

Beschreibung

STEREO - MESS - SENDER  
SMSF

BN 41410/50

BN 41410/60

UKW - Bereich  
87... 108 MHz

ZF - Bereich  
10,2... 11,2 MHz

Anmerkung: Wir bitten, bei technischen Anfragen, insbesondere bei einer Anforderung von Ersatzteilen, außer der Type und Bestellnummer (BN) immer auch die Fabrikationsnummer (FNr.) des Gerätes anzugeben.

Printed in Western Germany

R 8762 B1.1

## I n h a l t s v e r z e i c h n i s

	<u>Seite</u>
1. <u>Beschreibung der Eigenschaften . . . . .</u>	4
1.1. Anwendung . . . . .	4
1.2. Technische Daten . . . . .	6
1.3. Bestückung . . . . .	7
1.4. Maße und Gewicht . . . . .	8
1.5. Farbe und Beschriftung . . . . .	8
1.6. Bestellbezeichnung . . . . .	8
1.7. Zubehör . . . . .	8
1.8. Arbeitsweise . . . . .	9
1.9. Empfohlenes Zubehör . . . . .	10
2. <u>Inbetriebnahme und Bedienung . . . . .</u>	12
2.1. Bedienungselemente . . . . .	12
2.2. Inbetriebnahme . . . . .	13
2.2.1. Einstellen auf die gegebene Netzspannung . . . . .	13
2.2.2. Einschalten . . . . .	13
2.3. Bedienung . . . . .	13
2.3.1. Anschließen der Modulations-Spannungsquelle . . . . .	13
2.3.2. Anschließen des Verbrauchers . . . . .	14
2.3.3. Einstellen der Frequenz . . . . .	14
2.3.4. Einstellen der Ausgangsspannung . . . . .	15
2.3.5. Frequenzmodulation . . . . .	17
2.3.6. Schmalbandwobbeln . . . . .	18

	<u>Seite</u>
<u>3.      Wartung und Reparatur</u> . . . . .	19
3.1.    Wartung der Lager . . . . .	19
3.2.    Einstellen der Heizspannung . . . . .	19
3.3.    Einstellen der Ausgangsspannung im Bereich 1 . . . . .	19
3.4.    Einstellen der Ausgangsspannung im Bereich 2 . . . . .	20
3.5.    Einstellen des Hubes im Bereich 1 . . . . .	20
3.6.    Einstellen des Hubes im Bereich 2 . . . . .	21
3.7.    Ändern auf größere Modulations-Eingangsspannungen . . . . .	21
3.8.    Ersatz der grünen Signallampe . . . . .	22
3.9.    Nachstellen der Frequenz . . . . .	22
3.10.   Röhrenwechsel . . . . .	23
3.11.   Ersatz der Reaktanzröhren . . . . .	23
<u>4.      Abbildungen</u>	
Bild 1: Gesamtansicht . . . . .	24
Bild 2: Innenansicht von oben . . . . .	25
Bild 3: Innenansicht von unten . . . . .	26
Bild 4: Blockschaltbild . . . . .	27
Bild 5: Frequenzhub des SMSF in Abhängigkeit von der Aussteuerung des Stereo-Coders MSC . . . . .	28
Bild 6: Modulationsspannungsbedarf des SMSF in $V_{\text{eff}}$ und $V_{\text{Spitze}}$ oder Gleichspannung . . . . .	29
Bild 7: Frontansicht . . . . .	30
<u>5.      Stromläufe und Schaltteillisten</u>	

## 1. Beschreibung der Eigenschaften

### 1.1. Anwendung

Der Stereo-Meßsender S M S F BN 41410 ist ein Spezialgerät, welches in seinen Eigenschaften auf die Untersuchung der Übertragungseigenschaften von Stereo-FM-Empfängern und Demodulatoren im UKW-Rundfunkbereich oder auf der üblichen Zwischenfrequenz ausgelegt ist. Der Sender zeichnet sich durch gute FM-Modulationseigenschaften aus, die denen eines UKW-Rundfunksenders entsprechen.

Im Gegensatz zu einfachen Stereo-Prüfgeneratoren, welche nur mit einzelnen Testfrequenzen arbeiten, bestreicht der SMSF kontinuierlich den gesamten UKW-Rundfunkbereich. Der Zwischenfrequenzbereich des SMSF läßt sich von 10,2 bis 11,2 MHz durchstimmen. Durch diese um  $\pm 0,5$  MHz stetig veränderbare Frequenz, mit der Mittenfrequenz von 10,7 MHz, sind Untersuchungen der Zwischenfrequenzstufen von FM-Empfängern, wie zum Beispiel Empfindlichkeits- und Selektivitätsmessungen, die Aufnahme der Diskriminatorkennlinien oder die Überprüfung der Begrenzerwirkung auf einfache Weise möglich.

Die Frequenzmodulation entspricht den erhöhten Anforderungen für die im UKW-Bereich übliche und für Stereo-Übertragung notwendige höhere Übertragungsqualität. Besonders bei der Kontrolle von UKW-Ballempfängern ergeben sich außerordentlich hohe Anforderungen an den zu verwendenden FM-Meßsender. Das Pflichtenheft der Rundfunkanstalten schreibt z. B. für alle Ballempfänger einen kleineren Modulationsklirrfaktor als 0,5 % bei 75 kHz Frequenzhub vor.

Der Amplituden- und Phasengang für die Modulationsfrequenz im SMSF ist so gering, daß das hierdurch bei Stereo-Modulation verursachte Übersprechen vernachlässigbar ist. Der geringe Eigenstörhub des SMSF ermöglicht die Messung hoher Störabstände. Ein hochfrequenzdichter Aufbau und der eingebaute geeichte Ausgangsspannungsteiler erlauben die Einstellung sehr kleiner Ausgangsspannungen, dadurch können Messungen bis an die Rauschgrenze der FM-Empfänger durchgeführt werden.

Die Aufbereitung des Stereo-Modulationssignals muß in einem Stereo-Coder erfolgen. In Verbindung mit dem Stereo-Coder MSC bietet der Stereo-Meßsender SMSF alle Möglichkeiten für Untersuchungen an Stereo-Empfangsanlagen.

Mit Hilfe eines abstimmbaren Verstärkers, z. B. ASV, kann das Ausgangssignal des SMSF weiter verstärkt oder rückwirkungsfrei auf mehrere Arbeitsplätze verteilt werden. Die Verwendung des ASV hat darüber hinaus noch den Vorteil, das Ausgangssignal des SMSF zusätzlich hochwertig amplitudenmodulieren zu können.

Die Kombination MSC, SMSF und ASV eignet sich gut zur Errichtung eines zentralen Werksenders.

## 1.2. Technische Daten

### Frequenzbereiche

(je Bereich eine Skala)

VHF-Bereich (1) . . . . .	87 ... 108 MHz
Skalenauflösung im Mittel .	150 kHz/mm
Fehlergrenzen der Frequenzeinstellung . . . .	< 200 kHz
ZF -Bereich (2) . . . . .	10,2 ... 11,2 MHz
Skalenauflösung im Mittel .	10 kHz/mm
Fehlergrenzen der Frequenzeinstellung . . . .	< 20 kHz
Frequenzinkonstanz (innerhalb 15 min nach 2 Stunden Einlaufzeit) . . . .	$\leq$ 1 kHz

### HF-Ausgänge

Innenwiderstand . . . . .	50 oder 60 $\Omega$ , je nach Bestellbezeichng.	
	HF-Ausgang 1 (unten)	HF-Ausgang 2 (oben)
EMK im VHF-Bereich	0,1 $\mu$ V...0,3 mV	0,1 mV...0,3 V
im ZF -Bereich	0,3 $\mu$ V...1 mV	0,3 mV... 1 V
Einstellfehler . . . . .	< $\pm$ 2 dB (Fehler der Ausgangsspannung bei Abschluß mit $Z_0$ )	
Frequenzgang der Ausgangsspannung . . . . .	$\pm$ 0,5 dB, bezogen auf Bereichsmittle	

### Frequenzmodulation

Modulationsfrequenzbereich . .	0 ... 100 kHz
Frequenzhub . . . . .	0 ... 100 kHz

Erforderliche Modulations- spannung (fremd) für 75 kHz Frequenzhub und $f_{\text{Mod}} = 1 \text{ kHz}$ . . .	$1,55 V_{\text{eff}}$ ( $\hat{=} + 6 \text{ dB}$ )
Eingangswiderstand . . . . .	$2 \text{ k}\Omega$
Fehlergrenzen des Frequenzhubes	$\pm 5 \%$ für $f_{\text{Mod}} = 1 \text{ kHz}$
Modulations-Frequenzgang . . .	$\pm 0,1 \text{ dB}$ von $30 \text{ Hz} \dots 53 \text{ kHz}$ $\pm 0,5 \text{ dB}$ bei $100 \text{ kHz}$ (bezogen auf $1 \text{ kHz}$ )
Phasengang der Modulationsfrequenz ( $\Delta\varphi$ ) . . .	$< 1^\circ$ (für $f_{\text{Mod}} 30 \text{ Hz} \dots 53 \text{ kHz}$ )
Modulationsklirrfaktor für $75 \text{ kHz}$ Frequenzhub . . . . .	$< 0,5 \%$ (typischer Wert $0,2 \%$ )
Eigenstörhub . . . . .	$< 15 \text{ Hz}$
Übersprechdämpfung bei Stereo-Modulation . . . . .	$> 40 \text{ dB}$

### Allgemeine Daten

Ein- und Ausgänge . . . . .	umrüstbare HF-Buchsen 4/13 DIN 47284
Netzanschluß . . . . .	$115 / 125 / 220 / 235 \text{ V} \pm 10 \%$ $47 \dots 63 \text{ Hz}$ ( $14 \text{ VA}$ )

### 1.3. Bestückung

2 Nuvistortrioden	7586
4 Nuvistortetroden	7587
3 Transistoren	BSY 52
1 Transistor	BSY 86
1 Transistor	40250
1 Transistor	BFY 39
1 Transistor	2N 3702
7 Gleichrichter und Dioden	
6 Zenerdioden	

1.4. Maße und Gewicht

19" Kastengerät	484 x 105 x 339 mm
Gewicht	13 kg

1.5. Farbe und Beschriftung

Farbe	Frontplatte grau RAL 7001
	Kasten grau RAL 7011
Beschriftung	zweisprachig: deutsch / englisch

1.6. Bestellbezeichnung

Stereo-Meßsender SMSF

50  $\Omega$  - Ausführung BN 41410/50

60  $\Omega$  - Ausführung BN 41410/60

1.7. Zubehör

Netzanschlußkabel	LKA 08025
-------------------	-----------

1.8. Arbeitsweise (Blockschaltbild Bild 4, Seite 27)

---

Der Stereo-Meßsender SMSF BN 41410 ist ein teiltransistorisiertes Gerät in moderner 19"-Ausführung. Dieser raumsparend aufgebaute Meßsender besteht aus einem Sender- und dem Netzteil.

Im abgeschirmten Senderteil sind zwei frequenzmodulierbare Oszillatoren, ein Verstärker und der veränderbare Ausgangsspannungsteiler untergebracht. Die Oszillatoren arbeiten erdsymmetrisch, sie benützen je einen Nuvistor als Oszillator- und je zwei Nuvistoren als Reaktanzröhren. Die Verwendung von Nuvistoren anstelle von Transistoren ermöglicht den kleinen Störhub, die hohe Frequenzkonstanz und die sehr kleinen Modulationsklirrfaktoren dieses Meßsenders. Beide Oszillatoren sind durch je einen Drehkondensator innerhalb der geforderten Frequenzbereiche durchstimmbar. Jedem der beiden Oszillatoren sind zwei Nuvistortetroden zugeordnet, die als veränderliche Induktivität eine einwandfreie Frequenzmodulation ermöglichen. Diese Anordnung wurde gewählt, um bei kapazitiver Abstimmung der Oszillatoren einen von der Frequenzeinstellung unabhängigen Modulationsspannungsbedarf über den gesamten Abstimmbereich zu gewährleisten. Der noch verbleibende Restfehler des Hubes wird durch je ein Mitlaufpotentiometer ausgeglichen. Dem Oszillator für die Zwischenfrequenz ist ein Transistorverstärker nachgeschaltet, um die für Untersuchungen an ZF-Stufen erforderliche höhere Ausgangsspannung zu gewinnen.

Die Hochfrequenz des jeweils eingeschalteten Oszillators gelangt über einen stetig einstellbaren Ausgangsteiler mit einer Dämpfung bis ungefähr 70 dB an die Ausgangsbuchse des Geräts. Die Skala des Ausgangsspannungsteilers ist in mV und dB $\mu$ V geeicht. In Serie zu einer zweiten Ausgangsbuchse liegt ein weiterer fester Teiler (60 dB), so daß an diesem Ausgang eine Gesamtdämpfung von etwa 130 dB erreicht wird.

Die Modulationsspannung kann wahlweise über die Buchse an der Frontplatte oder über die Buchse an der Rückseite des Geräts zugeführt werden. Jedem FM-Modulator ist ein Tiefpaßfilter zugeordnet, um eine Abstrahlung der Hochfrequenzenergie über die Modulationsleitungen zu ver-

hindern und um Modulationsfrequenzen über 100 kHz zu sperren. Die galvanische Kopplung der Modulationsleitung erlaubt andererseits auch tiefsten Frequenzen ungehindert Durchlaß, so daß auch eine statische Verstimmung bis 100 kHz mit einer kleinen Gleichspannung am Modulationseingang möglich ist. Ein positiver Wert des Modulationssignals bewirkt einen positiven Hub und dieser ist proportional der angelegten Spannung.

Die Stellung "ABGESCHALTET" am Modulations-Eingangsschalter an der Frontplatte trennt die Eingangsbuchsen vom FM-Modulator und legt die Reaktanzröhren mit dem Gitter an Masse. Dadurch ist unmodulierter Betrieb auch bei angelegter Modulationsspannung möglich.

Der Stereo-Meßsender SMSF ist für alle üblichen FM-Verfahren geeignet, insbesondere für Stereo-Multiplex-Signale gemäß den in den USA geltenden FCC-Normen, bzw. den in Europa eingeführten UER-Empfehlungen, für Rundfunkstereofonie-Übertragung nach dem Pilottonverfahren. Zur Aufbereitung des Stereo-Multiplexsignals ist ein Stereo-Coder notwendig. Die am Modulationseingang für einen Hub von 75 kHz benötigte Steuerwechselspannung entspricht genau der Ausgangsspannung des Stereo-Coders MSC bei 100 % Aussteuerung. An der Aussteuerungsanzeige des MSC kann somit der Frequenzhub des SMSF abgelesen werden.

Die Betriebsspannungen für das Gerät werden einem Netzteil entnommen, bei dem die Anodenspannung und auch die Heizspannung durch je eine Transistorregelschaltung konstant gehalten werden.

#### 1.9. Empfohlenes Zubehör

Stereo-Coder MSC BN 4192/2

Ein Stereo-Coder zur Aufbereitung des kompletten Stereo-Signals nach dem Pilottonverfahren, entsprechend der FCC-Norm und der UER-Empfehlung.

Die Ausgangsspannung entspricht genau der benötigten Modulationseingangsspannung des SMSF.

RC-Generator SRB BN 40851

Ein klirrarmer RC-Generator, Ausgangsspannung in weiten Grenzen regelbar, mit kleinem Frequenzgang.

Abstimmbarer VHF-Verstärker ASV BN 1372

Ein VHF-Verstärker von 30 bis 300 MHz durchstimmbare erlaubt, die Ausgangsspannung des Stereo-Meßsenders SMSF auf etwa 3 Volt zu verstärken zur Versorgung mehrerer Meßplätze oder als zentraler Werksender.

Außerdem ermöglicht die im ASV eingebaute Modulation, das Ausgangssignal noch zusätzlich in der Amplitude zu modulieren.

Umrüstsätze (nach R & S - Datenblatt 902100):

Mit Anschluß:	Dezifix B	FMU 10990
	BNC-Buchse	FHD 40990
	C -Buchse	FHD 30990
	N -Buchse	FHD 20990
	UHF-Buchse	FHD 10990
	General-Radio- Anschluß 874 B	FLA 20990
	HF-Stecker 4/13 DIN 47283	FID 90990

## 2. Inbetriebnahme und Bedienung

### 2.1. Bedienungselemente (Bilder 1 bis 3)

<u>Zweck des Bedienungselements</u>	<u>Element Nr.</u>	<u>Beschriftung</u>
Schalter für Modulationseingänge	①	FRONTPLATTE ABGESCHALTET GESTELL
Frequenzskala Bereich 1	②	87 ... 108 MHz
Frequenzskala Bereich 2	③	-0,5 ... +0,6 10,7 MHz
Anzeigelampe (grün) für größere Ausgangsspannung	④	+ 10 dB
Skala für Ausgangsspannung	⑤	dB $\mu$ V          mV
HF-Ausgang direkt	⑥	HF-AUSGANG
Signalglimmlampe zur Einschaltkontrolle	⑦	
Netzschalter	⑧	
HF-Ausgang -60 dB	⑨	$\times 10^{-3}$
Bereichsummschalter	⑩	BEREICH
Modulationseingang (Frontplatte)	⑪	MODULATIONSEINGANG
Ersatzsicherungen und Ersatzlampe mit Lampenzieher	⑫	
Modulationseingang (Geräterückseite)	⑬	
Netzumschaltung und Netzsicherung	⑭	
Netzanschluß	⑮	
Sicherung für das elektronisch geregelte Netzteil	⑯	

## 2.2. Inbetriebnahme

### 2.2.1. Einstellen auf die gegebene Netzspannung

Der Stereo-Meßsender SMSF ist vom Werk auf 220 V Netzspannung eingestellt. Zur Umstellung auf 115, 125 oder 235 V muß man zunächst die am linken und rechten Rand der Frontplatte befindlichen vier Zylinderschrauben lösen und das Gerät aus seinem Gehäuse ziehen. Dann wird auf dem Spannungswähler (14), der sich am Netztransformator befindet, das mit der gegebenen Netzspannung bezeichnete Kontaktfedernpaar mit einer passenden Sicherung überbrückt. Bei 235 V ist die für 220 V eingesetzte Sicherung (M 0,2 C DIN 41571) geeignet. Für 115 V und 125 V muß eine 400 mA - Sicherung (M 0,4 C DIN 41571) eingesetzt werden. Ersatzsicherungen sind im Halter (12) an der linken Innenseite des Geräteraumens untergebracht.

### 2.2.2. Einschalten

Wenn der Meßsender im Stahlblechkasten eingebaut ist, erfolgt der Netzanschluß an der Rückseite des Kastens durch das dem Gerät beigegebene Anschlußkabel am Stecker (15). Eingeschaltet wird das Gerät mit dem Kippschalter (8) an der Frontplatte rechts unten. Das über dem Schalter eingebaute Glimmlämpchen zeigt den Einschaltzustand an.

Abweichungen der Netzspannung von  $\pm 10\%$  gegenüber dem Nennwert 115 V, 125 V, 220 V oder 235 V sind ohne Einfluß auf die Funktion und die Eigenschaften des Gerätes.

## 2.3. Bedienung

### 2.3.1. Anschließen der Modulationsspannungsquelle

Zum Anschließen der Modulationsspannung an den Eingang (11) dient eine koaxiale, umrüstbare 13 mm - Buchse. In diese Eingangsbuchse passen Kabel

mit 13 mm - Steckern, siehe R & S - Datenblatt 902100. Für Kabel mit anderen Steckersystemen liefern wir Umrüstsätze. Diese können jederzeit nachträglich in die 13 mm - Buchse eingeschraubt und mit zwei Madenschrauben gesichert werden.

An der Rückseite des Geräts befindet sich eine BNC-Buchse (13), an die ebenfalls eine Modulationsspannung angelegt werden kann. Die Auswahl, welche der beiden Eingangsspannungen zur Modulation verwendet wird, ist durch den Schalter (1) an der Frontplatte möglich. Dieser Schalter erlaubt in der Mittelstellung "ABGESCHALTET" den unmodulierten Betrieb des Stereo-Meßsenders SMSF.

### 2.3.2. Anschließen des Verbrauchers

Die beiden Ausgänge sind ebenfalls mit koaxialen, umrüstbaren 13 mm - Buchsen ausgerüstet. Damit gilt das oben Gesagte bezüglich der Kabel und der Umrüstung auch für die Ausgänge (6) und (9). Der Ausgang (6) liefert die am Ausgangsspannungsregler angezeigte EMK mit einem Quellwiderstand von 50  $\Omega$  bzw. 60  $\Omega$  (je nach Ausführung des Geräts). Die Ausgangsbuchse (9) liefert eine um 60 dB kleinere Ausgangsspannung als der Ausgang (6).

### 2.3.2. Einstellen der Frequenz

Mit dem Bereichsschalter (10) kann zwischen dem VHF-Bereich 87...108 MHz und dem Zwischenfrequenzbereich 10,7 MHz  $\pm$  0,5 MHz gewählt werden. Dieser Schiebeschalter (10) befindet sich zwischen den beiden Skalen für Bereich 1 (VHF) (2) und Bereich 2 (ZF) (3) an der Frontplatte. Es ist jeweils der Bereich eingeschaltet, zu dem der Schiebeschalter "BEREICH" (10) zeigt. Die Frequenzeinstellung erfolgt mit dem Drehknopf in der Mitte jeder Skala. Die Kreisskalen mit einer ausgenutzten Skalenlänge von je 140 mm und einem annähernd linearen Frequenzverlauf ergeben eine gute Ablesbarkeit. Die Zeiger der Skalen haben auf Vorder- und Rückseite je

einen Haarstrich. Die Einstellung und die Blickrichtung der Einstellung sind dann richtig, wenn sich die beiden Haarstriche und der Skalenstrich der gewünschten Frequenz decken. Nach so erfolgter Einstellung kann der noch mögliche Fehler im Bereich 1 (87 ... 108 MHz) maximal  $\pm 200$  kHz, im Bereich 2 (10,7 MHz  $\pm 0,5$  MHz) maximal  $\pm 20$  kHz betragen. Die durch Netzspannungsschwankungen bedingte Frequenzänderung ist sehr klein. Bei einer Netzspannungsschwankung bis zu  $\pm 10$  % ändert sich die Frequenz um höchstens  $\pm 1,5$  kHz. Der Einfluß der Temperatur auf die Frequenz beträgt etwa  $5 \cdot 10^{-5} / ^\circ \text{C}$ . Die Frequenzänderung während des Einlaufvorgangs ist mit  $1 \cdot 10^{-3}$  ebenfalls sehr klein.

Zur Einstellung einer kleinen Frequenzänderung im Bereich 1 (87...108 MHz) ist der Drehknopf gegenüber dem Zeiger zehnfach untersetzt.

#### 2.3.4. Einstellen der Ausgangsspannung

Die an den beiden koaxialen Ausgangsbuchsen (6) und (9) entnehmbare Spannung kann am Ausgangsspannungsregler (5) eingestellt werden. Die Skala des Ausgangsspannungsreglers ist in mV und dB über 1  $\mu\text{V}$  geeicht. Der abzulesende Wert gibt die Spannung in EMK an. Bei wellenwiderstandsrichtigem Abschluß des Senders steht damit die halbe EMK als Eingangsspannung am Verbraucher zur Verfügung.

An der oberen Ausgangsbuchse (6) kann der eingestellte Wert der Ausgangsspannung entnommen werden, während an der unteren Ausgangsbuchse (9) die eingestellte Spannung um den Faktor 1000 (- 60 dB) kleiner ist. Im Bereich 2 (ZF) ist die Ausgangsspannung um + 10 dB (3,16fach) angehoben; dies wird durch die grüne Signallampe (4) links neben dem Ausgangsspannungsregler angezeigt. Dem eingestellten Wert in dB $\mu\text{V}$  sind 10 dB hinzu zu zählen, beim Ablesen der Spannungsskala ist der Pegel mit 3,16 zu multiplizieren.

Die maximal einstellbare EMK der Ausgangsspannung beträgt im Bereich 1 (VHF)  $0,316 \text{ V} \pm 1 \text{ dB}$  und im Bereich 2 (ZF)  $1 \text{ V} \pm 1 \text{ dB}$  und kann am Ausgang (6) entnommen werden.

Als kleinste definiert einstellbare EMK am Ausgang  $\textcircled{9}$  sind im Bereich 1 (VHF) ca.  $0,1 \mu\text{V}$  und im Bereich 2 (ZF) ca.  $0,3 \mu\text{V}$  möglich.

Der Frequenzgang der Ausgangsspannung beim Durchdrehen der Abstimmung ist kleiner als  $\pm 0,5 \text{ dB}$  bezogen auf die Mittenfrequenz der Skala.

Im obersten 10 dB-Abschnitt der Ausgangspegel-einstellung, gekennzeichnet durch die unterbrochene Mittellinie der Skala, ist bei Änderung der Ausgangs-EMK mit einer Frequenzänderung von kleiner 20 kHz zu rechnen und die Frequenz muß gegebenenfalls nachgestellt werden.

Damit die am Meßsender eingestellte EMK mit dem halben Wert als Eingangsspannung am Verbraucher auftritt, müssen insbesondere bei hohen Frequenzen folgende Maßnahmen beachtet werden:

- a) Der Abschlußwiderstand des Kabels (= Eingangswiderstand des Verbrauchers) muß gleich dem Wellenwiderstand des Verbindungskabels und dem Innenwiderstand des Meßsenders sein.
- b) Die Dämpfung des Kabels muß vernachlässigbar klein sein.

Als Beispiel: Der Abschluß eines Meßsenders mit  $50 \Omega$  Innenwiderstand durch einen reellen  $60 \Omega$  Verbraucher ergibt ca. 10 % mehr Spannung am Meßobjekt als bei richtigem Abschluß.

Ein nicht wellenwiderstandsrichtiger Kabelabschluß kann stehende Wellen am Kabel verursachen und somit erhebliche Spannungstransformationen bewirken, so daß am Verbraucher eine andere Spannung herrscht, als am Meßsenderausgang eingestellt ist.

Die Grenzfrequenz für einen bestimmten Meßfehler ist abhängig von der Wirk- und Blindkomponente des Verbraucher-Eingangswiderstandes sowie vom Wellenwiderstand und der Länge des Verbindungskabels. Da bei vielen Meßobjekten der Eingangswiderstand nicht reell ist und nicht genau dem Senderinnenwiderstand entspricht, muß die Spannung  $U$  am Verbraucher errechnet werden aus der am Sender eingestellten Leerlaufspannung  $E$  und

dem komplexen Eingangswiderstand  $R_a$  des Verbrauchers nach der Formel:

$$U = E \cdot \frac{R_a}{R_a + R_i}$$

Diese Formel gilt unter der Voraussetzung, daß der Verbraucher mit Hilfe eines Kabels dessen Wellenwiderstand gleich dem Ausgangswiderstand des Senders ist, abgeschlossen wurde.

Läßt sich eine Fehlanpassung nicht umgehen, wobei aber eine höhere Meßgenauigkeit erforderlich ist, so muß man an der Verbindungsstelle zwischen Kabel und Verbraucher ein geeignetes HF-Milli- oder Mikrovoltmeter anschalten.

### 2.3.5. Frequenzmodulation

Die Eingangsspannung zur Modulation des Meßsenders kann über die umrüstbare, koaxiale Buchse (11) an der Frontplatte und über die BNC-Buchse (13) an der Rückseite des Geräts zugeführt werden. Es dürfen an beiden Eingangsbuchsen Modulationsspannungen anliegen; die Wahl, welcher der beiden Modulationseingänge an den Sender geschaltet ist, wird durch den Schalter (1) ermöglicht. In der Mittelstellung des Schalters ("ABGESCHALTET") sind beide Modulationseingänge aufgetrennt und die Modulatorstufe wird an Masse gelegt. Dadurch ist in dieser Schalterstellung unmodulierter Betrieb möglich. Der Störhub des Meßsenders ist dann kleiner als 15 Hz.

Zur Modulation des Stereo-Meßsenders SMSF können Frequenzen zwischen 0 Hz und 100 kHz angeboten werden. Der Frequenzgang der Modulation im SMSF ist bis 53 kHz kleiner als  $\pm 0,1$  dB, bei 100 kHz ist eine Abweichung kleiner als  $\pm 0,5$  dB vom idealen Verlauf möglich.

Die Modulationseigenschaften sind für alle üblichen Frequenzmodulationsverfahren geeignet, insbesondere für Stereo-Multiplex-Signale gemäß den

in den USA geltenden FCC-Normen, bzw. den in Europa eingeführten UER-Empfehlungen, für Rundfunkstereofonie-Übertragung nach dem Pilottonverfahren. Der Frequenzhub ist proportional der angelegten Spannung und ist dem Ausgang (+ 6 dB) des Stereo-Coders MSC angepaßt. Bei 100 % Aussteuerung des Stereo-Coders MSC ist der Hub 75 kHz, so daß am Aussteuerungszeiger des MSC der Frequenzhub des Meßsenders abgelesen werden kann. Der Hub des SMSF in Abhängigkeit von der Aussteuerung des MSC ist in Bild 5 aufgetragen. Die für Stereomodulation wichtige Übersprechdämpfung vom linken zum rechten Kanal und umgekehrt ist über den ganzen Modulationsbereich mit größer 40 dB besser, als die für Rundfunksender geforderten Werte.

Soll ein anderer Generator als Modulationsspannungsquelle Verwendung finden, so muß darauf geachtet werden, daß außer der zur Modulation verwendeten keine zusätzliche andere Spannung (Gleichspannung) abgegeben wird. Der Modulationsspannungsbedarf des Stereo-Meßsenders SMSF für verschiedene Frequenzhübe ist in  $V_{\text{eff}}$  und  $V_{\text{Spitze}}$  (=  $V_{\text{Gleichspannung}}$ ) in einem Diagramm aufgetragen (Bild 6). Ein positiver Wert des Modulationssignals bewirkt einen positiven Frequenzhub. Für die in den technischen Daten (Abs. 1.2) garantierten Eigenschaften darf der Frequenzhub  $\pm 100$  kHz nicht überschreiten, ein Hub bis  $\pm 150$  kHz ist ohne weiteres möglich.

Durch die galvanische Kopplung der Modulationsleitung sind auch Verstimmungen des Meßsenders mit Gleichspannungen bis  $\pm 5$  V durchführbar.

Die FM-synchrone Stör-Amplitudenmodulation ist proportional zum Hub und beträgt bei 75 kHz im Bereich 1 (VHF)  $< 1$  %, im Bereich 2 (ZF)  $< 10$  %.

### 2.3.6. Schmalbandwobbeln

Der Sender kann zur Messung von schmalbandigen Filtern, Empfängern und abgestimmten Verstärkern mittels der Frequenzhubeinrichtung gewobbelt werden.

Die Wobelfrequenz sollte bei Verwendung eines normalen Oszillografen zwischen 20 und 50 Hz liegen, kann aber bei einem Oszillografen mit Nachleuchtschirm zur genaueren Messung sehr langsam erfolgen (0,1 ... 10 Hz). Bei Wobelhüben bis  $\pm 150$  kHz ist die Ablenkung linear mit der angelegten Spannung und kann im Diagramm (Bild 6) abgelesen werden (zum Beispiel bei  $\pm 150$  kHz Hub  $\pm 4,4 V_{\text{Spitze}}$ ). Bei Spannungen über  $\pm 5 V_{\text{Spitze}}$  verhält sich der Hub zunehmend nichtlinear.

Zum Wobeln kann Sinus-, Dreieck- oder Sägezahnspannung (z. B. die Kippspannung des Oszillografen) an den Modulationseingang gelegt werden.

Der beim Wobeln auftretende Frequenzgang der Meßobjekt-Ausgangsspannung wird mit Hilfe eines Oszillografen direkt oder demoduliert sichtbar gemacht.

### 3.           Wartung und Reparatur

#### 3.1.       Wartung der Lager

Die Lager der Antriebsachsen sowie die Verspannung der Zahnräder sollten etwa alle Jahre mit einigen Tropfen Knochenöl geschmiert werden.

#### 3.2.       Einstellen der Heizspannung

Die Nuvistoren im HF-Teil des Meßsenders SMSF werden mit geregelter Gleichspannung (6,3 V) geheizt. Der Minuspol liegt an Masse. Falls es notwendig sein sollte, kann die Heizspannung mit dem Regler R 66 auf der Netzteilplatte (Bild 3) auf genau 6,3 V nachgestellt werden.

#### 3.3.       Einstellen der Ausgangsspannung im Bereich 1

Jede Veränderung des Grundpegels der Ausgangsspannung im Bereich 1 macht eine Überprüfung und Korrektur der Einstellungen nach 3.4, 3.5 und 3.6 notwendig.

Zur Messung der Ausgangsspannung wird ein genau geeichtes HF-Millivoltmeter mit Durchgangskopf (URV) an dem Ausgang (6) angeschlossen und der Durchgangskopf mit einem Abschlußwiderstand versehen. Der Durchgangskopf sowie der Abschlußwiderstand (RMC oder RMD) müssen passend zum angegebenen Innenwiderstand des Meßsenders SMSF sein.

Der Bereichsschalter (10) muß auf Bereich 1, d.h. zur Skala (2), zeigen, und die Frequenzskala (2) des SMSF soll auf Bandmitte bei etwa 96 MHz stehen. Die Skala (5) der Ausgangsspannung wird genau auf 100 mV gestellt, dann muß das HF-Millivoltmeter 50 mV anzeigen.

Eine etwaige Nachstellung der Ausgangsspannung kann durch Verändern der Anodenspannung mit dem Regler R 50 im Netzteil vorgenommen werden. Die Lage von Regler R 50 ist auf Bild 3 einwandfrei zu sehen.

#### 3.4. Einstellen der Ausgangsspannung im Bereich 2

Der Anschluß der Meßanordnung ist gleich dem im Abschnitt 3.3 Gesagten.

Der Bereichsschalter (10) zeigt zur Skala (3), gleichzeitig muß die grüne Signallampe +10 dB (4) aufleuchten. Steht die Frequenzskala (3) auf Skalenmitte 0, so muß das HF-Millivoltmeter +10 dB mehr, also 158 mV anzeigen. Dabei darf die Stellung des Ausgangsspannungsreglers (5) gegenüber Abschnitt 3.3 nicht verändert worden sein.

Zur Korrektur der Ausgangsspannung im Bereich 2 ist es notwendig, die Abschirmhaube über dem HF-Teil abzunehmen. Die M 3-Schrauben sind zu lösen, und die Haube ist nach hinten abnehmbar. Der Einstellregler R 22 auf der Platine neben dem Ausgangsspannungsregler, zu sehen auf Bild 3, erlaubt den Angleich der Ausgangsspannung im Bereich 2.

#### 3.5. Einstellen des Hubes im Bereich 1

Zur Kontrolle und Einstellung des Frequenzhubes am SMSF wird ein Sinusgenerator (SRB) an den Modulationseingang (11) angeschlossen, der Modula-

tionseingangsschalter (1) zeigt dabei auf Eingang "FRONTPLATTE". Die Eingangsspannung beträgt +6 dB (1,55 V) bei einer Frequenz von etwa 1 kHz. Ein Frequenzhubmesser (FMV), angeschlossen an den Ausgang (6) und auf die Frequenz des SMSF abgestimmt, erlaubt die Überprüfung des Frequenzhubes. Die Skala (2) des Meßsenders SMSF steht dabei auf Skalenmitte bei etwa 96 MHz und der Ausgangsspannungsregler (5) auf 100 mV EMK. Der Frequenzhubmesser muß bei der angegebenen Eingangsspannung einen Hub von 75 kHz anzeigen. Eine Korrektur des Frequenzhubes kann mit dem Regler R 33, dessen Lage auf Bild 2 ersichtlich ist, vorgenommen werden.

### 3.6. Einstellen des Hubes im Bereich 2

Der Meßaufbau und die Eingangsspannung sind wie bei Abschnitt 3.5. vorzunehmen. Der Frequenzhubmesser muß Messungen bei Frequenzen um 10,7 MHz erlauben.

Der Bereichsschalter (10) zeigt zur Skala (3) (Bereich 2), die grüne Signallampe (4) leuchtet und die Frequenzeinstellung auf Skala (3) steht auf Skalenmitte 10,7 MHz. Der Ausgangsspannungsregler (5) bleibt, wie in Abschnitt 3.5 beschrieben, auf 100 mV EMK.

Der Frequenzhubmesser muß bei der angegebenen Eingangsspannung einen Hub von 75 kHz anzeigen. Eine Korrektur des Frequenzhubes kann mit dem Regler R 39, dessen Lage auf Bild 2 ersichtlich ist, vorgenommen werden.

### 3.7 Ändern auf größere Modulationseingangsspannungen

Sollte die Notwendigkeit bestehen, den Stereo-Meßsender SMSF mit einer größeren Modulationseingangsspannung als 1,55 V für 75 kHz Hub betreiben zu wollen, kann dies ohne weiteres vom Benutzer geändert werden.

Für kurzzeitigen Betrieb mit einer höheren Modulationsspannung kann ein passender Widerstand in Reihe zum Modulationseingang gelegt werden. Der sich aus der Parallelschaltung beider Modulationseingangsfiler ergebende Eingangswiderstand ist etwa 2 k $\Omega$ . An diesem Widerstand muß die notwendige

Modulationsspannung von 1,55 V stehen. Der benötigte Serienwiderstand kann entsprechend dem Teilungsverhältnis gewählt werden. Soll diese Umstellung ein Dauerzustand sein, ist es zweckmäßig, den Serienwiderstand in das Gerät einzubauen.

Es wäre auch möglich, jeden Bereich extra für eine Modulationsspannung anzupassen; dann müßte in Serie zu Widerstand R 34 für Bereich 1 und in Serie zu Widerstand R 40 für Bereich 2 je ein passender Widerstand eingesetzt werden.

Nach Abschluß dieser Arbeiten wird der Bereich 1 nach Abschnitt 3.5 und der Bereich 2 nach Abschnitt 3.6 dieser Beschreibung mittels Reglers R 33, bzw. Reglers R 39, auf den genauen Hub eingestellt.

Durch diese Änderungen werden die Eigenschaften des Stereo-Meßsenders keineswegs verschlechtert, nur der Eingangswiderstand für die Modulation wird entsprechend höher.

### 3.8. Ersatz der grünen Signallampe

Das Auswechseln der Signallampe (4) ist ohne Schwierigkeiten möglich. Das grüne Abdeckglas wird nach vorne abgezogen, dahinter ist die Lampe sichtbar. Jedem Gerät sind eine Ersatzlampe und ein Lampenzieher mitgegeben. Diese befinden sich an der linken Innenseite des Rahmens bei den Ersatzsicherungen und sind auf Bild 2 Position (12) zu sehen. Der Lampenzieher wird mit seinem geschlitzten Ende auf die in der Fassung befindliche Lampe gesteckt und herausgezogen. Das neue Lämpchen setzt man ohne Zuhilfenahme des Lampenziehers ein und drückt das grüne Abdeckglas auf die Fassung, damit es einrastet.

### 3.9. Nachstellen der Frequenz

Zur Kontrolle der Frequenz wird ein Frequenzmesser, z. B. WIK, an den Ausgang (6) angeschlossen und die Skala (5) auf 100 mV gestellt. Diese Stellung 100 mV der Skala (5) ist die höchste Ausgangsspannung, bei der

sich noch keine wesentlichen Frequenzrückwirkungen auf die Oszillatoren bemerkbar machen. Mit dieser Anordnung kann jede Frequenz im Bereich 1 und im Bereich 2 gemessen werden.

Ein kleiner Frequenzfehler kann im Bereich 1 mit dem Kern der Spule L 1 und im Bereich 2 mit dem Kern der Spule L 5 ausgeglichen werden. Dazu sind Abgleichschlüssel ohne Metalleinsatz notwendig. Größere Frequenzänderungen sollte man nicht mit den Kernen vornehmen, sonst könnte die Symmetrie der Oszillatoren gestört und damit die Frequenzmodulations-eigenschaften verschlechtert werden. Kleine Frequenzänderungen, die evtl. durch Nuvistorwechsel entstehen können, sind ohne weiteres auszugleichen.

### 3.10. Röhrenwechsel

Die Nuvistoren können ohne weiteres gegen die der gleichen Type ausgetauscht werden. Die dadurch entstehende Frequenzabweichung ist meist zu vernachlässigen. Sollte eine Korrektur notwendig sein, kann dies nach Abschnitt 3.9 erfolgen.

### 3.11. Ersatz der Reaktanzröhren

Ist durch irgendwelche Umstände eine viel zu große Spannung an den Modulationseingang gelegt worden, kann es vorkommen, daß der Modulationsklirrfaktor die angegebenen Werte wesentlich übersteigt. Dann sind im Bereich 1 die Nuvistoren Rö 2 und Rö 3, bzw. im Bereich 2 die Nuvistoren Rö 5 und Rö 6, überlastet worden. Bei Ersatz dieser Nuvistoren müssen immer beide Reaktanzröhren eines Bereichs gewechselt werden. Außerdem sollten beide Nuvistoren einer Stufe annähernd die gleichen Kennlinienwerte aufweisen; dies ist mit entscheidend für einen kleinen Modulationsklirrfaktor.

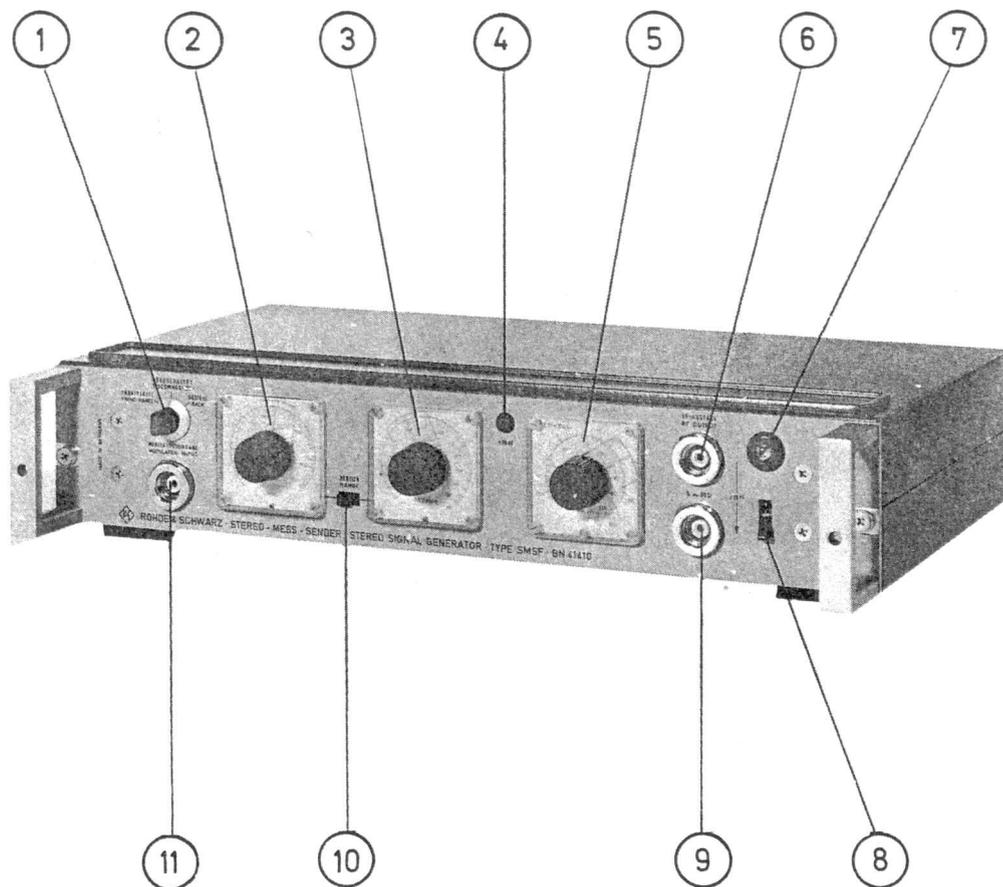


Bild 1 Gesamtansicht

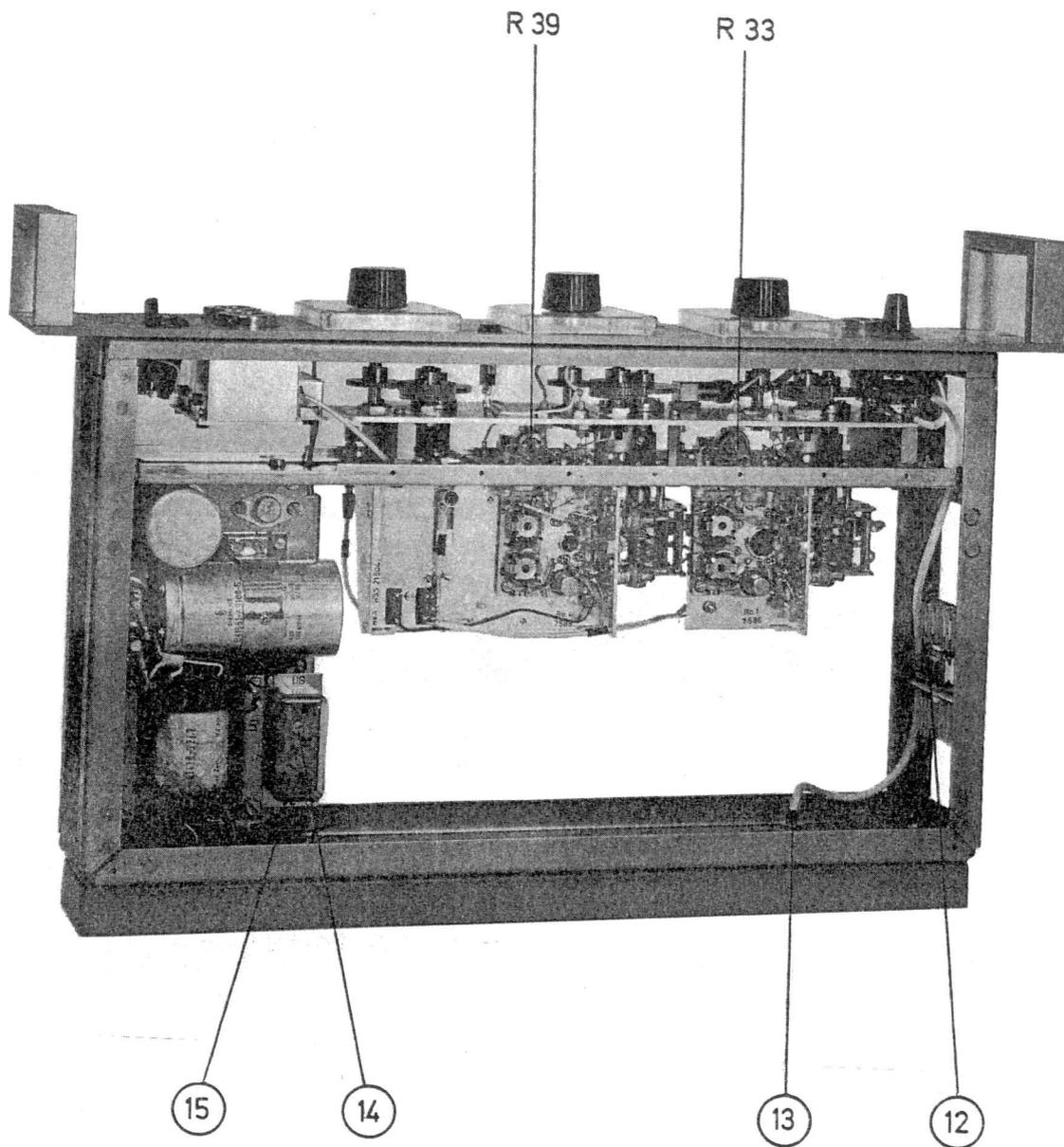


Bild 2 Innenansicht von oben

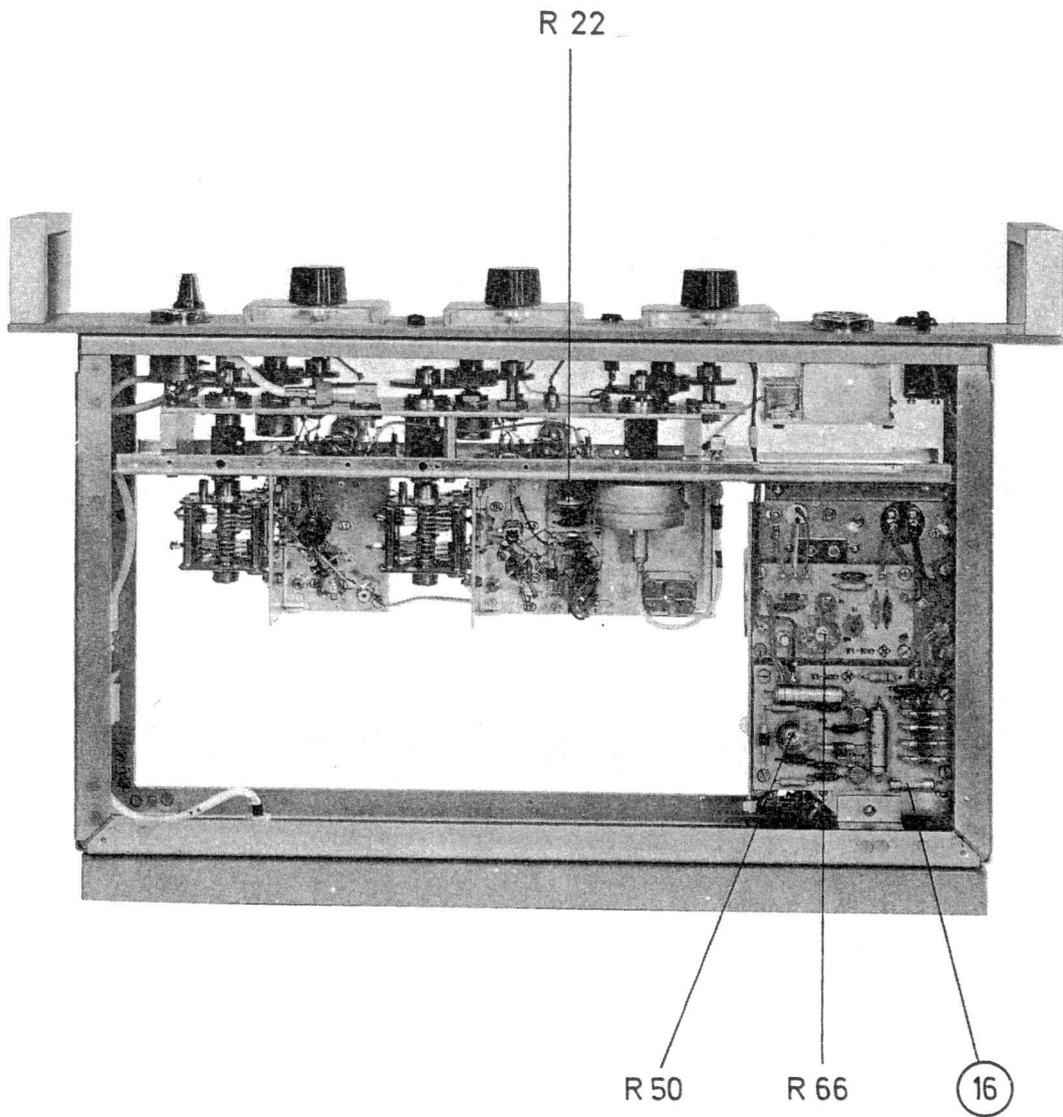


Bild 3 Innenansicht von unten

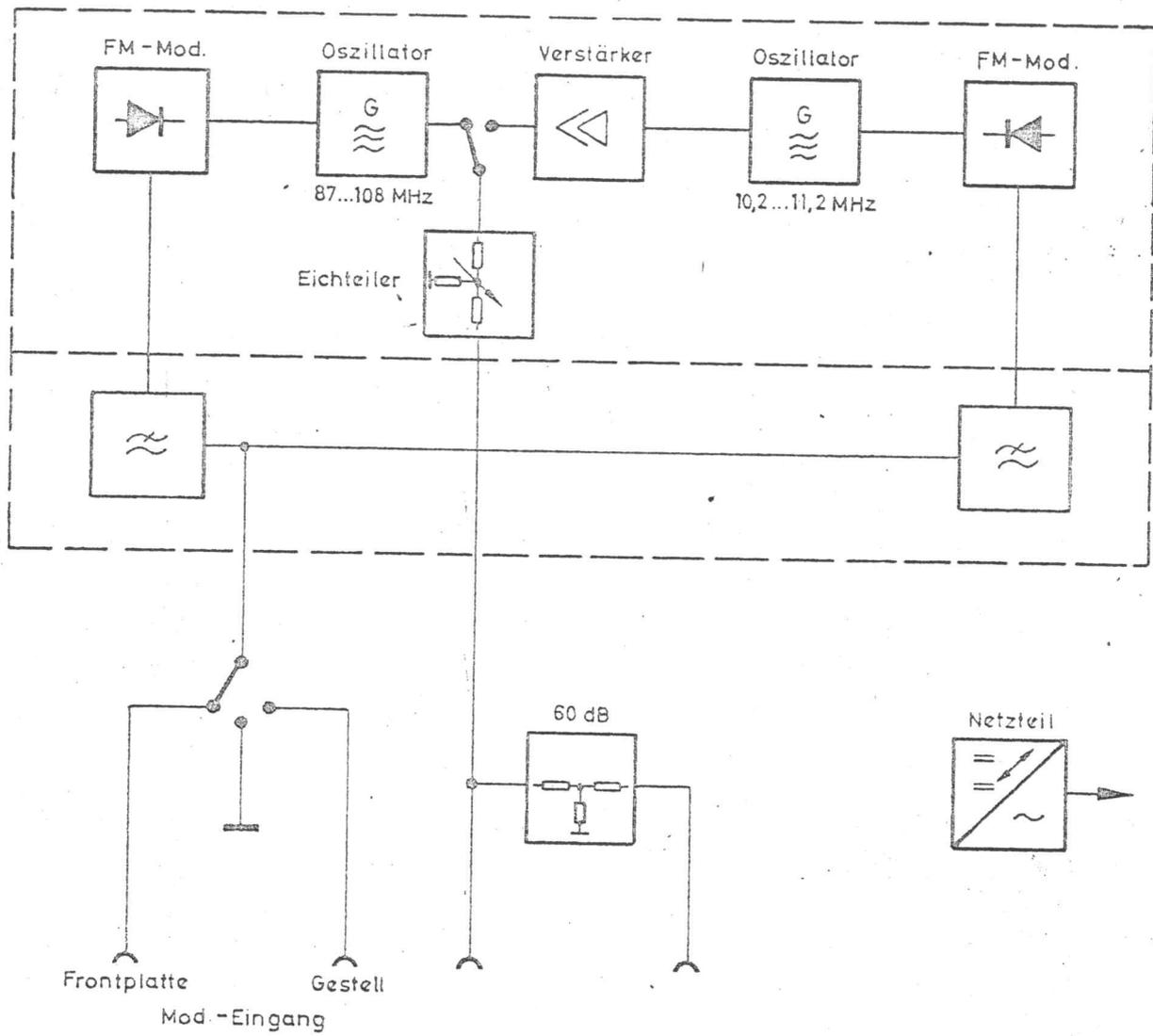


Bild 4 Blockschaltbild

Frequenzhub des SMSF in Abhängigkeit von  
der Aussteuerung des Stereo-Coders MSC

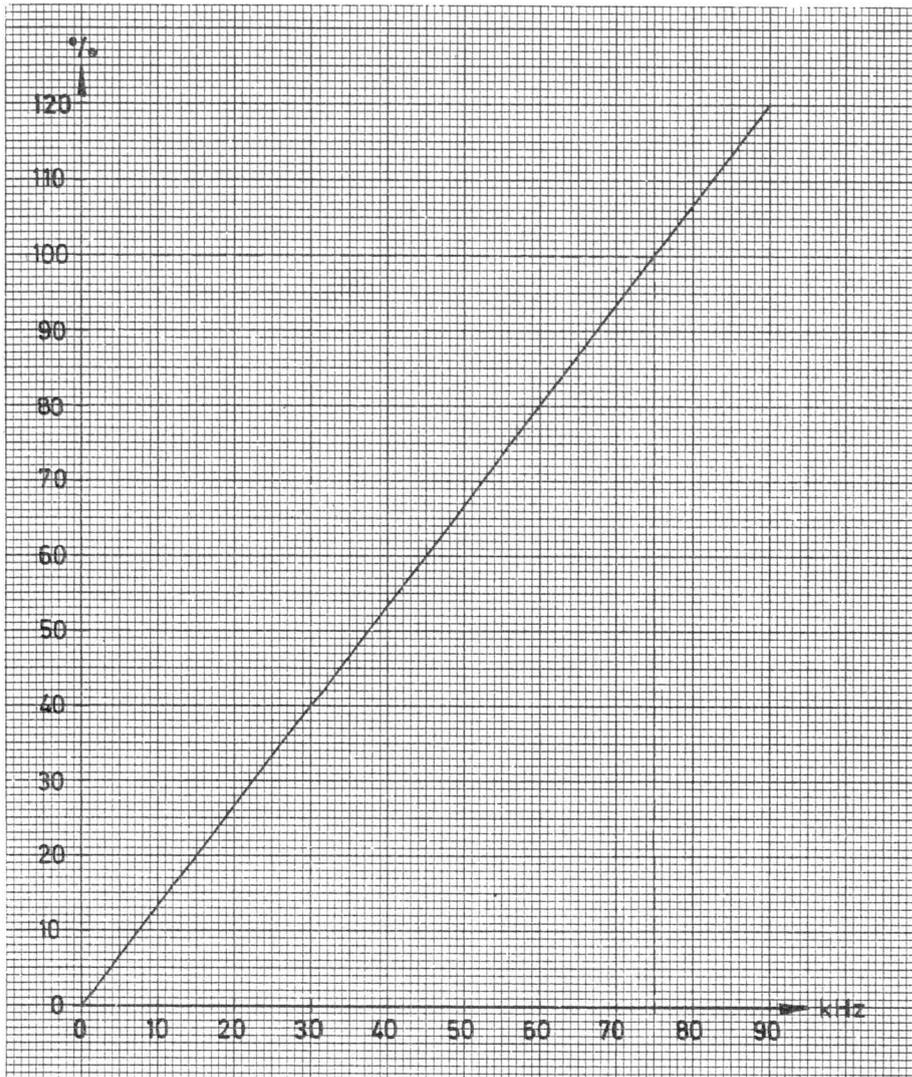


Bild 5

Modulationsspannungsbedarf des SMSF  
in Volt<sub>eff</sub> und Volt<sub>S</sub> oder Volt<sub>=</sub>

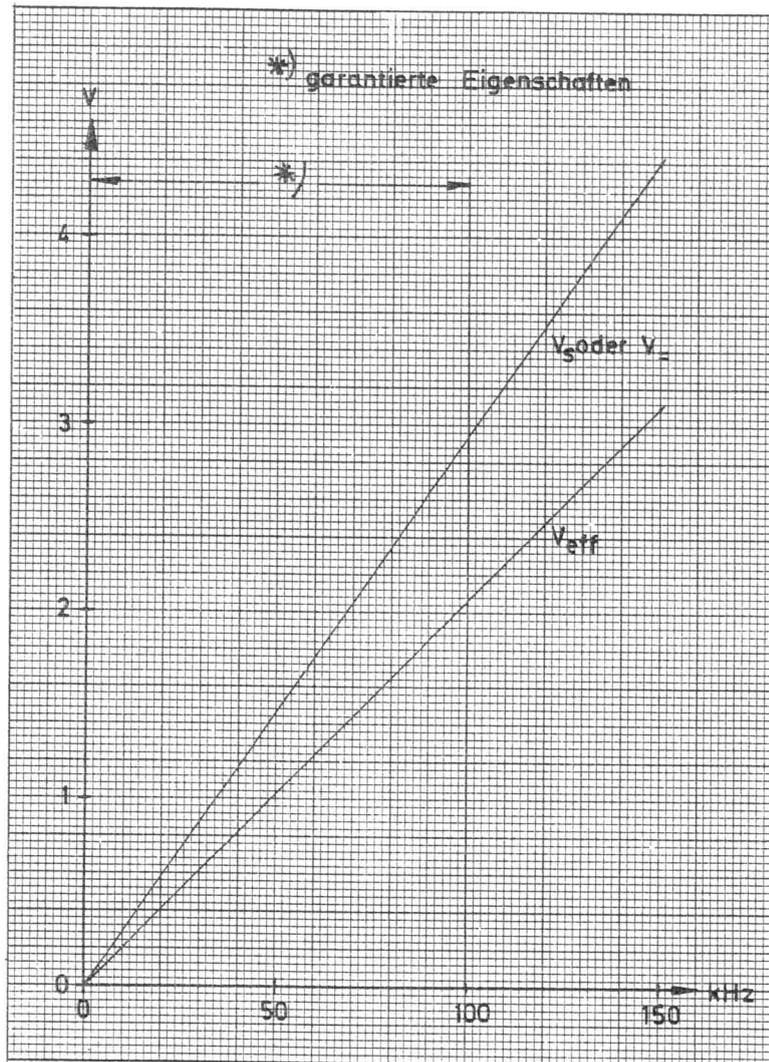


Bild 6

