

Beschreibung

AM-FM-MESSENDER

1,39 ... 510 MHz

SMFA

BN 41300

Zusammengestellt
nach R 20533

Printed in West Germany



Ersatzteilbeschaffung

Zur Beschaffung eines Ersatzteiles wenden Sie sich bitte an Ihre nächstgelegene R&S-Vertretung oder an das Stammwerk ROHDE & SCHWARZ, D 8000 München 8, Mühldorfstraße 15; Telefon (0811) 40 19 81; Telex 05-23 703; Telegrammadresse: rohdeschwarz muenchen.

Bei der Bestellung eines Ersatzteiles bitten wir in Ihrem Interesse um folgende Angaben:

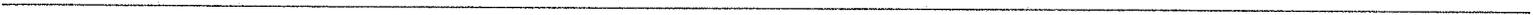
- a) Kennzeichen und R&S-Sach-Nr. des schadhaften Bauteils (nach Schaltteilliste),
- b) Typ bzw. Bestellnummer (BN) und Fertigungsnummer (FNr.) des Gerätes (z. B. nach Frontplattenbeschriftung).

Um unnötige Lieferumwege zu vermeiden, geben Sie bitte an, welcher Stelle das Bauteil zugesandt werden soll (Lieferanschrift).

Bedeutung der Zusammenstell-Vorschrift

Letzter Teil vorliegender Beschreibung ist eine Liste, nach der sie zusammengestellt wurde. Anhand dieser Zusammenstell-Vorschrift (ZV) können Sie nachprüfen, ob alle in ihr aufgeführten Teile vorhanden sind und ob die Schaltteillisten, Stromläufe und andere Pläne den vorgeschriebenen Änderungszustand (ÄZ) aufweisen.

Sollte irgendein Teil fehlen, so stand er uns bei Auslieferung der Beschreibung noch nicht zur Verfügung, oder es handelt sich um einen Irrtum bei der Zusammenstellung. Gegebenenfalls bitten wir um Nachricht mit Angabe der (in der rechten unteren Ecke genannten) R-Nr. der ZV und der Pos. -Nr.



Inhaltsübersicht

1.	<u>Eigenschaften</u>	7
1.1.	Anwendung	7
1.1.1.	Selektionsmessungen an Empfängern	8
1.1.2.	Kreuzmodulationsmessungen an Empfängern	9
1.1.3.	Messen der Spiegelfrequenzsicherheit von Empfängern	10
1.1.4.	Messen der Empfindlichkeit von Empfängern	11
1.1.4.1.	Geräuschabstand	11
1.1.4.2.	Fremdspannungsabstand	11
1.1.4.3.	Messen der Bandbreite bei FM-Empfängern	12
1.1.4.4.	Messen der Bandbreite bei AM-Empfängern ohne Regelung	12
1.1.5.	Messen der Frequenzkonstanz von Empfängern	13
1.1.6.	Modulationsmöglichkeiten und deren Anwendung bei Empfängern	13
1.1.7.	Stereomodulation	14
1.1.8.	Schmalbandwobbeln mit dem SMFA	15
1.1.9.	Dämpfungsmessungen an Meßobjekten mit großer Dämpfung	15
1.1.10.	Der SMFA als NF-Generator	16
1.1.11.	Umwandlung des unsymmetrischen Ausgangs in einen symmetrischen	17
1.1.12.	Messen der Bandbreiten von Schwingkreisen	17
1.2.	Arbeitsweise und Aufbau	20
1.3.	Technische Daten	23
1.4.	Mitgeliefertes Zubehör	31
1.4.1.	Im Gerätekasteboden	31
1.4.2.	Im Gerätekastendeckel	31
1.4.3.	Auskoppelkopf	31
1.4.4.	Trennkondensator	32
1.5.	Empfohlenes Zubehör	34



2.	<u>Betriebsvorbereitung und Bedienung</u>	35
2.1.	Legende zum Bedienungsbild	35
2.2.	Einstellen auf die vorhandene Netzspannung	42
2.3.	Nullpunkteinstellung der Instrumente	43
2.4.	Bedienung	43
2.4.1.	Frequenz	43
2.4.1.1.	Einstellen der Frequenz des HF-Generators	43
2.4.1.2.	Elektronische Feinverstimmung	44
2.4.1.3.	Synchronisation	45
2.4.2.	Ausgangsspannung	47
2.4.2.1.	Einstellen und Ablesen der HF-Ausgangsspannung	47
2.4.2.2.	Anschließen des Verbrauchers	48
2.4.2.3.	Spannung am Verbraucher	49
2.4.2.4.	Berechnung der Verbraucherleistung in dBm	50
2.4.2.5.	Umrüsten der HF-Ausgangs auf andere Steckersysteme	51
2.4.2.6.	Extrem kleine Ausgangsspannungen	52
2.4.2.7.	Automatische Ausgangsspannungsregelung und Nachstimmung	53
2.4.2.7.1.	Nachstimmung	53
2.4.2.7.2.	Amplitudenregelung	54
2.4.3.	Modulationsgenerator	55
2.4.3.1.	Frequenz	55
2.4.3.2.	Spannung	55
2.4.4.	Modulationen	55
2.4.4.1.	Frequenzmodulation	55
2.4.4.2.	Amplitudenmodulation	57
<hr/>		
3.	<u>Wartung und Reparatur</u>	60
3.1.	Erforderliche Meßgeräte	60
3.2.	Prüfen und Wiederherstellen der Solleigenschaften	61
3.2.1.	Frequenz	61
3.2.2.	Feinverstimmung	61
3.2.3.	Synchronisation	62
3.2.4.	Frequenzmodulation	62

3.2.4.1.	FM-Klirrfaktor	62
3.2.4.2.	Stereofähigkeit	63
3.2.5.	Amplitudenmodulation	63
3.2.6.	HF-Ausgangsspannung	64
3.2.7.	Stufenteiler und kontinuierlicher Teiler	64
3.2.8.	Modulationsgenerator	65
3.3.	Funktionsbeschreibung	65
3.3.1.	HF-Teil und Rahmen	65
3.3.1.1.	Oszillator	66
3.3.1.1.1.	Oszillator	67
3.3.1.1.2.	Frequenzmodulator	67
3.3.1.1.3.	Synchronisierverstärker	67
3.3.1.1.4.	Pufferstufe	68
3.3.1.1.5.	End- und Modulatorstufe	69
3.3.1.1.5.1.	Betriebsarten der Endstufe	70
3.3.1.1.5.2.	3-V-Stellung der HF-Ausgangsspannung	72
3.3.1.1.5.3.	HF-Anzeige und Ausgangsteiler	72
3.3.2.	Zwischenboden	73
3.3.2.1.	FM-Impedanzwandler	73
3.3.2.2.	FM-Verstärker	74
3.3.2.3.	Synchron-Anzeige-Verstärker	75
3.3.2.4.	AM-Verstärker	75
3.3.2.5.	NF-Generator mit veränderbarer Frequenz	76
3.3.3.	Frontplatte	76
3.3.3.1.	Anzeigeverstärker	77
3.3.3.2.	Feinverstellnetzwerk	77
3.3.3.3.	Teiler für AM, FM und Modulationsgenerator-Ausgangsspannung	78
3.4.	Mechanischer Aufbau	78
3.4.1.	Abnehmen der Frontplatte	79
3.4.2.	Auswechseln der Netzteilplatte	80
3.4.3.	Befestigungsrahmen für Modulationshilfsgruppen und Netzteil entfernen	81
3.4.4.	Zwischenboden entfernen	81

3.4.5.	HF-Teil entfernen	81
3.5.	Röhrenwechsel	84
<u>Bild 1</u>	Parallelschaltung von zwei Meßsendern zu verschiedenen Empfänger-messungen	87
<u>Bild 2</u>	Wirkleistung bei Fehlanpassung	88
<u>Bild 3</u>	Messen der Stereoeigenschaften eines Empfängers	88
<u>Bild 4</u>	Dämpfungsmessung an Meßobjekten mit großer Dämpfung	89
<u>Bild 5</u>	Verschiedene Symmetrierschaltungen	90
<u>Bild 6</u>	Aufbau zu Bandbreitemessungen an Schwingkreisen	91
<u>Bild 7</u>	Definition der absoluten und relativen Bandbreite	91
<u>Bild 8</u>	Bedienungsbild	92
<u>Bild 9</u>	Spannungswähler und Sicherungen	93
<u>Bild 10</u>	Schematische Darstellung des Synchronisiervorgangs	94
<u>Bild 11</u>	Vereinfachtes Ersatzschaltbild einer Störspannungsquelle	94
<u>Bild 12</u>	Linke Seitenansicht	95
<u>Bild 13</u>	Wienbrücke als frequenzbestimmendes Glied des RC-Oszillators 10 Hz... 100 kHz	96
<u>Bild 14</u>	Frontplatte abgenommen, getrennt betrieben	97
<u>Bild 15</u>	Ansicht von hinten, Frontplatte hochgestellt	98
<u>Bild 16</u>	Ansicht von hinten, Rahmen für die Hilfsgruppen hochgeklappt, HF-Teil geschlossen	99
<u>Bild 17</u>	Ansicht von hinten, Rahmen für die Hilfsgruppen hochgeklappt, HF-Deckel entfernt	100
<u>Bild 18</u>	HF-Teil mit ausgebauter Endstufe	101
<u>Bild 19</u>	Zubehör im Gerätekastenboden	102
<u>Bild 20</u>	Zubehör im Gerätekastendeckel	103
<u>Bild 21</u>	Vereinfachtes Blockschaltbild SMFA	104
<u>Bild 22</u>	Blockschaltbild	105
<u>Bild 23</u>	Stromlaufauszug: Funktion der Synchronisation und Anzeige	106
<u>Bild 24</u>	Stromlaufauszug: Funktion und Anzeige der Frequenzmodulation	107
<u>Bild 25</u>	Stromlaufauszug: Funktion und Anzeige der Feinverstimmung	108

<u>Bild 26</u>	Stromlaufauszug: Funktion und Anzeige der Amplituden-Modulation	109
<u>Bild 27</u>	Stromlaufauszug: HF-Ausgangsspannungsanzeige und Teiler	110

Schalteillisten

Stromläufe

Positionierungspläne

Schlüsselliste der R&S-Sach-Nr.

Zusammenstell-Vorschrift

1. Eigenschaften

1.1. Anwendung

Der AM-FM-Meßsender SMFA BN 41300 kann als HF-Spannungsquelle für die Entwicklung, Prüfung und Reparatur von Empfängern, Breit- und Schmalbandverstärkern, Leistungsverstärkerschaltungen, Diskriminator-schaltungen, ZF-Verstärkern, Mischstufen, Frequenzumsetzern und Ver-vielfacherschaltungen verwendet werden. Auch können Meßleitungen und Reflektometer gespeist werden, womit Knotenpunktverschiebungen, Reflexio-nen und Stehwellenverhältnisse gemessen werden können.

Der Meßsender SMFA BN 41300 eignet sich besonders zur Entwicklung, Fabrikation, Prüfung und Reparatur von Kurzwellen, Ultrakurzwellenemp-fängern und Empfängern im UHF-Gebiet verschiedenster Art. Hierzu ver-fügt er neben dem mechanischen Antrieb zur Feinverstimmung über eine elektronische Feinverstimmung, die, in kHz geeicht, unabhängig von der Trägerfrequenz absolut gleiche Verstimmung bewirkt, wie sie z. B. für Nahselektionsmessungen zweckmäßig ist.

Sowohl die Amplituden- als auch die Frequenzmodulation des SMFA ent-spricht den extremen Anforderungen, die zur Prüfung von Empfängern mit den hochwertigsten Eigenschaften erfüllt werden müssen. Die Störmodula-tionen der einen Modulationsart auf die andere sind in beiden Fällen ver-nachlässigbar klein. Bei AM bewirkt die Modulationsgegenkopplung, bei FM garantiert die gute Linearität des gesteuerten Blindstromes einen niedrigen Modulationsklirrfaktor.

Die vielseitige Verwendbarkeit des SMFA beruht auch darauf, daß der Träger gleichzeitig amplituden- und frequenzmoduliert werden kann. Da-durch lassen sich verschiedene Empfängeruntersuchungen wesentlich er-leichtern und vereinfachen.

Der Aufbau des Oszillators garantiert eine hohe Frequenzkonstanz und kleine Störmodulationen.

Zur Synchronisation des SMFA genügen bereits Spannungen von 50 mV im Frequenzbereich bis 30 MHz, die z. B. der aktive Frequenzmesser WIK BN 4421 oder der Normalfrequenz-Generator XUC BN 444467 liefern kann.

Der eingebaute Modulationsgenerator ist von 10 Hz... 100 kHz durchstimmbar. Seine EMK, die von 0 bis etwa 7 V einstellbar ist, steht unabhängig von der jeweiligen Modulationsart an der Frontplattenbuchse zur Verfügung.

Weitere wichtige Anwendungsfälle werden anschließend näher besprochen:

1.1.1. Selektionsmessungen an Empfängern

Die wirksame Selektion eines Empfängers ist meist größer, als sie aufgrund der Filterselektion der ZF-Stufen erwartet wird. Ab einem gewissen Störabstand tritt eine über die statische Selektion hinausgehende Unterdrückung der Störspannung auf, die beim AM-Empfänger von der Richtkennlinie, beim FM-Empfänger von der Begrenzerwirkung abhängt.

Dank der elektronischen Feinverstimmung, die in allen Frequenzbereichen von einem in kHz geeichten Instrument angezeigt wird, kann der SMFA definiert verstimmt werden, was ihn besonders für Selektionsmessungen qualifiziert.

Zum Messen müssen zwei Meßsender gleichzeitig am Eingang des Empfängers angeschlossen werden. Der eine stellt den Nutzsender, der andere den Störsender dar. Um eine Fehlanpassung zu vermeiden, muß eine Schaltung, wie im Bild 1 gezeigt, verwendet werden.

Es ist hier zweckmäßig, mit den Leerlaufspannungen der beiden Sender zu rechnen, da diese ein Maß für die dem Empfänger angebotene Leistung sind. Abweichungen des Empfängereingangswiderstandes vom angegebenen Wert gehen, wie es der praktischen Anwendung entspricht, auf Kosten der Empfindlichkeit (siehe auch Bild 2).

Beim Zusammenschalten zweier SMFA entsprechend Bild 1 muß jeweils der vierfache Wert der Spannung am SMFA eingestellt werden, der bei Leistungsanpassung am Empfänger vorhanden wäre.

Bei der Messung ist wie folgt vorzugehen:

- a) Die Spannung des Nutzsenders modulieren; den Nutzsenderpegel am Empfänger fest einstellen. Hierbei muß die Spannung des SMFA, der den Störer darstellt, Null sein.

b) Die Modulation des Nutzsenders wird abgeschaltet. Die Spannung des Störsenders wird moduliert, und deren Amplitude wird so lange erhöht, bis sich der Störabstand auf einen festgesetzten Wert verringert hat.

Hierbei dienen Nutzsenderfrequenz und Nutzsender-Leerlaufspannung als Parameter, ebenso der Störabstand zwischen Nutz- und Störsender am Empfänger.

Die Störsenderfrequenz wird entsprechend der geforderten Frequenzabstände mit der Feinverstimmung verändert. Der Pegel des Störsenders wird so eingestellt, daß der am Empfänger gewünschte Störabstand eingehalten wird.

Aus dem Verhältnis $U_{\text{Stör}}/U_{\text{Nutz}}$ in Abhängigkeit vom Abstand der Störsenderfrequenz von der Nutzsenderfrequenz kann dann die Selektionskurve aufgenommen werden.

Bei dieser Methode eignet sich der SMFA als Nutzsender und als Störsender. Als Nutzsender kann er synchronisiert werden, d. h. er kann an ein Quarznormal angeschlossen werden, wie z. B. an den Frequenzmesser WIK BN 4421 oder an den Normalfrequenz-Generator XUC BN 444467; seine Frequenz hat dann die Konstanz dieser Normalfrequenzgeneratoren. Als Störsender kann er mit der elektronischen Feinverstimmung je Frequenzbereich um maximal ± 100 bzw. ± 300 kHz verstimmt werden. Die Verstimmung wird an einem eigenen Instrument unabhängig von der Abstimmung angezeigt, was für Nahselektionsmessungen sehr vorteilhaft ist. Für die Weitabselektion kann die Frequenz zwischen den einzelnen Skalenstrichen hinreichend genau interpoliert werden. Der eingebaute Stufenteiler mit seiner hohen Genauigkeit und der kontinuierliche Teiler erlauben es, den Ausgangspegel sehr präzise einzustellen und abzulesen.

1. 1. 2. Kreuzmodulationsmessungen an Empfängern

Der SMFA eignet sich auch vorzüglich zum Messen der Kreuzmodulationsicherheit bei AM-Empfängern. Kreuzmodulation tritt auf, wenn die Modulationskennlinie eines Empfängers nichtlinear ist. Bei der Messung, die im wesentlichen, wie im Abschnitt 1. 1. 1. beschrieben, ausgeführt wird, wählt

man die Frequenz des SMFA (Störsender) so weit von der Frequenz des Nutzsenders entfernt, daß infolge der ZF-Selektion das Störsendersignal nicht direkt demoduliert werden kann. Der Abstand Nutzsenderfrequenz zu Störsenderfrequenz darf aber nicht so groß sein, daß die Vorselektion des Eingangskreises eine Kreuzmodulation in der Mischstufe beeinträchtigt. Die Kreuzmodulation bezieht man auf den Modulationspegel des Störers. 5 % Kreuzmodulation bedeuten also: eine mit $m = 80 \%$ modulierte Störspannung bewirkt, daß der Nutzträger mit $m = 4 \%$ moduliert wird.

1. 1. 3. Messen der Spiegelfrequenzsicherheit von Empfängern

Um die Spiegelfrequenzsicherheit (genügend große Selektion des HF-Vorkreises) messen zu können, wird der SMFA als Störsender wie folgt abgestimmt:

Die Frequenz des SMFA wird so gewählt, daß sie $f_{St} = \text{Oszillatorfrequenz des Empfängers} \pm \text{ZF}$ beträgt, je nachdem, ob die Oszillatorfrequenz größer oder kleiner als die Nutzfrequenz ist, d. h. daß sie spiegelbildlich zur Nutzsenderfrequenz liegt.

Es ist also bei:

$$f_O > f_N; \quad f_Z = f_O - f_N$$

$$f_{St} = f_N + 2 f_Z$$

und bei:

$$f_O < f_N; \quad f_Z = f_N - f_O$$

$$f_{St} = f_N - 2 f_Z$$

mit f_O = Oszillatorfrequenz des Empfängers,

f_N = Nutzfrequenz,

f_Z = Zwischenfrequenz,

f_{St} = Störfrequenz.

Störsender- und Nutzsenderfrequenz liegen um die doppelte ZF auseinander. Die Messung wird, wie im Abschnitt 1. 1. 1. beschrieben, durchgeführt. Die Abschwächung von f_{St} im Vergleich zu f_N wird als Spiegelselektion bezeichnet.

1.1.4. Messen der Empfindlichkeit von Empfängern

Für den Betriebsdienst wird meistens als Empfindlichkeit die HF-Spannung angegeben, die zur Erreichung eines bestimmten Mindeststörabstandes vom Rauschen nötig ist.

1.1.4.1. Geräuschabstand

Bei der Messung des Geräuschabstandes muß das demodulierte NF-Signal noch gemäß den CCIR-Empfehlungen bewertet werden, wozu ein entsprechendes Filter angewendet wird.

Zur Messung wird der SMFA über ein koaxiales HF-Kabel mit dem Antenneneingang des Empfängers verbunden. Dann wird die geforderte HF-Spannung bei bekannter Modulation eingestellt (z. B. am UKW-Flugsicherungsempfänger werden $4 \mu\text{V}$ bei 30 % AM eingestellt). An den NF-Ausgang des Empfängers muß ein Geräuschspannungsmesser angeschlossen und auf die Betriebsart BEWERTET geschaltet werden. Es wird bei der eingeschalteten Modulation der Nutzpegel am Geräuschspannungsmesser festgestellt. Jetzt wird die Modulation am SMFA abgeschaltet und der Störpegel am Geräuschspannungsmesser abgelesen. Die Differenz aus Nutz- und Störpegel stellt den Geräuschabstand des Nutzsignals von Rauschen dar (z. B. hat ein Flugsicherungsempfänger einen Geräuschabstand von 20 dB).

1.1.4.2. Fremdspannungsabstand

Mit Fremdspannungsabstand wird der unbewertete Störabstand bezeichnet.

~~Da bei der Messung des Fremdspannungsabstandes Störfrequenzen interessieren,~~ die nicht vom Empfängerrauschen herrühren (z. B. Netzbrumm), wird die Eingangsspannung entsprechend groß gewählt (üblicherweise 0,5 bis 100 mV). Die Gesamtstörspannung wird im Nachrichtenband ohne Bewertungsfilter gemessen.

Die Messung wird, wie im Abschnitt 1.1.4.1. beschrieben, vorgenommen.

Einzelne Frequenzen können mit dem Tonfrequenzanalysator FTA BN 48302 analysiert werden.

1.1.4.3. Messen der Bandbreite bei FM-Empfängern

Die 3-dB-Bandbreite kann unter Benutzen der elektronischen Feinverstim-
mung des SMFA und deren genauen, in kHz geeichten Anzeige bei FM-Emp-
fängern mit HF-Eingangs- und Diskriminator-Instrument auf folgende
Weise gemessen werden:

Die Frequenz des SMFA auf die Frequenz des Empfängers mit Hilfe des
Diskriminator-Instruments abstimmen. Den Wert des Eingangspegels (U_1)
am HF-Instrument des Empfängers merken.

Die EMK des SMFA mit dem kontinuierlichen Ausgangsteiler um 3 dB ver-
ringern, die entsprechende Anzeige (U_2) am HF-Instrument des Empfängers
merken.

Die EMK des SMFA wieder auf den Ausgangswert (U_1) vergrößern, die Fre-
quenz des SMFA mit der elektronischen Feinverstimmung so weit nach plus
und nach minus verstimmen, bis jeweils der 3-dB-Pegel (U_2) am HF-In-
strument des Empfängers erreicht wird.

Die Bandbreite kann jetzt einfach durch Addieren der beiden am SMFA in
kHz angezeigten Werte der elektronischen Feinverstimmung errechnet
werden.

1.1.4.4. Messen der Bandbreite bei AM-Empfängern ohne Regelung

Die 3-dB-Bandbreite von AM-Empfängern kann mit Hilfe des kontinuierlich
durchstimmbaren Modulationsgenerators des SMFA wie folgt gemessen
werden:

Die Spannung des SMFA wird mit einer niedrigen Modulationsfrequenz, z. B.
60 Hz, amplitudenmoduliert. An den NF-Ausgang des Empfängers wird ein
NF-Millivoltmeter z. B. UVN BN 12003 angeschlossen. Die HF des SMFA
wird so eingestellt, daß das UVN ein Maximum anzeigt. Die Modulations-
frequenz des SMFA wird nun so lange erhöht, bis die Anzeige am UVN auf
den 0,707fachen Wert gesunken ist.

Hierbei muß jeweils nach Erhöhen der Modulationsfrequenz wieder auf
Maximum abgestimmt werden.

Die Empfängerbandbreite ist hierbei gleich zweimal der Modulationsfrequenz
des SMFA.

1.1.5. Messen der Frequenzkonstanz von Empfängern

Der SMFA kann mit jeder Normalspannungsquelle, die ≥ 100 mV EMK bei $R_i = 50 \Omega$ abgibt und einen kontinuierlich durchstimmbaren Frequenzbereich von 1,39...30 MHz aufweist, in seinem Frequenzbereich synchronisiert werden (siehe auch 2.4.1.3.). Seine Frequenzkonstanz, die freischwingend $3 \cdot 10^{-5}$ pro 15 Minuten ist, kann auf die des vorhandenen Frequenznormals (z.B. WIK BN 4421 oder XUC BN 444467) verbessert werden.

Im synchronisierten Zustand kann mit dem SMFA die Konstanz von Empfängern über längere Zeiträume beobachtet werden, indem die Senderfrequenz auf die Empfängerfrequenz oder umgekehrt in bestimmten Intervallen nachgestimmt wird.

1.1.6. Modulationsmöglichkeiten und deren Anwendung bei Empfängern

Neben der Möglichkeit, den Träger des SMFA in der Amplitude und der Frequenz getrennt zu modulieren, sei hier besonders darauf hingewiesen, daß man auch gleichzeitig die Amplitude und die Frequenz des Trägers modulieren kann, wobei sowohl für AM als auch für FM so günstige Eigenschaften erreicht werden, wie sie üblicherweise nur mit getrennten Meßsendern realisiert werden.

Man kann also, um bei AM-Empfängern die Auswirkungen von Störhuben beliebiger Größe zu untersuchen, den Träger im SMFA mit dem geforderten Störhub modulieren.

Wenn man zusätzlich die Modulationsfrequenz der Stör-FM verschieden von der der Nutz-AM wählen will, stehen die beiden Eingänge für externe AM und FM zur Verfügung. Man kann hier dank der eingebauten Modulationsverstärker mit NF-Spannungen von etwa 1 V den Maximalhub und den größten Modulationsgrad erreichen. Die externe Modulationsfrequenz kann ebenfalls 10 Hz...100 kHz betragen. Umgekehrt kann auch bei FM-Betrieb das Modulationsprodukt zusätzlich amplitudenmoduliert werden, und zwar intern mit der gleichen Frequenz, die der eingebaute Modulationsgenerator liefert, oder mit einer oder zwei externen Modulationsfrequenzen über die entsprechenden Eingängen.

Es können somit ZF-Verstärker und Diskriminator-schaltungen auf Empfindlichkeit und Begrenzerwirkung untersucht werden.

Weiterhin kann mit der Feinverstimmung die Nachstimmung von Empfängern geprüft werden. Mit ihr kann eine Auswanderung des Senders oder des Empfängeroszillators imitiert werden. Es ist darauf zu achten, daß, wenn die Summe aus Hub und Feinverstimmung den angegebenen Maximalhub überschreitet, Verzerrungen (Klirrfaktor) auftreten können.

Bei allen diesen Messungen ist besonders vorteilhaft, daß Hub, Modulationsgrad und Feinverstimmung einzeln eingestellt und kontrolliert werden können.

1.1.7. Stereomodulation

Der SMFA ist in den Bereichen um 10,7 MHz und zwischen 20 und 510 MHz stereofähig.

Zur Stereomodulation wird das in einem Stereocoder, z. B. dem MSC BN 4192/2, aufbereitete Multiplex-Signal an den FM-Eingang des SMFA gelegt, die gewünschte Hochfrequenz und der geforderte Hub können nach 2.4.4.1. eingestellt werden.

Hiermit kann jeder Empfänger und ZF-Verstärker auf seine Stereoeigenschaften untersucht werden.

Zur Dekodierung des vom Diskriminator des Empfängers stammenden Multiplexsignals kann der Stereodecoder MSDC BN 4193 verwendet werden. Die Übersprechwerte in dB werden direkt am MSDC angezeigt. Meßaufbau siehe Bild 3.

Die Einpegelung des Frequenzhubes erfolgt am besten so, daß für ein Multiplexsignal ohne Pilot und 100 % Aussteuerung ein Frequenzhub von 67,5 kHz eingestellt wird. Für ein Multiplexsignal mit Pilot dürfen 75 kHz Hub nicht überschritten werden.

1.1.8. Schmalbandwobbeln mit dem SMFA

Der SMFA kann zur Messung von schmalbandigen Filtern, AM-Empfängern und abgestimmten Verstärkern mit der Frequenzhubeinrichtung gewobbelt werden. Die Wobbfrequenz kann minimal 10 Hz betragen. Hierfür wird der Sender auf „FM eigen“, der gewünschte Hub und am Modulationsgenerator die gewünschte Wobbfrequenz eingestellt. Der beim Wobbeln auftretende Frequenzgang der Meßobjekt-Ausgangsspannung kann mit einem Oszillografen direkt oder demoduliert sichtbar gemacht werden.

Der Ausgang des Demodulators wird hierfür an den Y-Eingang des Oszillografen, die Modulationsfrequenz des Senders an den X-Eingang angeschlossen. Zur externen Frequenzmodulation kann auch die Sägezahnspannung des Oszillografen benutzt werden. Hierbei ist die frequenzlineare Ablenkung ein besonderer Vorteil. Als Modulationsspannung genügen 2,8 V_{SS} für maximalen Frequenzhub; mit mehr als 30 V_{SS} wird die zulässige Belastungsgrenze überschritten.

1.1.9. Dämpfungsmessungen an Meßobjekten mit großer Dämpfung

Die Ausgangsspannung des zu messenden Vierpols wird entweder mit einem HF-Voltmeter (z. B. URV BN 10913, USVH BN 1521 oder USVV BN 1522) gemessen oder mit einem Empfänger (z. B. HFH BN 15001, ESU BN 150021) direkt gleichgerichtet. Da es einfacher ist, eine modulierte Richtspannung zu verstärken, ist es vorteilhaft, die Senderspannung in ihrer Amplitude zu modulieren (z. B. mit 1 kHz).

Die Modulation bringt aber auch Vorteile bei der Messung sehr kleiner Spannungen, bei denen bereits das Rauschen stört. In solchen Fällen kann die Meßbandbreite über die Empfängerbandbreite hinaus dadurch stark eingengt werden, daß die Meßfrequenz moduliert wird und ein selektiver Anzeigeverstärker nachgeschaltet wird. (Als Anzeigeverstärker können z. B. der UBK BN 12120, FTA BN 48302, FNA BN 48301, FUA BN 48303 verwendet werden.)

Es sollte darauf geachtet werden, daß bei der Messung sehr kleiner Spannungen der Meßaufbau eine ausreichende Hochfrequenzschirmung hat, um äußere

Störspannungen abzuhalten. Die kontinuierliche Durchstimmbarkeit des eingebauten Modulationsgenerators erweist sich hierbei als sehr vorteilhaft, da mit deren Hilfe die Modulation auf jedes Anzeigesystem abgestimmt werden kann. Man kann nach folgenden zwei Methoden verfahren:

- a) Man eicht den Ausschlag des Anzeigeverstärkers mit dem Stufen- und kontinuierlichen Teiler des SMFA (Meßanordnung siehe Bild 4a). Nach der Eichung wird das Meßobjekt zwischen SMFA und Empfänger geschaltet (Meßanordnung siehe Bild 4b).

Man kann jetzt einmal die Grunddämpfung im Durchlaßbereich, zum zweiten die Dämpfung im Sperrbereich sowie die Flanken des Filters messen.

Bei schmalbandigen Meßobjekten erweist sich hierbei die elektronische Feinverstimmung des SMFA als außerordentlich praktisch. Mit ihr können Verstimmungen bis maximal ± 300 kHz in den oberen Bereichen rein elektronisch erzeugt werden.

- b) Wenn man Meßfehler im Anzeigesystem eliminieren will, benutzt man den Anzeigeverstärker nur als Indikator. Es wird hierfür mit dem SMFA die Eingangsspannung so eingestellt, daß die Ausgangsspannung am Anzeigesystem konstant bleibt.

Dies ist ferner günstig, wenn man Übersteuerungen im Anzeigeteil vermeiden will und einen besonders günstigen Arbeitspunkt einer Kennlinie beibehalten will.

Die Dämpfungswerte können am Stufen- und kontinuierlichen Teiler des SMFA abgelesen werden.

1.1.10. Der SMFA als NF-Generator

Die Spannung des Modulationsgenerators mit dem Frequenzbereich 10 Hz bis 100 kHz kann außer zur internen Modulation auch an einer entsprechenden Buchse an der Frontplatte für externe Messungen entnommen werden.

Die Leerlaufspannung an der Buchse kann mit einem geeichten Potentiometer unabhängig von der jeweiligen Modulation eingestellt und abgelesen werden.

Da der Innenwiderstand des NF-Generators $\cong 3 \text{ k}\Omega$ ist, muß darauf geachtet werden, daß die EMK des NF-Generators nicht von einem zu kleinen Außenwiderstand beeinflußt wird.

Um dies zu gewährleisten, ist der Außenwiderstand $R_A \cong 50 \text{ k}\Omega$ zu wählen. Bei kleineren R_A -Werten muß eventuell eine im Leerlauf eingestellte Modulation bei Belastung kontrolliert und nachgestellt werden.

Mit dem Modulationsgenerator lassen sich NF-Schaltungen auf ihre Tauglichkeit und Funktion prüfen.

1.1.11. Umwandlung des unsymmetrischen Ausgangs in einen symmetrischer

Der unsymmetrische koaxiale Ausgang des SMFA kann mit dem Impedanzwandler BSI BN 9093. . symmetriert werden. Der unsymmetrische Anschluß dieses Übertragers ist ein Dezifix B, der symmetrische Anschluß hat zwei Buchsen für 1,3-mm-Stiftdurchmesser, Abstand 12,6 mm. Dieser Übertrager ist in drei Ausführungen von 10 MHz. . . 1000 MHz lieferbar (BN 90634/200. . . 90636/200). Unter 10 MHz empfiehlt es sich, einen Symmetrierübertrager nach Bild 5a, zu verwenden. Falls die Anforderungen an die Symmetrie und an den Wellenwiderstand nicht zu groß sind, kann ein Symmetrierübertrager nach Bild 5b gefertigt werden.

Wenn die Spannung nur symmetrisch aber nicht erdsymmetrisch sein muß, kann eine Widerstandskombination nach Bild 5c verwendet werden. Es muß aber darauf geachtet werden, daß der hier entstehenden Spannung eine Gleichtaktspannung überlagert ist.

1.1.12. Messen der Bandbreite von Schwingkreisen

Die Resonanzfrequenz des Schwingkreises wird mit Hilfe des Auskoppelkopfes 41300-36 und eines kleinen Koppelkondensators angeregt (siehe Bild 6).

Hier ist zu beachten, daß der durch den Auskoppelkopf 41300-36 des SMFA in den Schwingkreis transformierte Widerstand möglichst groß sein muß, um den Kreis nicht zu bedämpfen. Der Senderinnenwiderstand (mit Auskoppelkopf 41300-36 = 25 Ω) bildet mit dem Koppelkondensator ein RC-Glied. Der Trennkondensator im Auskoppelkopf kann vernachlässigt werden. Die Grenzfrequenz dieses RC-Gliedes muß sehr viel größer sein als die Schwingkreisfrequenz, damit der Resonanzwiderstand nicht verkleinert wird. Der Ersatzwiderstand R_p , der parallel zum Schwingkreis liegt, berechnet sich nach folgender Gleichung:

$$R_p [\Omega] = R \left[1 + \left(\frac{f_s}{f} \right)^2 \right]$$

wobei

$$f_s = \frac{1}{RC \cdot 2 \pi}$$

mit R_p = Ersatzwiderstand, der den Schwingkreis bedämpft

R = Senderinnenwiderstand mit Tastkopf = 25 Ω

C = Koppelkondensator (einige pF)

f = Schwingkreisfrequenz

Experimentell kann der Koppelkondensator C auf folgende Weise bestimmt werden:

Man wählt einen geeigneten C-Wert und schaltet zwei Kondensatoren mit jeweils dem doppelten Wert parallel als Koppelkondensator vor den Schwingkreis. Die Resonanzspannung wird mit dem Röhrenvoltmeter URV BN 10913 gemessen.

Die beiden Kondensatoren werden jetzt in Reihe geschaltet und wieder wird die Schwingkreisspannung gemessen.

Sinkt bei der Reihenschaltung die Resonanzspannung nicht auf den vierfachen Teil, sondern weniger ab, so wurde bei der Parallelschaltung der Kondensatoren den Kreis unzulässig hoch bedämpft. Man muß dann einen kleineren Koppelkondensator wählen, um die tatsächliche Bandbreite des Kreises messen zu können.

Die Schwingkreisspannung wird mit einem Röhrenvoltmeter gemessen, dessen Tastkopf dieselben Bedingungen erfüllen muß, die für den SMFA-Tastkopf mit dem zusätzlichen Koppelkondensator gelten. Das Röhrenvoltmeter URV BN 10913 mit dem dazugehörigen Tastkopf erfüllt diese Bedingungen.

Zum Messen der Resonanzspannung wird die Frequenz des SMFA so lange verstimmt, bis die Spannung am URV ein Maximum erreicht hat. Man stimmt den Anzeigebereich des Röhrenvoltmeters mit der Spannung des SMFA so ab, daß das Röhrenvoltmeter Vollausschlag anzeigt. Jetzt wird mit der Feinverstimmung des SMFA die Frequenz positiv und negativ so weit verstimmt, bis der Ausschlag des Röhrenvoltmeters um 3 dB (0,707fachen Wert) abgesunken ist. Die jeweiligen Frequenzwerte können sehr genau auf der Frequenzskala des SMFA interpoliert werden. In den unteren Frequenzbereichen kann die elektronische Feinverstimmung benutzt werden, um Grenzfrequenzen zu ermitteln.

Folgendes Beispiel und Bild 7 zeigen die Messung der absoluten und die Errechnung der relativen Bandbreite aus dem Meßergebnis:

Es wurde bei maximaler Resonanzspannung U_{res} am Meßobjekt $f_{res} = 100$ MHz am SMFA abgelesen.

Um $\frac{1}{\sqrt{2}} = 0,707 U_{res}$ oder 3 dB Abfall zu erreichen, mußte um +450 kHz und -550 kHz verstimmt werden.

Daraus folgt:

$$\text{absolute Bandbreite} \quad (450 + 550) \text{ kHz} = 1000 \text{ kHz}$$

$$\text{relative Bandbreite} = \frac{\Delta f}{f_{res}} \cdot \frac{1}{100} = 1 \%$$

$$\text{Güte des Schwingkreises } Q = \frac{f_{res}}{\Delta f} = \frac{100}{1} = 100$$

1.2. Arbeitsweise und Aufbau

(siehe hierzu die Bilder 21 bis 27)

Anhand des vereinfachten Blockschaltbildes Bild 21 ist die im folgenden beschriebene Arbeitsweise leicht zu verstehen. Im Abschnitt 3.2. Funktionsbeschreibung ist näher auf die Wirkungsweise der einzelnen Baugruppen eingegangen. Der folgende Abschnitt soll einen groben Überblick über den Aufbau des Gerätes geben.

Der HF-Teil des Gerätes besteht aus vier Gegentaktstufen, die in einem Aluminiumgußgehäuse verwindungsfrei und temperatursgeschützt angeordnet sind.

Der Oszillator ist luftdicht gekapselt, wodurch er weitgehend unabhängig von äußeren Temperaturschwankungen wird. Er ist mit Nuvistoren bestückt, deren Bauweise eine hohe Frequenzkonstanz, kleine Störmodulationen und geringe Exemplarstreuungen garantieren. Der Oszillator läßt sich von einer an der Synchronisierbuchse zugeführten HF-Spannung synchronisieren. Die HF-Spannung wird im Synchronisierverstärker verstärkt, verzerrt und lose in den Oszillator eingekoppelt. An den Schirmgittern der Röhren RÖ102 und RÖ103 wird die Differenzfrequenz abgenommen, einem Anzeigeverstärker mit nachfolgender Gleichrichtung zugeführt und mit einem Instrument angezeigt. Zur Synchronisation genügen bereits Normalfrequenzgeneratoren bis 30 MHz und 100 mV EMK an 50 Ω (z. B. der Frequenzmesser WIK BN 4421).

Parallel zum Oszillatorschwingkreis sind Reaktanzröhren geschaltet, die als gesteuerte Induktivität wirken. Da hier ebenfalls Nuvistoren verwendet werden, die stark gegengekoppelt sind, erreicht man eine gute Linearität des Reaktanzröhren-Blindstromes, womit die Modulationskennlinie in einem großen Bereich angesteuert werden kann.

Es ist somit gleichzeitig eine lineare Frequenzmodulation und infolge loser Ankopplung, eine gute Frequenzkonstanz erreicht. Mit dieser Reaktanzröhrenschaltung kann der Sender frequenzmoduliert und neben der mechanischen Feinabstimmung auch elektronisch feinverstimmt werden. Die Modulationsfrequenz wird entweder aus dem eingebauten RC-Generator oder über die FM-Buchse an der Frontplatte dem FM-Verstärker zugeführt, der wiederum zum Erreichen guter Konstanz und geringer Exemplarstreuung

mit zwei Nuvistoren bestückt ist. Dem FM-Verstärker folgt ein Impedanzwandler, der die Modulationsspannung zur Gleichspannung der Feinver-
stimmung hinzu addiert. Hinter dem FM-Impedanzwandler wird die NF-
Spannung zur Hubanzeige entnommen. Ein Hubnetzwerk sorgt dafür, daß
Frequenzhub und Feinverstimmung bei Änderung der Trägerfrequenz kon-
stant bleiben.

Dem Oszillator folgt eine aperiodische Trennstufe, die wiederum eine ab-
gestimmte Leistungsstufe ansteuert. Sie erzeugen zusammen die für die
klirrfaktorarme Amplitudenmodulation erforderliche große Aussteuerungs-
amplitude für die Endstufe und eine genügend große Entkopplung zwischen
Oszillator und Endstufe. Hiermit wird die Frequenzrückwirkung bei Aus-
gangsspannungsänderungen und die Störfrequenzmodulation bei AM auf
einen vernachlässigbaren Wert herabgesetzt.

Die End- und Modulatorstufe wird in den unteren Frequenzbereichen mit
konstantem Ruhestrom betrieben. Bei Modulation wird der Anodenwechsel-
strom mit Hilfe der Modulationstransistoren proportional der Modulations-
amplitude eingepreßt. Bei dem gewählten C-Betrieb ergibt sich eine hohe
Linearität der Modulationskennlinie, was einen kleinen Modulationsklirr-
faktor garantiert. Die Modulationsfrequenz wird entweder dem RC-Genera-
tor entnommen oder über den AM-Eingang dem AM-Verstärker zugeführt;
von hier gelangt sie zu den Modulationstransistoren der Endstufe. Der
Wechselstromanteil des HF-Trägers, der dem Modulationsgrad entspricht,
wird dem Anzeigeverstärker zugeführt und angezeigt.

Um auch in den unteren Frequenzbereichen eine gute Oberwellensiebung
und eine ausreichende Bandbreite zur Modulation zu erhalten, ist der abge-
stimmte Kreis als Bandfilter geschaltet. In den mittleren und oberen Fre-
quenzbereichen kann die Ausgangsspannung automatisch geregelt werden.
Mit dieser Regelung ist zur Verbesserung des AM-Klirrfaktors eine Modu-
lationsgegenkopplung verbunden. Ohne Regelung muß dann gearbeitet wer-
den, wenn vom Ausgang her HF-Spannung in den Sender eingespeist wird,
da sonst der Amplitudenregler gestört würde. In den oberen Frequenz-
bereichen dient die Endstufe gleichzeitig zur Frequenzverdreifachung und
erlaubt hiermit bei hohen Trägerfrequenzen große Frequenzhübe mit kleinem

Modulationsklirrfaktor. Da infolge der Frequenzverdreifachung in der Endstufe der Oszillator auf $1/3$ der Ausgangsfrequenz schwingt, wird seine Frequenzkonstanz wesentlich erhöht und die Synchronisation mit niedrigen Frequenzen begünstigt.

Die Ausgangsspannung des Senders wird nach dem Endstufenkreis eingestellt, und zwar stufenweise durch Serienschaltung von 10-dB-Dämpfungsgliedern und kontinuierlich durch ein Potentiometer mit logarithmischer Kennlinie. Die Ausgangsspannung ist somit von 1 V an 50Ω bis zu Bruchteilen eines μV einstellbar.

Zur Eigenmodulation ist ein RC-Generator eingebaut, der von 10 Hz bis 100 kHz durchstimmbare ist. Seine kontinuierlich einstellbare Spannung steht für NF-Messungen und zur Synchronisation von Oszillografen an einer Buchse (Frontplatte) zur Verfügung.

Der Grad der Feinverstimmung wie auch der Frequenzhub und der Amplitudenmodulationsgrad werden von einem Instrument angezeigt (umschaltbar). Ein weiteres Instrument zeigt die HF-Ausgangsspannung an.

Alle Spannungsversorgungen (einschließlich Gleichstromheizung) sind stabilisiert.

1.3. Technische Daten

Frequenzbereiche	1,39...510 MHz
	unterteilt in 12 Teilbereiche:
	1: 1,39...2,9 MHz
	2: 2,8...5,9 MHz
	3: 5,6...11,7 MHz
	4: 11...23 MHz
	5: 22...45 MHz
	6: 43,5...89 MHz
	7: 86...118 MHz
	8: 114...158 MHz
	9: 153...211 MHz
	10: 205...283 MHz
	11: 275...380 MHz
	12: 370...510 MHz

Überlappen der Teilbereiche $\cong 2,5 \%$

Fehlergrenzen der Frequenzanzeige
(nach > 2 h Einlaufzeit) $\cong \pm(5 \cdot 10^{-3} + 20 \text{ kHz})$

Abstimmung Skala annähernd linear
etwa 12 x 350 mm

Grobtrieb 4 Umdrehungen pro Teilbereich

Feintrieb Übersetzung 1:50
 $\cong 200$ Umdrehungen pro Teilbereich

Skalenstrichabstand etwa 2...6 mm

1,39...4 MHz	10 kHz
4...11,7 MHz	50 kHz
11...23 MHz	100 kHz
22...45 MHz	200 kHz
43,5...211 MHz	500 kHz
211...510 MHz	1 MHz

Kleinste erreichbare Auflösung
durch Interpolation $1/10$ Skalenstrichabstand

Frequenzänderung $\frac{\Delta f}{f}$ innerhalb
15 Minuten nach 4 Stunden Betriebs-
dauer bei konstanter Netzspannung
und Raumtemperatur $\cong 3 \cdot 10^{-5}$

Frequenzänderung $\frac{\Delta f}{f}$ bei
Netzspannungsschwankungen $\pm 10 \%$ $\cong \pm 5 \cdot 10^{-6}$

Frequenzänderung $\frac{\Delta f}{f}$ bei
Betätigung des Teilers $\cong \pm 1 \cdot 10^{-6}$

HF-Klirrfaktor

Oberwellenabstand $\cong 22$ dB typischer Wert 30 dB

Nebenwellenabstand $\cong 22$ dB typischer Wert 28 dB

Stör-FM

(Hub bei unmoduliertem Betrieb) $\cong \pm(2 \cdot 10^{-7} + 20 \text{ Hz})$

Stör-AM

(AM bei unmoduliertem Betrieb) $m \cong 0,3 \text{ ‰}$

HF-Ausgang Dezifix B, umrüstbar

Innenwiderstand 50 Ω

Welligkeitsfaktor s $\cong 1,2$ (für Ausgangsteilerstufen
 $\cong 0,3 \text{ V}$)

Ausgangsspannung $0,03 \mu\text{V}_{\text{eff}} \dots \cong 1 \text{ V}_{\text{eff}}$
($\cong 2 \text{ V}_{\text{eff}}$ ohne AM)

Spannungsmessbereiche ohne Teiler 1 V und 3 V bzw. 110 und 120 dB μV

Ausgangsteiler mit 10-dB-Stufen $0,3 \mu\text{V} \dots 0,3 \text{ V}$ bzw.
-20...+100 dB μV

Fehlergrenzen des Teilers von Stufe zu Stufe $\cong \pm 0,1 \text{ dB}$
von 30...120 dB $\cong \pm 0,3 \text{ dB}$
 $\cong 130 \text{ dB} \cong \pm 0,5 \text{ dB}$

Kontinuierlicher Ausgangsregler

(logarithmisch) > 20 dB mit mechanischem
Feintrieb

Spannungsanzeige Einweg-Spitzen-Gleichrichtung
der Ausgangs-EMK
in Effektivwerten geeicht

Spannungsanzeige bei AM Trägeranzeige

Fehlergrenzen der Spannungsanzeige

(ab 1/3 Vollausschlag) bis 300 MHz

bis 1 V_{eff} EMK $\cong \pm(0,3 \text{ dB} \pm 1,5 \text{ ‰ vom Endwert})$

3 V_{eff} EMK $\cong \pm(0,5 \text{ dB} \pm 3 \text{ ‰ vom Endwert})$

Frequenzgang der Spannungsanzeige
oberhalb 300 MHz

bis 1 V_{eff} EMK $\cong 0,5 \text{ dB}$ zusätzlich

> $1 \dots 3 \text{ V}_{\text{eff}}$ EMK $\cong 1 \text{ dB}$ zusätzlich

Frequenzgang der Ausgangsspannung
bei 1 V EMK

In den Frequenzbereichen 1 bis 4 $\cong 3$ dB

In den Frequenzbereichen 5 bis 12

HF-Ausgang nicht geregelt $\cong 3$ dB

HF-Ausgang geregelt $\cong 1$ dB bis 1 V_{eff} EMK

$\cong 2$ dB für 1...3 V_{eff} EMK

Elektronische Feinverstimmung

Schalterstellungen -/Aus/+

Verstimmungsbereiche

Bereich 1 (1,39...2,9 MHz) max. ± 30 kHz

Bereich 2...8 (2,8...158 MHz) max. ± 100 kHz

Bereich 9...12 (153...510 MHz) max. ± 300 kHz

Verstimmungsanzeige mit Instrument

Anzeigebereiche 0...10/30/100/300 kHz

Fehlergrenzen der Anzeige $\cong \pm(5\%$ vom Anzeigewert
 $+2\%$ vom Endwert)

Synchronisation

Erforderliche Spannungsquelle 1,39...510 MHz, 100 mV EMK

Innenwiderstand $50 \Omega \pm 10\%$

Erforderlicher Frequenzbereich 1,39...30 MHz

Nachstimmbereich $\frac{\Delta f}{f}$ $\cong 1 \cdot 10^{-4}$

Anschluß („Synchron. Eingang f_s “) koaxiale HF-Buchse 3/7
(System BNC)

Eingebauter Modulationsgenerator

Frequenzbereich 10 Hz...100 kHz in 4 Teilbereichen
kontinuierlich durchstimmbar

Teilbereiche 10 Hz...100 Hz
100 Hz...1000 Hz
1 kHz...10 kHz
10 kHz...100 kHz

Frequenzgang der Ausgangsspannung

10 Hz... 30 Hz $\cong \pm 20 \%$

30 Hz... 100 kHz $\cong \pm 3 \%$

Ausgangsspannung (EMK) 0... 6 V
(am Einstellpotentiometer ablesbar)

Fehler der EMK-Ablesung
(50 Hz... 100 kHz) $\cong \pm 20 \%$

Innenwiderstand $\cong 3 \text{ k}\Omega$

Klirrfaktor

10 Hz... 100 Hz $< 1 \%$

100 Hz... 15 kHz $< 0,2 \%$

15 kHz... 100 kHz $< 1 \%$

Ausgang Modulationsgenerator koaxiale HF-Buchse 3/7
(System BNC)

Modulationen

Betriebsarten AM oder FM;
AM und FM gleichzeitig

Amplitudenmodulation

Betriebsarten eigen und fremd

Modulationsgrad einstellbar 0... 95 %

Frequenzbereich 10 Hz... 100 kHz

Modulationsklirrfaktor

Modulationsfrequenz $\cong 20 \text{ kHz}$

bei $m = 30 \%$ $\cong 2 \%$ (typischer Wert 1 %)

bei $m = 90 \%$ $\cong 6 \%$ (typischer Wert 3 %)

Modulationsfrequenz 20 kHz... 100 kHz

bei $m = 30 \%$ etwa 4 %

bei $m = 90 \%$ etwa 10 %

Modulationsfrequenzgang (bezogen
auf 1 kHz vom Instrument angezeigt)

HF-Ausgang ungeregelt

Modulationsfrequenzen

30 Hz... 50 kHz $\approx \pm 2$ %

Abfall bei 10 Hz ≈ -30 %

Abfall bei 100 kHz ≈ -15 %

HF-Ausgang geregelt (nur für
Frequenzbereiche 5...12)

Modulationsfrequenzen

30 Hz... 50 kHz $\approx \pm 2$ %

Abfall bei 10 Hz ≈ -20 %

Abfall bei 100 kHz ≈ -20 %

Spannungsbedarf bei

Fremdmodulation etwa 1 V an 600 Ω für $m = 100$ %

Eingang für

Fremdmodulation koaxiale HF-Buchse 3/7
(System BNC)

Modulationsgrad-Anzeige mit
Instrument

Anzeigebereiche 0...10/30/100 %

Fehlergrenzen $\approx \pm (5$ % vom Anzeigewert
 $+1,5$ % vom Endwert)

(In den Frequenzbereichen 5...12
(22... 510 MHz) gelten diese Fehler-
grenzen nur für die Betriebsart
„Ausgangsspannung geregelt“)

Stör-FM bei AM (30 % Modulation)

bei 1 kHz Modulationsfrequenz $\approx \pm (2 \cdot 10^{-6} + 50$ Hz)
(typischer Wert $1 \cdot 10^{-6} + 20$ Hz)

Phasenstörmodulation bei AM

($f_m = 1$ kHz, $m = 30$ %) Modulationsindex $\approx 0,1$

Frequenzmodulation

Betriebsarten eigen und fremd

Frequenzhub

Bereich 1 0...±30 kHz

Bereich 2 bis 8 0...±100 kHz

Bereich 9 bis 12 0...±300 kHz

Modulationsfrequenz 10 Hz...100 kHz

Modulationsklirrfaktor (ohne Feinverstimmung)	bei 1,39...3 MHz u. Hub ±15 kHz	} ≅ 1 %
	bei 3...5 MHz u. Hub ±30 kHz	
	bei 5...10 MHz u. Hub ±50 kHz	
	bei 10...160 MHz u. Hub ±75 kHz	
	> 160 MHz u. Hub ±100 kHz	
bei 1,39...510 MHz u. Maximalhub	} ≅ 2 %	

Modulationsfrequenzgang

Für Modulationsfrequenzen

10 Hz...53 kHz ≅ ±1 %

Für Modulationsfrequenz

53 kHz...100 kHz ≅ ±3 %

Modulationsphasengang $\Delta\varphi \cong \pm 1,5^\circ$
(Abweichung vom idealen Phasengang
zwischen 10 Hz und 53 kHz)

Spannungsbedarf bei

Fremdmodulation etwa 1 V an 600 Ω für Maximalhub

Eingang für Fremdmodulation koaxiale HF-Buchse 3/7
(System BNC)

Frequenzhubanzeige mit Instrument

Anzeigebereiche 0...10/30/100/300 kHz

Fehlergrenzen ±(5 % vom Anzeigewert
+1,5 % vom Endwert)

Übersprechen bei Stereo-

modulation ≅ 1,5 % ≅ 36 dB

Stör-AM bei FM

(Maximalhub) $m < 3 \%$

Bei Hub mit FM-Klirrfaktor < 1 %
und Nachstimmung auf Stör-AM-
Minimum m \cong 1,5 %

Netzanschluß

Netzspannung 115/125/220/235 V \pm 10 %
Frequenzbereich 47...63 Hz
Leistungsaufnahme etwa 150 VA

Temperaturbereich

Betriebsbereich
(garantierte Eigenschaften) +10...+45 °C
Arbeitsbereich 0...+45 °C
Lagerbereich -20...+60 °C

Abmessungen (B x H x T) 540 x 335 x 488 mm

Gewicht 51 kg

Bestückung

- 2 Ge-Dioden AAZ 18
- 2 Ge-Dioden AYY 10/120
- 2 Ge-Dioden G 498
- 2 Ge-Dioden G 498.1
- 1 Ge-Diode GD 731
- 1 Ge-Diode OA 73
- 2 Ge-Dioden OA 95

- 8 Si-Dioden ~~BY~~ 34
- 2 Si-Dioden OA 202
- 1 Z-Diode Z 5
- 1 Z-Diode Z 6
- 1 Z-Diode Z 10
- 1 Z-Diode Z 15
- 1 Z-Diode Z22
- 1 Si-Diode 1 N 914



Bestückung

1	Z-Diode	ZD 39
1	Z-Diode	ZD 47
2	Z-Diode	ZF 18
1	Z-Diode	1322
2	Nuvistoren	7586
6	Nuvistoren	7587
4	Pentoden E	810 F
2	Trioden	EC 8010
2	Relais	RSS 230041
2	Relais	RSS 230051
1	Schmelzeinsatz M	0,8 C DIN 41571 für 220/235 V
1	Schmelzeinsatz M	1,6 E DIN 41571 für 115/125 V
1	Schmelzeinsatz M	4 E DIN 41571
1	Schmelzeinsatz M	0,315 C DIN 41571
1	Schmelzeinsatz M	0,1 C DIN 41571
4	Skalenlampen	RL 165 S
3	Stabilisatoren	ZZ 1020
5	Si-Transistoren	BC 107 A
1	Si-Transistor	BF 19
3	Si-Transistoren	BFY 39 II
2	Si-Transistoren	BSY 52
8	Si-Transistoren	BSY 56
3	Si-Transistoren	BSY 76
2	Si-Transistoren	BSY 78
1	Si-Transistor	BSY 80
4	Si-Transistoren	2 N 2904
1	Si-Transistor	2 N 2905
2	Si-Transistoren	2 N 2907
1	Si-Transistor	2 N 3137
1	Si-Transistor	2 N 3442
2	Si-Transistoren	2 N 3866
1	Si-Transistor	40251



1.4. Mitgeliefertes Zubehör

1.4.1. Im Gerätekastenboden (Bild 19)

1	Adapterkabel	41300-34	
5	Skalenlampen	RL 165 S	
3	Schmelzeinsätze M 0,8	C DIN 41571	} gemeinsam in Polyäthylen- beutel eingeschweißt
3	Schmelzeinsätze M 1,6	E DIN 41571	
3	Schmelzeinsätze M 4	E DIN 41571	
3	Schmelzeinsätze M 0,315	C DIN 41571	
3	Schmelzeinsätze M 0,1	C DIN 41571	

1.4.2. Im Gerätekastendeckel (Bild 20)

1	Auskoppelkopf	41300-36
1	Trennkondensator mit Sicherung	41300-37
1	Innenleiter	41300-37.2
4	Schmelzeinsätze M 0,05	C DIN 41571

1.4.3. Auskoppelkopf

Eigenschaften und Anwendung

Der Auskoppelkopf BN 41300-36 besteht aus einem zylindrischen Tastkopfgehäuse, das an seiner Stirnseite einen Gewindebolzen zum Aufschauben beliebiger Tastspitzen trägt. Er kann über ein flexibles Koaxialkabel mit Dezifixstecker an den Meßsenderausgang angeschlossen werden. Im Tastkopfgehäuse ist das Anschlußkabel wellenwiderstandsrichtig abgeschlossen, hierbei wird die am Abschlußwiderstand stehende HF-Spannung über einen Trennkondensator ausgekoppelt und der aufgeschraubten Tastkopfspitze zugeführt.

Der Auskoppelkondensator hat eine Kapazität von $47000 \text{ pF} \pm 20 \%$, seine höchstzulässige Gleichspannungsbeanspruchung beträgt 400 V . Die Anschlußschaltung des Auskoppelkopfes ist einseitig geerdet, der Wellenwiderstand beträgt 50Ω .

Der Senderinnenwiderstand beträgt einschließlich Tastkopf vom Meßobjekt her gesehen 25Ω .

Der Auskoppelkopf dient zum Einspeisen der Meßsenderspannung in hochohmige Meßpunkte, die auch ein Gleichspannungspotential gegen Masse aufweisen können.

Meßanschlüsse

Das Tastkopfvorderteil enthält einen M3-Gewindebolzen, auf den wahlweise drei verschiedene Meßspitzen aufgeschraubt werden können.

Tastspitze (19129-5) in Isolierbuchse (etwa 30 mm lang),

lange Klemmspitze (19129-3) zum Einhaken an Verbindungsleitungen (federnde Einhaköse in etwa 80 mm langer Isolierbuchse),

kurze Klemmspitze (19129-6) zum axialen Einklemmen von Drähten von 0,8 bis 1 mm ϕ mit Schraub-Klemmkonus (etwa 20 mm lang).

Masseanschlüsse

Kabel (19129-8) mit Krokodilklemme (etwa 220 mm lang) zum Aufklebmen auf das Tastkopfrückteil,

Kabel (19129-7) mit Krokodilklemme (etwa 120 mm lang) zum Einstecken in die Klemmschelle 41300-36.7,

Klemmschelle (41300-36.7) zum Aufschieben auf das Tastkopfgehäuse mit 4-mm-Loch zum Einstecken eines Bananensteckers und einer Klemmvorrichtung für Drähte (max. 1 mm ϕ).

1.4.4. Trennkondensator mit Sicherung

Der Trennkondensator mit Sicherung BN 41300-37 besteht aus einem beidseitig mit umrüstbaren Dezifix-B-Steckern versehenen koaxialen Leitungstück mit der elektrischen Länge von etwa 11 cm. Im Innenleiter der Leitung sind ein wellenwiderstandsrichtig dimensionierter, keramischer Rohrkondensator und eine auswechselbare Feinsicherung eingefügt. (Das Auswechseln der Sicherungspatrone kann leicht nach Abschrauben des mit " —> öffnen" gekennzeichneten Anschlusses erfolgen.)

Der Trennkondensator mit Sicherung soll zum Schutz des Meßsenderausgangsteilers zwischen Meßsenderausgang und Meßobjekt geschaltet werden, wenn vom Meßobjekt eine höhere Gleich- oder Wechselspannung als 2,5 V auf den Meßsenderanschluß gelangen kann, die zur Beschädigung der Teilerwiderstände führen würde.

Tritt am Meßobjekt nur eine Gleichspannung auf, so kann für genauere Messungen die Sicherungspatrone durch einen wellenwiderstandsrichtig dimensionierten Bolzen ersetzt werden. Mit Sicherungspatrone ist zwangsläufig das Durchmesser Verhältnis und damit der Wellenwiderstand des koaxialen Leitungskreises gestört, was eine frequenzabhängige Vergrößerung des Reflexionsfaktors und einen Frequenzgang der Meßspannung zur Folge hat. Ein Schauloch ermöglicht eine Kontrolle, ob Sicherung oder Bolzen eingesetzt ist, ohne das Leitungsstück auseinanderschrauben zu müssen.

Wellenwiderstand 50 Ω
 Kapazität des Trennkondensators 12000 pF \pm 50 %
 Höchstzulässige Spannungsbeanspruchung 500 V-
 Sicherungspatrone M 0,05 C DIN 41571

Durchgangswelligkeit

Mit Sicherungspatrone

bei 30 MHz s = 1,16...1,30
 bei 100 MHz s = 1,41...1,66
 bei 200 MHz s = 1,94...2,45
 bei 300 MHz s = 2,64...3,44
 bei 400 MHz s = 3,36...5,45
 bei 500 MHz s = 4...9

Mit Bolzen (41300-37.2) s \leq 1,04

Betriebsdämpfung

Mit Sicherungspatrone

30 MHz	0,3...0,6 dB
100 MHz	0,76...1,20 dB
200 MHz	1,70...2,40 dB
300 MHz	2,60...3,50 dB
400 MHz	3,20...5,0 dB
500 MHz	4,0...7,0 dB

Wenn der Bolzen (41300-37.2) eingesetzt ist, kann die Betriebsdämpfung gegenüber dem Anzeigefehler vernachlässigt werden.

Dies hat zur Folge, daß z. B. bei 100 MHz um etwa 1 dB mehr EMK am SMFA eingestellt werden muß, um die Durchgangsdämpfung der Sicherung auszugleichen.

1.5. Empfohlenes Zubehör

- 1 Transportbehälter BN 41300-38
- 1 HF-Verbindungskabel (100 cm) BN 9111105/100
- 3 HF-Verbindungskabel (100 cm) BN 9111505/100
- 1 Dezifix B, 50 Ω R&S-Sach-Nr. FNB 1001/50
- 1 Umrüstsatz (Rohrsockel Auswahl nach Datenblatt) 902100
- 3 koaxiale HF-Stecker 3/7 (System BNC) R&S-Sach-Nr. FHM 11013/50
- 1 Stereocoder MSC BN 4192
- 1 Frequenzmesser WIK BN 4421