an Buchse BU2406 ein Analysator angeschlossen. Mit Frequenzmittenlage (41) wird der YIG-Oszillator auf $2,1 \text{ GHz} \pm 30 \text{ MHz}$ eingestellt (Anzeige am Analysator). Pegel an BU2406 $\geq 10 \text{ dBm}$.

c) Regelverstärker

Das Kabel K15 wird mit BU2406 wieder an ST2002 angeschlossen.

HF-Ausgangsteiler (44, 43) auf 0 dB schalten.

HF-Millivoltmeter an den HF-Ausgang anschließen.

Schalter (54) in Stellung 0,5 V (bzw. 0,35 V bei 75Ω).

Mit R1755 den HF-Pegel auf 0,5 V bzw. $0,35 \text{ V} \pm 1 \%$ abgleichen.

Schalter (54) in Stellung 1 V (bzw. 0,7 V bei 75Ω).

Mit R1760 HF-Pegel auf 1 V bzw. $0,7 \text{ V} \pm 1 \%$ abgleichen.

Schalter (54) auf 0,5 V bzw. 0,35 V umschalten.

- d) Breitbandverstärker
Der Abgleich des Breitbandverstärkers erfolgt mit einem Analy-
sator auf maximalen Oberwellenabstand durch die Potentiometer
R1905, R1915 und R1925. Im Frequenzbereich 0,1...1 MHz muß der
Oberwellenabstand dabei ≥ 30 dB und im Bereich 1...1000 MHz
 ≥ 36 dB sein.

Abschließend Punkt c) kontrollieren.

- e) HF-Kontroll-Ausgang (55)
Den HF-Kontroll-Ausgang mit einem HF-Millivoltmeter überprüfen
Ausgangsspannung: $50 \text{ mV}_{\text{eff}} \pm 10 \text{ mV}$

5.5. Markenteil

Hinweis: Bei Abgleicharbeiten muß das Markenteil mit dem bild-
röhrenseitigen Deckel verschlossen sein.

- a) Quarzoszillator
Frequenzmarken (7) in Stellung 100.
Oszillograf oder HF-Millivoltmeter an MP15.
Quarzoszillator mit L1501 auf maximale Amplitude abgleichen.

Meßbedingungen für Kontroll-Oszillogramme sind im Stromlauf
333.0019 S, Bl. 7.1 enthalten (Anhang).
- b) Sichtkontrolle am Bildschirm
Schalter (54) in Stellung 0,5 V bzw. 0,35 V (bei 75 Ω).
Geeignete Bild- (9) und Markenhelligkeit (6) einstellen.
Frequenzmarkenart (7) in Stellung Strichmarken.
Wobbelbereich (40), Wobbelhub (39) und Frequenzmarken mit 7
(100, 100 10, 10 1) so einstellen, daß 50...60 Strichmarken
auf dem Bildschirm sichtbar werden (bei 100-MHz-Marken sind
nur 10 Marken möglich). Mit Frequenzmittenlage (41, 42) den
gesamten Frequenzbereich durchstimmen. Dabei dürfen im Bereich
von 1...1000 MHz keine Zwischenmarken auftreten. Außerdem dür-
fen die Marken nicht flackern.
- c) Kontrolle der Impulsmarken
Mit dem Justiereinschub (Stellung 2) oder dem Lin.-Einschub
SWOB-E2 eine Anzeigelinie in die Bildmitte stellen.
Wobbelbereich (40) in Stellung 1000.
Frequenzmarkenart (7) in Stellung Impulsmarken.
Frequenzmarken (7) in Stellung 100 10.
Mit dem Potentiometer (5) muß sich die Impulsmarkenhöhe ver-
ändern lassen, die Impulsmarken müssen höhengestaffelt sein.
- d) EXT. Markeneingang (11)
Wobbelbereich (40) in Stellung 5-1000.
Frequenzmarkenart (7) in Stellung Strichmarken.
Frequenzmarken (7) in Stellung 10 1.
Wobbelhub (39) auf Linksanschlag.
Mit Frequenzmittenlage (41, 42) 0 MHz in die Bildmitte stellen
An die Buchse EXT. (11) 1,5 MHz $100 \text{ mV}_{\text{eff}} \pm 10 \text{ mV}$ anlegen.
Frequenzmarken (7) in Stellung EXT.
Auf dem Bildschirm müssen 2 Strichmarken (-1,5 MHz, +1,5 MHz)
erscheinen.

5.6. Y-Generator

Wobbelbereich (40) in Stellung 1000.
Markenbreite (4) auf Rechtsanschlag.
Frequenzmarkenart (7) in Stellung Strichmarken.
Frequenzmarken (7) in Stellung 100.
Helligkeit Bild (9) auf Rechtsanschlag.
Helligkeit Marken (6) auf Rechtsanschlag.
Ablaufart (13) in Stellung AUTO.
Ablaufzeit (38) auf Rechtsanschlag.
Mit R2102 die Y-Amplitude mit Hilfe der Strichmarken so abgleichen, daß der obere bzw. der untere Bildrand um ca. 10 % überschrieben wird.

5.7. X-Verstärker (Vorabgleich)

Wobbelbereich (40) in Stellung 1000.
Wobbel-Handeinsteller (13) auf Linksanschlag.
Helligkeit Bild (9) auf Rechtsanschlag.
Frequenzmittenlage (42) auf Linksanschlag.
Ablaufzeit (38) auf Rechtsanschlag.
Ablaufart (13) in Stellung AUTO.
Mit R1345 (auf Komparatorplatine) das Skalenleuchtband mit der aufgeklebten Skala auf der Bildröhre in Y-Richtung zur Deckung bringen (Vorabgleich).
Mit R1103 Skalenlänge so abgleichen, daß das Skalenband ungefähr bei 0 MHz beginnt und bei 1000 MHz endet (siehe auch Abschnitte 5.8. d) und 5.9.).

5.8. Bildgeometrie

Ein Neuabgleich der Bildgeometrie ist nur bei Austausch von Bildröhre oder Ablenkeinheit nötig!

Frequenzmarkenart (7) in Stellung Strichmarken.
Frequenzmarken (7) in Stellung 100.
Markenbreite (4) auf Rechtsanschlag.
Ablaufart (13) in Stellung AUTO.
Helligkeit Bild (9) auf Rechtsanschlag.
Helligkeit Marken (6) auf Rechtsanschlag.
Helligkeit Horizontallinien (16) auf Rechtsanschlag.
Wobbelbereich (40) in Stellung 5-1000.
Wobbel-Handeinsteller (13) auf Linksanschlag.

a) Ausrichten der Ablenkeinheit

Horizontallinien (14, 15) geeignet im Bild einstellen.
Mit Wobbelhub (39) und Frequenzmittenlage (41, 42) Strichmarken geeignet einstellen.
Ablenkeinheit durch Öffnen der Klemmschraube am Bildröhrenhals lösen.
Dauermagnete auf der Ablenkeinheit entfernen (nur bei Austausch der Ablenkeinheit).
Ablenkeinheit so drehen, daß die Abweichungen der Horizontallinien und Strichmarken von der waagrechten bzw. senkrechten Lage minimal werden.

- b) Magnetische Röhrenmittelpunkteinstellung
Bei eingeschaltetem Gerät Ablenkstecker BU113 ziehen.
Unabhängig von der Einstellung der Helligkeitsregler erscheint ein schwacher Leuchtfleck, der mit den beiden Ringmagneten am Bildröhrenhals auf die exakte Röhrenmitte justiert wird.
Bei ausgeschaltetem Gerät Ablenkstecker BU113 wieder aufstecken
- c) Kissenverzerrungen (Bild 5-1)
Horizontallinien (14, 15) geeignet im Bild einstellen.
Mit Wobbelhub (39) und Frequenzmittenlage (41, 42) Strichmarken geeignet einstellen.
Auf die Haltedorne der Ablenkeinheit Magnete so aufstecken, daß die Verzerrungen minimal werden.
Der Einfluß der Magnete kann durch den Abstand zur Ablenkeinheit verändert werden. Bei zu großer Magnetwirkung empfiehlt es sich, den Magneten mittels Seitenschneider zu verkleinern.
- d) Symmetrie X-Ablenkung
Mit Wobbelhub (39) und Frequenzmittenlage (41, 42) Strichmarken geeignet einstellen.
Mit R1112 (auf X-Verstärkerplatine) die Symmetrie in X-Richtung so abgleichen, daß die Abstände der Strichmarken zur Bildmitte symmetrisch sind.

5.9. X-Verstärker (Endabgleich)

Wobbelbereich (40) in Stellung 1000.
Wobbel-Handeinsteller (13) auf Linksanschlag.
Helligkeit Bild (9) auf Rechtsanschlag.
Ablaufzeit (38) auf Rechtsanschlag.
Ablaufart (13) in Stellung AUTO.
Mit R1103 Skalenlänge so abgleichen, daß das Skalenband bei 0 MHz beginnt und bei 1000 MHz endet. Dabei eventuell mit Frequenzmittenlage (42) die Lage des Skalenbandes geeignet verschieben.

5.10. YIG-Oszillator

Vor Abgleich Kontrolle nach Abschnitt 5.3. b).
Ablaufzeit (38) auf Rechtsanschlag.
Ablaufart (13) in Stellung AUTO.
Wobbel-Handeinsteller (13) auf Linksanschlag.
Markenbreite (4) auf Rechtsanschlag.
Frequenzmarkenart (7) in Stellung Strichmarken.
Frequenzmarken (7) in Stellung 100.
Geeignete Marken- (6) und Bildhelligkeit (9) einstellen.

- a) Vorabgleich
Wobbelbereich (40) in Stellung 1000.
Frequenzmittenlage (42) auf Linksanschlag.
Mit R2513 die Frequenzlage des YIG-Oszillators so trimmen, daß die 500-MHz-Strichmarke genau mit der Röhrenmitte zur Deckung kommt.
Mit R2509 den Hub des YIG-Oszillators so einstellen, daß die 100-MHz-Marke bzw. 900-MHz-Marke von der Mitte (500-MHz-Marke) 80 \pm 2 mm Abstand hat.

Anmerkung: Die Bildröhrenmitte liegt ca. 1-2 mm rechts neben dem 500-MHz-Strich der Skala.

- b) Endabgleich
Wobbelbereich (40) in Stellung 5-1000.
Wobbelhub (39) auf Linksanschlag.
Mit Frequenzmittenlage (41, 42) den Skalenleuchtstreifen genau auf 500 MHz einstellen.
Mit R2513 die Frequenzlage des YIG-Oszillators auf etwa Bildröhrenmitte trimmen, dabei die Markenbreite (4) geeignet verringern.
Mit Frequenzmittenlage (41, 42) den Skalenleuchtstreifen genau auf 100 MHz einstellen.
Mit R2509 den Hub des YIG-Oszillators so einstellen, daß die 100-MHz-Marke etwa in Bildröhrenmitte steht (siehe auch Abschnitt 5.11.).

5.11. Bildrand

Wobbelbereich (40) in Stellung 5-1000.
Frequenzmarkenart (7) in Stellung Strichmarken.
Frequenzmarken (7) in Stellung 100 10.
Ablaufart (13) in Stellung AUTO.
Ablaufzeit (38) auf Rechtsanschlag.
Wobbel-Handeinsteller (13) auf Linksanschlag.
Markenbreite (4) auf Rechtsanschlag.
Geeignete Marken- (6) und Bildhelligkeit (9) einstellen.
Wobbelhub (39) so einstellen, daß die 10-MHz-Marken ein Abstand von ca. 1 cm zueinander haben.
Mit Frequenzmittenlage (41) die dargestellte Frequenzlage so weit verschieben, bis der obere bzw. der untere Bildrand sichtbar wird. Der untere Bildrand muß zwischen -20 MHz und -70 MHz, der obere zwischen 1020 MHz und 1060 MHz liegen.

5.12. Funktionsprüfung der Ablaufarten

Wobbelbereich (40) in Stellung 1000.
Helligkeit der Horizontallinien (1) auf Rechtsanschlag.
Helligkeit des Bildes (9) auf Rechtsanschlag.
Eine Horizontallinie (14 oder 15) ins Bild drehen.

- a) Ablaufart (13) in Stellung MAN.
Mit Wobbel-Handeinsteller (13) muß sich der Punkt, den die Horizontallinie darstellt, über die gesamte Bildbreite verschieben lassen.
- b) Wobbel-Handeinsteller (13) so einstellen, daß der Punkt der Horizontallinie etwa in Bildmitte (X-Richtung) liegt.
Ablaufart (13) in Stellung AUTO.
Ablaufzeit (38) auf Rechtsanschlag.
Auf der Horizontallinie muß jetzt eine Helligkeitsmarke sichtbar werden; die Lage muß in etwa (± 3 mm) der Lage des Punktes der Horizontallinie vor dem Umschalten der Ablaufart (13) entsprechen (in X-Richtung).

An der Buchse TRIGGER (58) muß ein Triggersignal meßbar sein: TTL-Pegel, Dauer 13 ± 2 ms, Wiederholfrequenz abhängig von der Ablaufzeit (38).

- c) Ablaufart (13) in Stellung SINGLE.
Ablaufzeit (38) auf Linksanschlag.
Nach Drücken der Taste START (13) muß ein einmaliger Ablauf erfolgen. Die grüne Anzeigelampe (12) muß vom Betätigen der START-Taste bis zum Ende des Ablaufs leuchten.
Ebenso muß sich der einmalige Ablauf über die Buchse TRIGGER (58) mit einer positiven TTL-Flanke auslösen lassen.

5.13. Funktionsprüfung Buchse TEST (54)

- a) Messungen der Test-Ausgangssignale

Kontakt 3: Masse
Kontakt 1: $+24 \text{ V} \pm 0,3 \text{ V}$
Kontakt 5: $-20 \text{ V} \pm 0,3 \text{ V}$

Ablaufart (13) in Stellung AUTO.
Ablaufzeit (38) auf Rechtsanschlag.
Wobbel-Handeinsteller (13) auf Linksanschlag.

Kontakt 2: Sägezahn $\pm 2,5 \text{ V}$; Periodendauer 22...32 ms.
Kontakt 4: TTL-Signal, Periodendauer 22...32 ms.

- b) Prüfung der externen X-Ablenkung
Ablaufart (13) in Stellung MAN.
Frequenzmarkenart (7) in Stellung Strichmarken.
Frequenzmarken (7) in Stellung 100.
Wobbelbereich (40) in Stellung 1000.
Markenbreite (4) auf Rechtsanschlag.
Helligkeit Marken (6) auf Rechtsanschlag.
Helligkeit Bild (9) auf Rechtsanschlag.
Kontakt 7 mit Masse (Kontakt 3) verbinden.
An Kontakt 6 Dreiecksspannung mit $\pm 1,2 \text{ V} \pm 0,2 \text{ V}$ und $20 \text{ Hz} \pm 5 \text{ Hz}$ anlegen.
Der Bildschirm muß über den gesamten Bereich (X-Richtung) ausgeschrieben werden, der Rücklauf muß ausgetastet sein, d.h. die Strichmarken dürfen nicht paarig erscheinen.

5.14. Funktionsprüfung der Buchse FERNSTEUERUNG (49)

Kontakt 5: Masse
Kontakt 4: $+20 \text{ V} \pm 0,3 \text{ V}$

Ablaufart (13) in Stellung AUTO.
Wobbelbereich (40) in Stellung 1000.
Helligkeit Horizontallinien (16) auf Rechtsanschlag.
Helligkeit Bild (9) auf Rechtsanschlag.
Eine Horizontallinie (14 oder 15) in die Bildmitte stellen.
Ablaufzeit (38) auf Rechtsanschlag.
Wobbel-Handeinsteller (13) auf Linksanschlag.
An Kontakt 7 $+5 \text{ V} \pm 0,3 \text{ V}$ legen.

Kontakt 6 mit Masse (Kontakt 5) verbinden, dabei soll sich die Ablenkfrequenz nicht ändern; Sichtkontrolle auf dem Bildschirm genügt.

An Kontakt 7 0 V legen.

Die Ablaufzeit muß sich auf etwa 2 s vergrößern; Sichtkontrolle auf dem Bildschirm genügt.

Ablaufzeit (38) auf Rechtsanschlag.

Wobbelhub (39) auf Linksanschlag.

Frequenzmittenlage (41) auf Linksanschlag.

An Kontakt 7 +5 V \pm 0,3 V legen.

An Kontakt 3 +6 V \pm 0,3 V legen.

Kontakt 1 mit Kontakt 2 verbinden.

Kontakt 6 mit Masse (Kontakt 5 verbinden).

Frequenzmarkenart (7) in Stellung Strichmarken.

Frequenzmarken (7) in Stellung 100.

Geeignete Bildhelligkeit einstellen.

Wobbelbereich (30) in Stellung 1000.

Auf dem Bildschirm muß der gesamte Frequenzbereich von 0,1...1000 MHz dargestellt werden, die 500-MHz-Marke darf um \pm 200 MHz aus der Bildmitte verschoben sein.

5.15. NF-Motherboard, Überprüfung der Spannungen und Takte

Mit R526 Versorgungsspannung an BU503 Kontakt 6 auf 15 V \pm 0,01 V einstellen.

An den Buchsenleisten müssen folgende Spannungen und Takte liegen:

Kontakt 6a/b +15 V \pm 0,01 V

Kontakt 9a/b -15 V \pm 0,1 V

Kontakt 12a +24 V \pm 0,3 V

Wobbelbereich (40) in Stellung 1000.

Ablaufart (13) in Stellung AUTO.

Ablaufzeit (38) auf Rechtsanschlag.

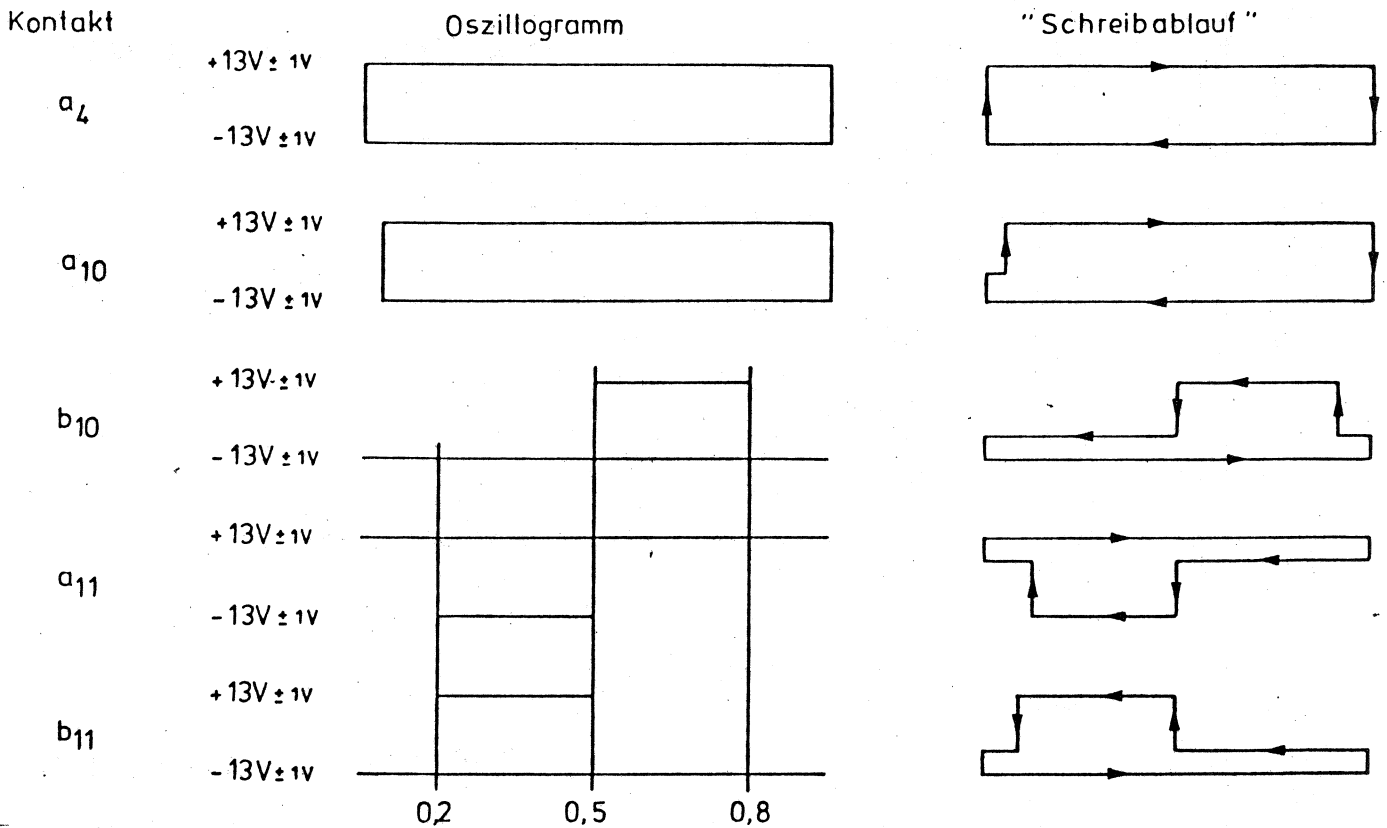
Wobbel-Handeinsteller (13) auf Linksanschlag.

Oszillograf mit externer X-Ablenkung an Buchse TEST (64),

Kontakt 2 (Masse Kontakt 3) anschließen.

Den Y-Eingang an die in der nachfolgenden Skizze bezeichneten Kontakte legen.

Es müssen sich dann die dargestellten Oszillogramme ergeben:



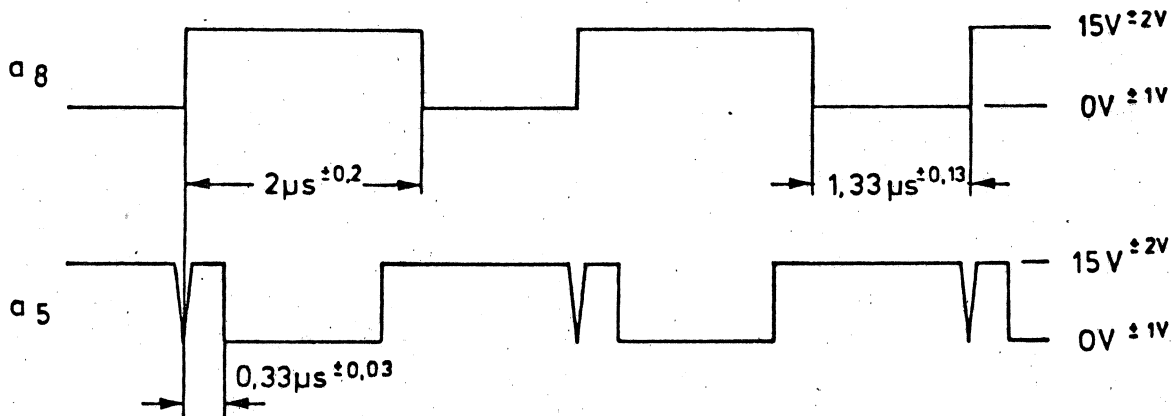
Der "Schreibablauf" kann sichtbar gemacht werden, wenn die Ablaufzeit (38) auf Linksanschlag gedreht wird.

Ablaufart (13) in Stellung AUTO.

Ablaufzeit (38) auf Linksanschlag.

Oszillograf mit 2 Y-Eingängen an die Kontakte a8 und a5 legen.

Zugehörige Oszillogramme:



Im Rücklauf sind beide Signale 0 V oder +15 V (Abschn. 5.17.).

5.16. Komparator

Wobbelbereich (40) in Stellung 1000.
Ablaufart (13) in Stellung AUTO.
Ablaufzeit (38) auf Rechtsanschlag.
Geeignete Bildhelligkeit einstellen.

- a) In Buchse BU502 oder BU503 Kontakt 7a (NF-Motherboard)
-1,5 V \pm 0,3 V einspeisen.
Mit R1303 Deckung der Anzeigelinie justieren.
Die Gleichspannung von 0...-3 V variieren; die Deckung der Anzeigelinie verschlechtert sich zum oberen und unteren Bildrand.
Mit R1303 einen Kompromiß einstellen.

Oder:

Justiereinschub in das Einschubfach I oder II einsetzen.
Den Drehschalter des Justiereinschubes in die Stellung 2 (POS.) bringen.
Mit dem Potentiometer POS. die Anzeigelinie in die Bildmitte stellen.
Mit R1303 die Deckung der Anzeigelinien justieren.
Mit dem Potentiometer POS. die Lage der Anzeigelinie verschieben; die Deckung der Anzeigelinie verschlechtert sich zum oberen und unteren Bildrand. Mit R1303 einen Kompromiß einstellen.

Rasterscheibe vor dem Bildschirm entfernen.
Ablaufzeit (38) auf Rechtsanschlag.
Helligkeit der Horizontallinien (16) auf Rechtsanschlag.
Horizontallinien (14, 15) auf Rechtsanschlag.
Filter (38) in Stellung BREIT.

- b) Abgleich Kanal I (BU502)
An den Kontakt 2a +2,3 V \pm 5 mV anlegen.
Mit R539 Horizontallinie auf 25 mm \pm 1 mm Abstand vom unteren Bildrand (= innerer Alurahmen) trimmen.
Lage auf dem Bildschirm exakt markieren.
An den Kontakt 2a -0,4 V \pm 5 mV anlegen.
Die Horizontallinie mit R1304 auf 7 mm \pm 4 mm vom oberen Bildrand einstellen.
Lage auf dem Bildschirm exakt markieren.
Beide Abgleiche wiederholen
An den Kontakt 7a wechselweise -0,35 V \pm 5 mV und 3,05 V \pm 5 mV anlegen und die Anzeigelinie mit der jeweiligen Markierung durch Korrektur mit R526 auf der Platine NF-Motherboard zur Deckung bringen.

- c) Kanal II (BU503) entsprechend kontrollieren
Mit R542 die Horizontallinie justieren.
Mit R574 und R571 die Anzeigelinie mit den Markierungen zur Deckung bringen.

Oder mit Justiereinschub:

Abgleich Kanal I

Justiereinschub in das Einschubfach I einsetzen.

Den Drehschalter des Justiereinschubes in Stellung 3 (Pegellinie) bringen.

Mit R1301 und R1302 die Pegellinie so trimmen, daß die untere Grenze der Rechteckkurve $25 \text{ mm} \pm 1 \text{ mm}$ vom unteren Bildrand (= innerer Alurahmen).

Die obere Grenze der Rechteckkurve muß $7 \text{ mm} \pm 4 \text{ mm}$ vom oberen Bildrand entfernt sein.

Den Drehschalter in die Stellung 4 (NF-Linie) bringen.

Das Rechteck der NF-Linie (hohe Frequenz) mit dem Rechteck der Pegellinie zur Deckung bringen.

Mit R501 wird die Verstärkung verändert.

Mit R504 wird die Gleichspannungslage verändert.

Den Justiereinschub in das Einschubfach II einsetzen.

Den Abgleich des Kanals II in der gleichen Weise wie den des Kanals I vornehmen.

Mit R542 die Pegellinie justieren.

Mit R571 (Verstärkung) und R574 (Gleichspannungslage) die NF-Linie justieren.

5.18. Funktionsprüfung Schreiberanschlüsse 60, 61, 62, 63 (ohne Option)

Ablaufart (13) in Stellung AUTO.

Ablaufzeit (38) auf Rechtsanschlag.

Wobbel-Handeinsteller (13) auf Linksanschlag.

Filter (38) in Stellung BREIT.

Schreiberanschluß 63 Kontakt 3: Masse.

Schreiberanschluß 63 Kontakt 1: Sägezahl $\pm 2,5 V_s$;
Periodendauer 22...32 ms

X-Ausgang 60: Sägezahl $\pm 2,5 V_s$;
Periodendauer 22...32 ms.

- a) An die Buchse BU502 Kontakt 7a 1 V_{eff} /1kHz anlegen.

Anmerkung: Der NF-Generator muß einen niederohmigen Ausgang und Gleichstromdurchgang haben, sonst zum HF-Ausgang 470 Ω parallel schalten.

Schreiberanschluß 63 Kontakt 2: 1 kHz, ca. 1 V_{eff} .

YI-Ausgang 62: 1 kHz.

An die Buchse BU503 Kontakt 7a 1 V_{eff} /1 KHz anlegen.

YI-Ausgang 61: 1 kHz, ca. 1 V_{eff} .

Oder mit Justiereinschub:

Den Justiereinschub in das Einschubfach I einsetzen.

Den Drehschalter des Justiereinschubes in die Stellung 4 (NF-Linie) bringen.

Schreiberanschluß 63 Kontakt 2 und YI-Ausgang: Rechtecksignal ca. 2,5 V_{SS} im Rücklauf ausgetastet.

Den Justiereinschub in das Einschubfach II einsetzen.

YII-Ausgang 61: Rechtecksignal ca. 2,5 V_{SS}, im Rücklauf ausgetastet.

b) Wobbelbereich (40) in Stellung 1000.

Helligkeit Bild (9) auf Rechtsanschlag.

Ablaufzeit (38) auf Linksanschlag.

Schreiberanschluß 63: Kontakt 3 mit Kontakt 5 verbinden.

Schreiberanschluß 63: Kontakt 4 mit Kontakt 6 auf Durchgang prüfen;

in Stellung AUTO (13) kein Durchgang,

in Stellung SINGLE (13) während des sichtbaren Ablaufs (mit START getriggert) Durchgang.

5.19. Helligkeitsplatte

a) Ablaufzeit (38) auf Rechtsanschlag.

Wobbel-Handeinsteller (13) auf Linksanschlag.

Helligkeit Bild (9) auf Rechtsanschlag.

Trimmer R805 auf Linksanschlag.

Log.-Einschub SWOB5-E1 einsetzen.

Einen steilen Bandpaß oder Tiefpaß mit mindestens 60 dB Dynamik anschließen, Demodulator anschließen.

Fallende Flanke des Meßobjekts auf dem Bildschirm darstellen.

Wobbelhub (39) so einstellen, daß die fallende Flanke dunkelgesteuert wird.

Anmerkung: Die Dunkelsteuerung setzt nur bei steil abfallenden Flanken ein. Wird die Flanke durch geringen Frequenzhub stark gedehnt, arbeitet die Steuerung nicht.

Frequenzmittenlage (41, 42) so einstellen, daß die fallende Flanke über dem Skalenleuchtband steht. Im Skalenleuchtband muß ein dunkelgesteuerter Streifen gut sichtbar sein.

Abgleich 1:

Helligkeit Bild (9) auf Rechtsanschlag.

Mit R805 Helligkeitsunterschiede ausgleichen.

Abgleich 2:

Mit 9 Bildhelligkeit soweit reduzieren, daß das Bild noch sichtbar ist.

Mit R2205 (Hochspannungsplatte) Helligkeitsunterschiede ausgleichen.

Abgleich 1 und 2 wechselweise vornehmen, bis Helligkeitsunterschiede, auch bei verschiedenen Bildhelligkeiten, ausgeglichen sind.

Anmerkung: Da die Schaltung einen Kompromiß darstellt, bleiben bei den Umschaltpunkten geringfügige Helligkeitsunterschiede.

Oder mit Justiereinschub:

Justiereinschub in eines der beiden Fächer einsetzen.
Wobbelbereich (N4 NO) in Stellung 1000.
Drehschalter in Stellung 5 (Helligkeitssteuerung).
Abgleich wie oben beschrieben vornehmen.

b) Helligkeit Bild (9) auf Rechtsanschlag.
Helligkeit Horizontallinien (16) auf Rechtsanschlag.
Horizontallinien (14, 15) in die Bildmitte einstellen.
Ablaufzeit (38) auf Linksanschlag.
Wobbelbereich (40) in Stellung 1000.
Wobbel-Handeinsteller (13) in Mittelstellung.
Ablaufart (13) in Stellung AUTO.
Ablauf wird sichtbar.
Ablaufart (13) in Stellung MAN.
Helligkeit muß sichtbar reduziert sein.

5.20. Störhub

Ablaufart (13) in Stellung AUTO.
Ablaufzeit (38) auf Rechtsanschlag.
Helligkeit Bild (9) auf Rechtsanschlag.
Wobbelbereich (40) in Stellung 0.
Mit Frequenzmittenlage (41, 42) 100 MHz nach Frequenzanzeige einstellen.
An den HF-Ausgang (46) einen Modulationsmesser anschließen.
Der FM-Störhub muß = 20 kHz bei einer Meßbandbreite von 20 Hz...30 kHz sein.
Ablaufart (13) in Stellung MAN.
Der FM-Störhub muß \pm 5 kHz bei einer Meßbandbreite von 20 Hz...30 kHz sein.

5.21. Frequenzgang

Ablaufart (13) in Stellung AUTO.
Ablaufzeit (38) auf Rechtsanschlag.
Wobbel-Handeinsteller (13) auf Linksanschlag.
Wobbelbereich (40) in Stellung 1000.
Frequenzmarkenart (7) in Stellung Strichmarken.
Frequenzmarken (7) in Stellung 100.
Geeignete Bild- (9) und Markenelligkeit (6) einstellen.
Demodulatorkopf SWOB5-Z1 oder Durchgangskopf SWOB5-Z3 mit Abschlußwiderstand an den HF-Ausgang (46) anschließen.
Anschlußkabel vom Meßkopf an den Einschub anschließen.
Frequenzgang messen.
Mit Log.-Einschub SWOB5-E1: Meßverfahren siehe Abschnitt 2.5.7.1.
Mit Lin.-Einschub SWOB5-E2: Meßverfahren siehe Abschnitt 2.5.7.2
Schalter (54) in Stellung 0,5 V bzw. 0,35 V.
Der Frequenzgang darf im Bereich 0,1...1000 MHz \pm 1 dB nicht überschreiten.
Schalter (54) in Stellung 1 V bzw. 0,7 V.

Der Frequenzgang darf im Bereich 5...300 MHz $\pm 1,2$ dB nicht überschreiten.

Mit Justiereinschub:

Drehschalter in Stellung 8 (Frequenzgang)

Der angezeigte Frequenzgang muß im dargestellten Rechtecksignal liegen, wenn der HF-Ausgangsteiler (43, 44) und der Schalter (54) in folgender Stellung ist:

Schalter 43, 44	-28 dB	-34 dB	-25 dB	-31 dB
Schalter 54	0,5 V	1 V bzw. 0,35 V	0,7 V	

5.22. Log.-Verstärker E1

Erforderliche Meßgeräte und Hilfsmittel

- Oszilloskop TEK Serie 7000 mit Einschub 7 A 22
- Digitalvoltmeter
- Stromversorgungsgerät
- Schaltbarer Präzisionsspannungsteiler mit 8 Stufen je 10 dB (Fehler $< 0,1 \% R_1 \leq 200 \Omega = \text{konstant}$)
- Breitbandwobbler Polyskop SWOB 5
- Demodulatorkopf SWOB5-Z1
- Filter als Meßobjekt (steiler Bandpaß)

5.22.1. Regelschleife

Verstärkerteil für den quadratischen Teil der Meßdiodenkennlinie durch Entfernen von BR704 außer Betrieb setzen.

T719 durch Umstecken von BR706 durchschalten.

Oszilloskop an den Emitter von T721 anschließen.

Offset mit R764 so einstellen, daß am Emitter von T721 während der Klemmphase im Rücklauf -200 mV stehen.

BR705 entfernen.

Gleichspannung in den Logarithmierer II einspeisen.

$U_{\max} = 2,5$ V, in 4 Schritte je 10 dB teilbar.

Oszilloskop an MP12 anschließen.

Abgleich Logarithmierer II mit R775, so daß die einzelnen Schritte gleich groß sind (Genauigkeit besser 0,2 dB).

BR705 in Betriebsstellung.

HF über Meßkopf einspeisen und Linearität der Regelschleife mit R2752 einstellen (0...-40 dB).

BR706 in Betriebsstellung.

5.22.2. Verstärkerteil für den quadratischen Teil der Meßdiodenkennlinie

Digitalvoltmeter an MP1 anschließen.

Mit R708 Offset von B701 abgleichen (< 20 mV).

BR702 entfernen.

Gleichspannung in den Logarithmierer I einspeisen.

$U_{\max} = 2$ V, in 8 Schritte je 10 dB teilbar.

Oszilloskop an MP6 anschließen.

Abgleich Logarithmierer I mit R735, so daß die einzelnen Schritte gleich groß sind (Genauigkeit besser 0,4 dB).

5.22.3. Abgleich der Horizontallinie

Kurzschluß zwischen Schleifer R701 (Lötunkt 9) und Masse herstellen.

R702 in die rechte Anschlagstellung bringen, Bereichschalter 20 in die Stellung 80 dB.

Digitalvoltmeter an MP17 anschließen.

Mit R2728 eine Spannung von 2,65 V an MP17 einstellen.

R701 (17) in 0-dB-Stellung bringen (Linksanschlag).

Mit R2736 eine Spannung von -0,17 V an MP17 einstellen.

Überprüfung der Nullagenverschiebung der Horizontallinie durch Drehen von R702 (19) an den linken Anschlag. Spannungsverschiebung an MP17 = 370 mV (Bereichschalterstellung 80 dB).

5.22.4. Gemeinsamer Abgleich

BR702, BR704, BR705 und BR707 im Betriebszustand.

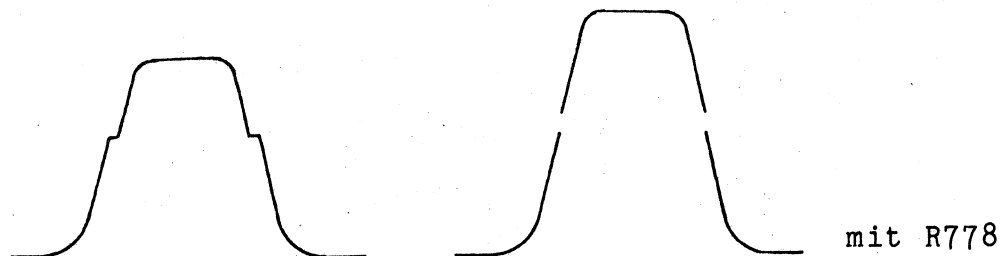
HF in den Meßkopf einspeisen.

R781 so verändern, daß die 10-dB-Schritte von 10 nach 30 dB und von 40 nach 60 dB gleich groß sind (Messung mit Pegellinie am Bildschirm).

Dynamische Überprüfung mit dem Meßobjekt (steiler Bandpaß):

Flankenfehler

Korrektur



HF direkt in den Meßkopf einspeisen.

R790 so einstellen, daß die 10-dB-Schritte der Meß- und der Horizontallinie möglichst gleich groß sind (-10...-60 dB).

HF-Spannung von 1 V in den Meßkopf einspeisen.

Horizontallinie in die 0-dB-Stellung bringen.

R2735 eventuell so verändern, daß Meß- und Horizontallinie zur Deckung kommen (bei Änderung von R2735 muß ein Nachgleich von R2736 nach Abschnitt 5.21.3. erfolgen).

Gesamtlinearität des Log.-Verstärkers durch das Einspeisen von HF-Spannung in den Meßkopf überprüfen.

$U_{\max} = 1$ V, in 7 Schritte zu je 10 dB teilbar.

Zulässiger Fehler < 1 dB.

5.22.5. Gleichlauf NF-Linie-Horizontallinie überprüfen

Digitalvoltmeter an MP15 und MP17 anschließen.
Ablaufzeit 2 s einstellen.
Bereichschalter 20 in Stellung 40 dB.
HF-Spannung 50 mV in den Meßkopf einspeisen.
R702 (19) von Linksanschlag bis Rechtsanschlag durchdrehen. Die gemessene Spannung (2,65 V) darf sich dabei nicht mehr als 24 mV ändern (Messung während des Vorlaufs).

5.23. Abgleich Lin.-Einschub E2

Den Einschub mit +15 V an a/b und -15 V an 9a/b versorgen oder in das rechte Einschubfach im Grundgerät SWOB 5 einsetzen.
Einschub 15 min einlaufen lassen.

BR601 auf 1/2 stecken.
Digitalvoltmeter zwischen MP1 und MP3 schalten.
Mit R644 Offset 1 auf $0\text{ V} \pm 0,05\text{ mV}$ abgleichen.
Digitalvoltmeter zwischen MP2 und MP3 schalten.
Verstärkungsregler (22) auf Rechtsanschlag.
Mit R654 Offset 2 auf $0\text{ V} \pm 0,5\text{ mV}$ abgleichen.

BR601 entfernen.
Drehschalter (24) in Position + (Schalterstellung 2).
Eingang (26) mit $50\ \Omega$ abschließen.
Digitalvoltmeter zwischen MP2 und MP3 schalten.
Mit R613 Offset 3 auf $0\text{ V} \pm 10\text{ mV}$ abgleichen.

5.24. Log.-Verstärker E3

Erforderliche Meßgeräte und Hilfsmittel

- Oszilloskop TEK Serie 7000 mit Einschub 7 A 22
- Digitalvoltmeter
- Stromversorgungsgerät
- Schaltbarer Präzisionsspannungsteiler mit 8 Stufen je 10 dB (Fehler $< 0,1\% R_i \leq 200\ \Omega = \text{konstant}$)
- Breitbandwobbler Polyskop SWOB5
- Demodulatorkopf SWOB5-Z1
- Filter als Meßobjekt (steiler Bandpaß)

5.24.1. Regelschleife

Verstärkerteil für den quadratischen Teil der Meßdiodenkennlinie durch Entfernen von BR704 außer Betrieb setzen.
T719 durch Umstecken von BR706 durchschalten.
Oszilloskop an den Emitter von T721 anschließen.
Offset mit R764 so einstellen, daß am Emitter von T721 während der Klemmphase im Rücklauf -200 mV stehen.
BR705 entfernen.
Gleichspannung in den Logarithmierer II einspeisen.
 $U_{\text{max}} = 2,5\text{ V}$, in 4 Schritte je 10 dB teilbar.
Oszilloskop an MP12 anschließen.

Abgleich Logarithmierer II mit R775, so daß die einzelnen Schritte gleich groß sind (Genauigkeit besser 0,2 dB).
BR705 in Betriebsstellung.
HF über Meßkopf einspeisen und Linearität der Regelschleife mit R2752 einstellen (0...-40 dB).
BR706 in Betriebsstellung.

5.24.2. Verstärkerteil für den quadratischen Teil der Meßdiodenkennlinie

Digitalvoltmeter an MP1 anschließen.
Mit R708 Offset von B701 auf ca. -200 mV einstellen.
BR702 entfernen.
Gleichspannung in den Logarithmierer I einspeisen.
 $U_{\max} = 2 \text{ V}$, in 8 Schritte je 10 dB teilbar.
Oszilloskop an MP6 anschließen.
Abgleich Logarithmierer I mit R735, so daß die einzelnen Schritte gleich groß sind (Genauigkeit besser 0,4 dB).

5.24.3 Abgleich der Horizontallinie

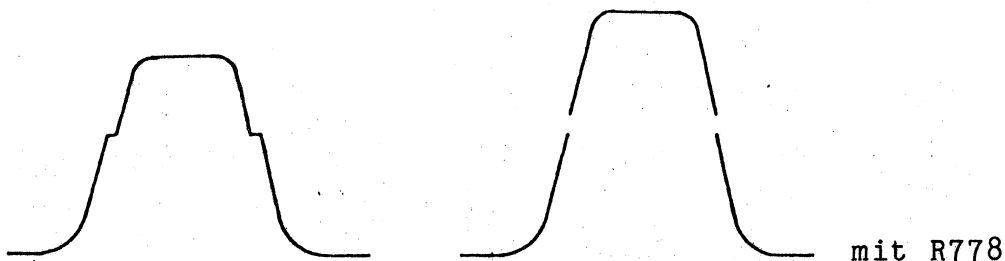
Schiebeschalter 28 in Stellung dBV, Bereichsschalter 30 in Stellung 100 dB.
R702 (29) in 0-dB-Stellung bringen (rechter Anschlag).
Digitalvoltmeter an MP17 anschließen.
Mit R2728 eine Spannung von 0,45 V an MP17 einstellen.
Nun mit R702 (29) die Spannung am MP17 auf 2,64 V verstellen.
R2898 so justieren, daß auf der digitalen Pegelanzeige die Zahl -80.0 erscheint (R702 darf dabei nicht mehr verändert werden).

5.24.4. Gemeinsamer Abgleich

BR702, BR704, BR705 und BR707 im Betriebszustand.
HF in den Meßkopf einspeisen.
R781 so verändern, daß die 10-dB-Schritte von 10 nach 30 dB und von 40 nach 60 dB gleich groß sind (Messung mit Pegellinie am Bildschirm).
Dynamische Überprüfung mit dem Meßobjekt (steiler Bandpaß):

Flankenfehler

Korrektur



HF direkt in den Meßkopf einspeisen.
R790 so einstellen, daß die 10-dB-Schritte der Meß- und der Horizontallinie möglichst gleich groß sind (-10...-60 dB).
HF-Spannung von 1 V in den Meßkopf einspeisen.
Horizontallinie in die 0-dB-Stellung bringen.

R2728 eventuell so verändern, daß Meß- und Horizontallinie zur Deckung kommen (bei Änderung von R2738 muß ein Nachgleich von R2898 nach Abschnitt 5.24.3. erfolgen).

Gesamtlinearität des Log.-Verstärkers durch das Einspeisen von HF-Spannung in den Meßkopf überprüfen.

$U_{\max} = 1 \text{ V}$, in 7 Schritte zu je 10 dB teilbar.

Zulässiger Fehler < 1 dB.

5.24.5 Gleichlauf NF-Linie-Horizontallinie überprüfen

Digitalvoltmeter an MP15 und MP17 anschließen.

Ablaufzeit 2 s einstellen.

Bereichschalter 30 in Stellung 50 dB.

HF-Spannung 50 mV in den Meßkopf einspeisen.

R2735 (31) von Linksanschlag bis Rechtsanschlag durchdrehen. Die gemessene Spannung (2,65 V) darf sich dabei nicht mehr als 24 mV ändern (Messung während des Vorlaufs).

5.24.6. Delogarithmierer zur mV-Anzeige

Schiebeschalter 28 in Stellung mV bringen.

R702 (29) auf Rechtsanschlag stellen.

Mit R2864 so abgleichen, daß die Zahl 1000 auf der Anzeige erscheint.

Schiebeschalter 28 nun in Stellung dBV bringen.

Mit R702 (29) -40.0 dBV einstellen.

Schiebeschalter 28 zurück in Stellung mV.

Mit R2866 so abgleichen, daß die Zahl 10.00 auf der Anzeige erscheint.

Schiebeschalter 28 wieder in Stellung dBV.

Mit R702 (29) -80.0 dBV einstellen.

Schiebeschalter 28 zurück in Stellung mV.

Mit R2923 so abgleichen, daß die Zahl 0.10 auf der Anzeige erscheint und die Spannung an MP22 positive Polarität aufweist. Die Einstellungen von R2866 und R2923 beeinflussen sich gegenseitig, sodaß eine eventuell mehrmalige Wiederholung des Abgleiches bei -40 dBV und -80 dBV erforderlich ist bis keine Verbesserung mehr erzielt werden kann (Genauigkeit im Bereich 0 dB...-80 dB besser als $2\% \pm 1 \text{ digit}$).

5.25. Option "Langsamer Schreiberablauf"

a) Oszillograf an MP

Mit R55 die Lage und mit R54 die Amplitude des Sägezahns auf $\pm 2,5 V_{ss} \pm 50 \text{ mV}$ einstellen.

Kontrolle: Steigende Flanke $7 \text{ ms} \pm 2 \text{ ms}$,
fallende Flanke $35 \text{ ms} \pm 10 \text{ ms}$.

b) Ablaufzeit (38) auf Linksanschlag.

Wobbelbereich (40) in Stellung 1000.

Ablaufart (13) in Stellung MAN.

Schreiberanschluß 63: Kontakt 3 mit Kontakt 5 verbinden.

An die Buchse BU502, Kontakt 2a, abwechselnd $+2,3 \text{ V} \pm 5 \text{ mV}$ und $-0,4 \text{ V} \pm 5 \text{ mV}$ legen.

Oder:

Justiereinschub in das Einschubfach I einsetzen, den Drehschalter in die Stellung 4 bringen.

Oszillograf an den YI-Ausgang (62) anschließen.

Mit R16 die Amplitude des Signals auf $1 V_{SS} \pm 20 mV_s$ abgleichen.

Mit R19 die Lage des Signalminimums auf $0 V \pm 20 mV_s$ abgleichen.

Kontrolle: Oszillograf an den Schreiberanschluß 63 Kontakt 2 anschließen; das Signal muß vorhanden sein.

Anmerkung: Das Signal wird alle 2 s für ca. 0,25 s ausgetastet. Ablaufart (13) in Stellung SINGLE.

Oszillograf an den YI-Ausgang (62) oder den Schreiberanschluß (63), Kontakt 2; das Signal muß ausgetastet sein.

Ablaufart (13) Taste START drücken.

Das Signal muß während des sichtbaren Vorlaufs vorhanden sein.

Es wird periodischen, im Takt ca. 35 ms ein, ca. 7 ms aus, getastet.

c) Ablaufzeit (38) auf Linksanschlag.

Wobbelbereich (40) in Stellung 1000.

Ablaufart (13) in Stellung MAN.

Schreiberanschluß (63), Kontakt 3 mit Kontakt 5 verbinden.

An die Buchse BU503, Kontakt 2a, abwechselnd $+2,3 V \pm 5 mV$ und $-0,4 V \pm 5 mV$ legen

Oder

Justiereinschub in das Einschubfach II einsetzen, den Drehschalter in die Stellung 4 bringen.

Oszillograf an den YII-Ausgang (61) anschließen.

Mit R31 die Amplitude des Signals auf $1 V \pm 20 mV_s$ abgleichen.

Mit R34 die Lage des Signalminimums auf $0 V \pm 20 mV_s$ abgleichen.

Ablaufart (13) in Stellung SINGLE.

Das Signal muß ausgetastet sein.

d) Ablaufart (13) in Stellung MAN.

Wobbel-Handeinsteller (13) auf Linksanschlag.

Schreiberanschluß (63), Kontakt 3 mit Kontakt 5 verbinden.

Am X-Ausgang (60) und am Schreiberanschluß (63) Kontakt 1, müssen $-2,3 V \pm 0,2 V$ liegen.

Wobbel-Handeinsteller (13) auf Rechtsanschlag.

Am X-Ausgang (60) müssen $+2,3 V \pm 0,2 V$ liegen.

Ablaufart (13) in Stellung SINGLE.

Wobbel-Handeinsteller (13) variieren.

Die Spannung am X-Ausgang (60) darf sich nicht ändern.

e) Ablaufart (13) in Stellung SINGLE.

Ablaufzeit (38) auf Linksanschlag.

Schreiberanschluß (63), Kontakt 3 verbinden.

Oszillograf an MP510 auf NF-Motherboard.

Ablaufart (13) Taste START drücken.

Nach max. 2,5 s muß ein Sägezahn mit $\pm 2,5 V_s \pm 0,1 V_s$ und einer Periodendauer von $42 ms \pm 10 ms$ anliegen.

- f) Ablaufart (13) in Stellung SINGLE.
 Wobbelbereich (40) in Stellung 1000.
 Schreiberanschluß (63), Kontakt 3 mit Kontakt 5 verbinden.
 TEST-Anschluß (64) Kontakt 1 mit Schreiberanschluß (53)
 Kontakt 4 verbinden.
 Zweikanaloszillograf mit YI an den TEST-Anschluß (64) Kon-
 takt 4, mit YII an den Schreiberanschluß (63) Kontakt 6 legen,
 triggern auf YI.
 Ablaufart (13) Taste START drücken.
 YII muß um $300 \text{ ms} \pm 50 \text{ ms}$ gegen YI verzögert auf HIGH schalten.
 Oszillograf triggern auf YII, YI abklemmen.
 Ablaufart (13) Taste START drücken.
 Signal YII muß für $30 \text{ s} \pm 15 \text{ s}$ HIGH sein.
- g) Ablaufart (13) in Stellung AUTO.
 Ablaufzeit (38) auf Rechtsanschlag.
 Wobbelbereich (40) in Stellung 1000.
 Helligkeit Bild (9) auf Rechtsanschlag.
 Mit Lin.-Einschub oder Justiereinschub Anzeigelinie etwa in
 die Bildmitte stellen.
 Wobbel-Handeinsteller (13) etwa in Mittelstellung.
 Schreiberanschluß (63), Kontakt 3 mit Kontakt 5 verbinden.
 Ablaufart (13) Taste SINGLE und Taste START drücken.
 Ablauf wird sichtbar.
 Ablaufart (13) umschalten zwischen SINGLE und MAN.
 Bildhelligkeit muß in beiden Zuständen subjektiv gleich sein.

5.26. Option "ZF-Marken"

- a) Abgleich des Quarzoszillators
 Oszillator in die Grundplatte einstecken oder
 an Kontakt 1 +15 V legen, Kontakt 2 an Masse, Kontakt 3 oder
 über $10 \text{ k}\Omega$ an Masse.
 Trimpotentiometer R120 auf Linksanschlag.
 HF-Millivoltmeter mit hochohmigen Tastkopf an Kontakt 3 (kurze
 Masseverbindung nach Kontakt 2).
 Spule L120 auf Maximum abgleichen.
 Trimpotentiometer R120 auf $400 \text{ mV}_{\text{eff}} \pm 10 \text{ mV}_{\text{eff}}$ abgleichen.
- b) Abgleich der Grundplatte
 Ablaufart (13) in Stellung AUTO.
 Wobbelbandeinsteller (13) auf Linksanschlag.
 Ablaufzeit (38) auf Rechtsanschlag.
 Wobbelbereich (40) in Stellung 5...1000.
 Helligkeit Bild (9) auf Rechtsanschlag.
 Helligkeit Marken (6) auf Rechtsanschlag.
 Markenbreite (4) auf Rechtsanschlag.
 Frequenzmarkenart (7) in Stellung Strichmarken.
 Frequenzmarken (7) in Stellung 100 10.
 Mit Wobbelhub (39) und Frequenzmittenlage (41, 42) Wobbel-
 bereich 0...50 MHz einstellen.
 HF-Ausgang (46) mit ZF-Markeneingang (11) verbinden.

Oszillograf mit Y-Eingang an den Ausgang B45 und mit externer X-Ablenkung an die TEST-Buchse (54) Kontakt 2.
HF-Ausgangsspannung (33, 34) auf -54 dB bei 50- Ω - oder auf -51 dB bei 75- Ω -Ausführung einstellen.
R26 so einstellen, daß der Operationsverstärker in die untere Begrenzung (ca. -14 V) fährt und zwar so, daß das Maximum der Kurve am Oszillograf gerade noch über der Begrenzung sichtbar ist.

6. Nachträglicher Einbau der Optionen

6.1. Externe Regelung SWOB5-B1

Der Baustein "Externe Regelung" SWOB5-B1 wird im vorgesehenen Einbauraum an der Rückseite des SWOB 5 untergebracht (siehe Bild 2-17 in der Beschreibung SWOB 5, Pos.-Nr. 51-53).

Obere Gehäusebeplankung sowie Blindplatte vor dem Einbauraum abschrauben.

Das obere Klappchassis um 90° herausschwenken.

Externe Regelung einsetzen und das zugehörige Flachbandkabel zwischen dem Chassis des HF-Teils und der Abschirmwand zum Netzteil durchschieben. Dabei ist zu beachten, daß keines der dort verlaufenden Koaxialkabel zwischen Flachbandkabel und Schirmwand zu liegen kommt.

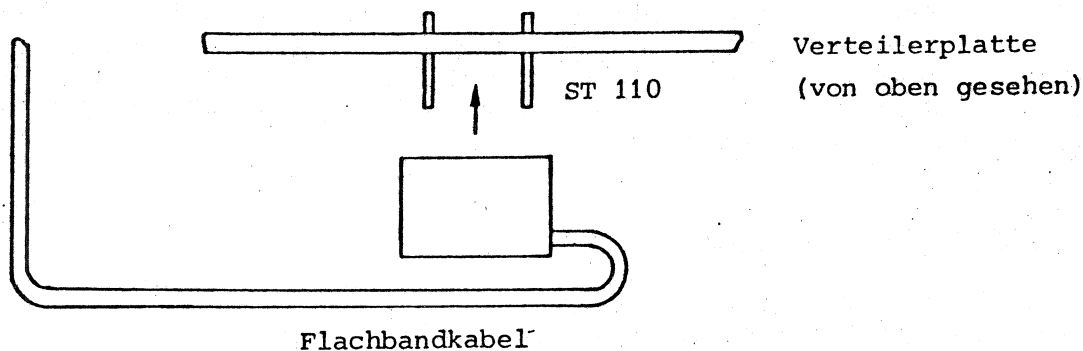


Bild 6-1 Steckverbindung
"Externe Regelung"-Verteilerplatte

Die "Externe Regelung" kann nun unter Beachtung der Hinweise im Abschnitt 2.4. in Betrieb genommen werden.

Zur Überprüfung ist der dort in Bild 2-1 angegebene Aufbau empfehlenswert, wobei anstelle des Meßobjektes ein 20-dB-Dämpfungsglied eingefügt wird.

6.2. Langsamer Schreiberablauf SWOB5-B2

Montage

Obere und untere Abdeckhaube der Gerätebeplankung entfernen (je 4 Schrauben lockern).

Rechte Griffwanne abschrauben (4 Schrauben).

Die 4 Frequenzeinstellknöpfe aus den Kupplungen am unteren Chassis ziehen.

Die beiden Halteschrauben links und rechts an den Haltewinkeln des

unteren Chassis so weit lösen, daß das Chassis herausgeklappt werden kann.

Mehrfachkurzschlußstecker an der Anschlußplatte (rechte hintere Geräteecke) entfernen.

Mitgeliefertes Flachbandkabel auf die freigewordene Steckerleiste stecken und mit der Platine "Langsamer Schreiberablauf" (ST119) verbinden (Kabel nicht verdrehen).

Platine mit den 7 Steckverbindungsstiften in die Buchsen der Anschlußplatte einführen und auf die vorgesehenen Schnapphalter stecken.

Flachkabel so an die Schreiberplatine biegen, daß dieses beim Einklappen des unteren Chassis nicht beschädigt wird.

Um an den Schreiberausgängen Spannungen zur Verfügung zu haben, die bei voller Bildauslenkung genau 1 V betragen, ist es notwendig, die Platine abzugleichen.

Der Zusammenbau des Gerätes erfolgt nach dem Abgleich sinngemäß in umgekehrter Reihenfolge.

Abgleich

Im Abschnitt 5.24. ist der Abgleich beschrieben, wie er nach einer Instandsetzung durchgeführt werden soll. Bei einem nachträglichen Einbau ist dieser Abgleich ebenfalls durchzuführen, allerdings ohne Punkt a). Lage und Amplitude des Sägezahns sind vor Auslieferung im Werk abgeglichen, deshalb dürfen die Widerstände R54 und R55 in diesem Fall nicht verändert werden.

6.3. ZF-Marken SWOB5-B3

Gerät ausschalten und vom Netz trennen.

Haube, Boden und rechtes Seitenteil vom Gehäuse entfernen.

Buchse BU801 von der Helligkeitsplatte abziehen.

Buchse BU301 von der Markenplatte abziehen.

Knopf Markenbreite (4) abschrauben.

Markenplatte ausbauen, dazu die beiden Schrauben an der Frontplatte links vom Drucktastenaggregat Markenart (7) und rechts vom Drucktastenaggregat Frequenzmarken (7) lösen.

Kabel K14 von der Eingangsbuchse für externe Frequenzmarken (11) ablöten und mitgeliefertes Kabel K16 an die Eingangsbuchse anlöten; dabei auf möglichst kurze Massezuleitung achten.

Option "ZF-Marken" einsetzen, mit den beiden Schrauben an der Frontplatte befestigen und den Knopf Markenbreite wieder montieren.

Haltewinkel zwischen Platine und Oberteil des Abschirmgehäuses für die Einschübe einsetzen und in den vorgesehenen Bohrungen (Platine: rückwärtige Kante, mittig) festschrauben.

Bei älteren Geräten fehlt die Bohrung im Oberteil der Abschirmung, deshalb Bohrung nachträglich anbringen (Einschübe entfernen, Bohrspäne sorgfältig entfernen!) oder Winkel mit geeignetem Klebstoff befestigen.

Kabel K14 an die 3 Lötstützpunkte anlöten.

Kabel K16 mit dem Anschluß ST305 verbinden.

Buchse BU301 an die Option anschließen.

Buchse BU801 wieder an die Helligkeitsplatte anschließen.

Buchse BU303 an die Verteilerplatte anschließen.

Buchse BU303 kann auch um 180 Grad gedreht aufgesteckt werden. Damit läßt sich bestimmen, ob HF- und ZF-Marken in der gleichen Art

(beide als Strich- oder Impulsmarken) oder verschieden dargestellt werden sollen (Kabel nicht verdreht = Markenart gleich). Gegebenenfalls Oszillatoren und Filter einsetzen, Trimpotentiometer R125 an der Oberkante der Oszillatoren auf Rechtsanschlag (Markenbreite auf Maximum).
Rechtes Seitenteil, Boden und Haube wieder anschrauben.

6.4. Bildspeicher Interface

Obere und untere Abdeckhaube der Gerätebeplankung entfernen (je 4 Schrauben lockern).

Rechte Griffwanne abschrauben (4 Schrauben).

Abdeckplatte ("Bildspeicher") an der Rückseite des SWOB5 entfernen (2 Schrauben).

Kurzschlußstecker von der Stiftreihe an der rechten Seite der Verteilerplatte entfernen.

Bildspeicher-Interface von der rechten Geräteseite mit der Buchsenleiste auf die Stiftreihe der Verteilerplatte stecken, bis die Kunststoffklipse in den Schlitz der Verteilerplatte einrasten (Bauteilseite der Option nach hinten).

Die 4 Frequenzeinstellknöpfe aus den Kupplungen am unteren Chassis entfernen.

Die beiden Schrauben links und rechts an den Haltewinkeln des unteren Chassis so weit lösen, daß das Chassis ausgeklappt werden kann.

Kabel der Option zwischen Netzteilplatte und unterem Chassis verlegen und 36polige Buchsenkiste durch die Rechtecköffnung an der Rückwanne des SWOB5 stecken. Buchsenleiste mit 2 Schrauben M2,5 von unten befestigt und Federscheiben verwenden!

Der Zusammenbau der Geräte erfolgt in umgekehrter Reihenfolge.