

68132



ROHDE & SCHWARZ

BESCHREIBUNG

INSTRUCT. BOOK

EMPFÄNGER-MESS-SENDER

STANDARD SIGNAL GENERATOR

Type SMAF

BN 41409

Paul Beck
Höhenstrasse 5
Wallikon
8330 Pfäffikon / ZH

BESCHREIBUNG

EMPFÄNGER-MESS-SENDER

für AM, FM, Stereo-FM und Video-Modulation

Type SMAF

BN 41409

ENGLISH INSTRUCTION BOOK
see page 37

Diese Beschreibung gilt für das Gerät mit der Fertigungsnummer

FNr. F 2004/54

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.

Ausgabe 41409 A/867 d/e

Printed in Western Germany

Inhaltsübersicht

1. Eigenschaften	3
1.1. Frequenzbereich	3
1.2. Ausgang	3
1.3. Modulation	3
1.4. Anzeigeinstrumente	6
1.5. Netzanschluß	6
1.6. Bestückung	6
1.7. Mechanische Daten	6
1.8. Mitgeliefertes Zubehör	7
2. Anwendung	8
3. Inbetriebnahme und Bedienung	9
3.1. Einstellen des SMAF auf die gegebene Netzspannung	9
3.2. Einstellen des mechanischen Nullpunktes an den Instrumenten	9
3.3. Einschalten	9
3.4. Frequenzeinstellung	9
3.5. Einstellen der Ausgangsspannung	10
3.5.1. Anpassung eines Verbrauchers	11
3.6. Modulation	12
3.7. Zusammenfassung der Bedienung	15
4. Arbeitsweise und Aufbau	16
4.1. Grundsätzliche Arbeitsweise	16
4.2. Erzeugung, Messung und Teilung der Hochfrequenzspannung	18
4.3. Erzeugung und Messung der Modulation	20
4.4. Stromversorgung	23
4.5. Aufbau	25
5. Röhrenwechsel	26
6. Schalteilliste	28
Frontplatte	73
Stromlauf	75

1. Eigenschaften

1.1. Frequenzbereich	4 ... 300 MHz
unterteilt in 8 überlappende Teilbereiche	4 ... 6,5 ... 10,3 ... 17,5 ... 31 ... 55 ... 100 ... 175 ... 300 MHz
Fehlergrenzen der eingestellten Frequenz	$\pm 1\%$
1.2. Ausgang	Kurzhubstecker Dezifix B, umrüstbar
Innenwiderstand	60 Ω
Ausgangsspannung bei 60- Ω -Abschluß	0,05 μ V ... 50 mV
Stetiger Spannungsteiler	max. 1 : 10
Stufen-Spannungsteiler	6 dekadische Stufen 1 : 1 bis 1 : 10 ⁵
Fehlergrenzen der Spannungsteilung bei 60- Ω -Abschluß	
für $f < 225$ MHz	$\leq \pm 1$ dB + 0,1 μ V
für $f > 225$ MHz	$\leq \pm 2$ dB + 0,1 μ V
Frequenzgang der Ausgangsspannung bezogen auf 90 MHz (bei konstant gehaltener Oberspannung)	
für $f < 225$ MHz	$\leq \pm 1$ dB
für $f > 225$ MHz	$\leq \pm 1,5$ dB
Oberwellenanteil der Ausgangsspannung	etwa 10%
1.3. Modulation in 9 Betriebsarten nach Absatz 1.3.1. bis 1.3.9.	
Eingänge AM Fremd und FM-Fremd	4-mm-Telefonbuchsen
Eingangswiderstand	etwa 2000 Ω
Eingang Video	HF-Buchse 4/13 DIN 47284, umrüstbar
Eingangswiderstand	150 Ω \parallel 40 pF
1.3.1. Video-Modulation	
Modulationsfrequenzbereich	0 ... 6,5 MHz
Aussteuerbereich der Ausgangsspannung	10 ... 100% von angezeigter U_0
Bedarf an Modulationsspannung je Prozent Ausgangsspannungsänderung	etwa 0,03 V_{ss}

Ausgangsspannung	
bei 0 V am Video-Modulationseingang	100% (= U_a)
bei etwa +3 V am Video-Modulations- eingang	10% von U_a
Frequenzgang des Aussteuerungsgrades (zwischen 0 und 6,5 MHz; bezogen auf 0,1 MHz)	$\leq \pm 1,5$ dB

1.3.2. AM Extern (Fremdmodulation)

Modulationsfrequenzbereich	30 Hz . . . 100 kHz
Modulationsgrad m	0 . . . 80%, am SMAF stetig regelbar
Anzeige von m	durch Instrument mit den Bereichen 0 . . . 8% und 0 . . . 80%
Bedarf an Modulationsspannung je Prozent Modulationsgrad	etwa 0,03 V_{eff}
Bedarf an Modulationsspannung je Prozent Modulationsgrad bei Ver- wendung des Eingangs für Video- Modulation	etwa 0,03 V_{eff} (dabei keine Regelung und Anzeige am SMAF)

1.3.3. AM 1000 Hz (Eigenmodulation)

Modulationsfrequenz	1000 Hz $\pm 5\%$
Modulationsgrad m	0 . . . 80%, am SMAF stetig regelbar
Anzeige von m	durch Instrument mit den Bereichen 0 . . . 8% und 0 . . . 80%
Klirrfaktor bei $m = 30\%$	etwa 2%
Frequenzmodulation bei $m = 80\%$	$< 3 \times 10^{-5}$

1.3.4. Unmod. (unmoduliert)

Störspannungsabstand bezogen auf 75 kHz Nutzhub	
bei $f < 225$ MHz	≥ 60 dB (≤ 75 Hz Störhub)
bei $f > 225$ MHz	≥ 52 dB (≤ 200 Hz Störhub)

1.3.5. FM 1000 Hz (Eigenmodulation)

Modulationsfrequenz	1000 Hz \pm 5%
Frequenzhub Δf	0 ... 100 kHz, am SMAF stetig regelbar
Anzeige von Δf	durch Instrument mit den Bereichen 0 ... 10 kHz und 0 ... 100 kHz
Klirrfaktor bei $\Delta f = 100$ kHz	< 4%
Amplitudenmodulation bei $\Delta f = 100$ kHz	etwa 10%

1.3.6. FM Extern (Fremdmodulation)

Modulationsfrequenzbereich	30 Hz ... 75 kHz
Frequenzhub Δf	0 ... 100 kHz, am SMAF stetig regelbar
Anzeige von Δf	durch Instrument mit den Bereichen 0 ... 10 kHz und 0 ... 100 kHz
Bedarf an Modulationsspannung	etwa 0,024 V_{eff} /kHz Hub (Spitze)
Klirrfaktor bei $\Delta f = 100$ kHz	< 4%
Amplitudenmodulation bei $\Delta f = 100$ kHz	etwa 10%

1.3.7. AM 1000 Hz (Eigenmodulation) bei gleichzeitiger FM Extern (Fremdmodulation)

AM-Frequenz	1000 Hz \pm 5%
Modulationsgrad m	0 ... 80%, am SMAF stetig regelbar
FM-Frequenzbereich	30 Hz ... 75 kHz
Frequenzhub Δf	0 ... 100 kHz
Anzeige von m und Δf	durch Instrument mit den Bereichen 0 ... 8/80% und 0 ... 10/100 kHz
Bedarf an Modulationsspannung für FM	etwa 0,024 V_{eff} /kHz Hub (Spitze)

1.3.8. AM 1000 Hz (Eigenmodulation) bei gleichzeitiger FM 100 Hz (Eigenmodulation)

AM-Frequenz	1000 Hz \pm 5%
Modulationsgrad m	0 ... 80%, am SMAF stetig regelbar
AM-Frequenz	100 Hz (2 x Netzfrequenz)

Frequenzhub Δf	etwa 14 kHz fest
Anzeige von m und Δf	durch Instrument mit den Bereichen 0... 8/80% und 0... 10/100 kHz

1.3.9. AM Extern (Fremdmodulation) bei gleichzeitiger FM Extern (Fremdmodulation)

AM-Frequenzbereich	30 Hz ... 100 kHz
Modulationsgrad m	0 ... 80%, am SMAF stetig regelbar
Bedarf an Modulationsspannung je Prozent Modulationsgrad	etwa 0,03 V _{eff}
FM-Bereich	30 Hz ... 75 kHz
Frequenzhub	0 ... 100 kHz
Bedarf an Modulationsspannung je kHz Hub	etwa 0,024 V

1.4. Anzeigeeinstrumente

Anzeige des Modulationsgrades m	linkes Instrument mit den Bereichen 0 ... 8% und 0 ... 80%
Anzeige des Frequenzhubes Δf	linkes Instrument mit den Bereichen 0 ... 10 kHz und 0 ... 100 kHz
Anzeige der Ausgangsspannung (Überspannung des Spannungsteilers)	rechtes Instrument, Marke „1“
Endröhrenprüfung	rechtes Instrument, rote Marke

1.5. Netzanschluß 115/125/220/235 V – 15 ... +10%
47 ... 63 Hz (etwa 75 VA)

1.6. Bestückung

1 Röhre	E 88 C
2 Röhren	E 88 CC
1 Röhre	E 288 CC
2 Röhren	E 810 F
2 Röhren	EF 80
1 Röhre	PL 81
1 Stabilisator	85 A 2
3 Transistoren	
2 Schmelzeinsätze	M 0,63 C DIN 41571 (für 220 und 235 V Netzspannung)

1.7. Mechanische Daten

Abmessungen (B x H x T)	525 x 320 x 380 mm
Gewicht	30 kg

1.8. Mitgeliefertes Zubehör

- 1 Koaxiales Verbindungskabel mit einem
Dezifix B und einem 13-mm-Stecker
FMS 90101 mit eingebautem
60-Ω-Abschlußwiderstand R&S-Sach-Nr. S 55 – 100

- 1 Koaxiales Verbindungskabel mit einem
Dezifix B und einem 13-mm-Stecker
FMS 90101 R&S-Sach-Nr. S 55 – 101

- 1 Koaxiales Verbindungskabel mit einem
Dezifix B (andere Seite offen) R&S-Sach-Nr. S 55 – 82

- 1 Vorschaltssicherung BN 41419/2

2. Anwendung

Der Empfänger-Meßsender Type SMAF eignet sich zur Entwicklung, Fertigung und Reparatur von Kurzwellen- und Ultrakurzwellenempfängern verschiedener Arten sowie für meßtechnische Aufgaben der Fernseh- und Stereo-Multiplex-Technik. Er liefert im Frequenzbereich von 4...300 MHz eine von 0,05 μ V...50 mV stetig regelbare und definiert einstellbare Ausgangsspannung, die amplituden- und frequenzmoduliert werden kann. Der FM-Modulationsfrequenzbereich ist so breit ausgelegt, daß ein den UER-Empfehlungen (bzw. den amerikanischen FCC-Normen) entsprechendes Stereo-Multiplexsignal zur Modulation dienen kann. Als Modulationsspannungsquelle eignet sich der speziell dafür entwickelte Stereocorder Type MSC.



Die vielseitige Verwendbarkeit des SMAF ist noch dadurch erweitert, daß der Träger gleichzeitig amplituden- und frequenzmoduliert werden kann. Durch die Möglichkeit der Doppelmodulation lassen sich verschiedene Empfängeruntersuchungen wesentlich erleichtern und vereinfachen. So kann man zum Beispiel auf einfache Weise die Güte des Begrenzers eines FM-Empfängers prüfen, oder man kann feststellen, in welchem Maße der Klirrfaktor eines FM-Empfängers beeinflußt wird, wenn der Träger mehr oder weniger stark amplitudenmoduliert ist.

Für Messungen an Fernsehempfängern kann der Meßsender entweder den frequenzmodulierten Tonträger oder den Bildträger erzeugen. Das BAS-Signal (Bild-Austast-

Synchronsignal) muß ihm zugeführt werden. Das übertragbare Frequenzband reicht von 0 bis 6,5 MHz. Für diese Anwendung des SMAF empfehlen wir den FS-Modulationsverstärker Type ABF, der das Bild- und Synchronsignal von $0,5 V_{SS}$ auf $8 V_{SS}$ phasen- und amplitudengetreu verstärkt und dem Video-Eingang des SMAF ein von Null ausgehendes positives Modulationssignal liefert.

3. Inbetriebnahme und Bedienung

3.1. Einstellen des SMAF auf die gegebene Netzspannung

Ab Werk ist der Meßsender für 220 V Netzwechselspannung eingestellt. Zur Umstellung auf 115 V, 125 V oder 235 V muß man den perforierten Teil der Rückwand abnehmen und auf dem Spannungswähler (über dem Netztransformator) das mit der gegebenen Netzspannung bezeichnete Kontaktfedernpaar kurzschließen. Bei 115 V oder 125 V müssen auch die an der Netzkabeleinführung eingeschraubten Sicherungen durch 1,25-A-Schmelzeinsätze (M 1,25 C DIN 41571) ersetzt werden. Vor Inbetriebnahme ist das Gerät wieder ordnungsgemäß zu verschließen.

3.2. Einstellen des mechanischen Nullpunktes an den Instrumenten

Bei ausgeschaltetem Gerät müssen die Zeiger der Instrumente auf dem Teilstrich 0 stehen. Eine Korrektur ist durch Drehen des im Instrumentgehäuse eingelassenen Schlitzkopfes möglich.

3.3. Einschalten (siehe Frontplatte, Seite 73)

Schaltet man den Modulationsart-Umschalter **12** von „Aus“ auf eine der folgenden Schaltstellungen, so ist das Gerät eingeschaltet und nach einer Einlaufzeit von rund 5 Minuten betriebsbereit. Es empfiehlt sich jedoch, das Gerät etwa eine halbe Stunde einlaufen zu lassen. Nach dieser Zeit ist das thermische Gleichgewicht nahezu erreicht.

3.4. Frequenzeinstellung

An der in Megahertz geeichten Rundskala **5** wird die gewünschte Frequenz eingestellt und mit dem darunter befindlichen Flügelknopf **11** der dazugehörige Frequenzbereich gewählt. Parallaxenfreie Ablesbarkeit ermöglichen die beiden Haarstriche des Skalenzeigers. Zur Einstellung oder Messung sehr kleiner relativer Frequenzänderungen besitzt die Frequenzskala außer dem großen, direkt mit dem Skalenzeiger ge-

kuppelten Grobtriebknopf einen 1 : 100 übersetzten und spielfreien Feintriebknopf **6** mit einer 100teiligen Skala. Diese Skala ist auf einem Ring eingraviert, der sich gegen den Feintriebknopf beliebig verdrehen läßt, so daß der Skalenring für jede beliebige Frequenz auf Null gestellt werden kann. Diese Einrichtung gestattet zum Beispiel die Messung der Bandbreite eines Empfängers. Hierfür kann man zunächst für den kleinen in Betracht kommenden Frequenzabschnitt (z. B. für den von 100 ... 105 MHz) die Anzahl der Skalenteile für 5 MHz Frequenzänderung ermitteln und hieraus die relative Frequenzänderung je Skalenteil.

3.5. Einstellen der Ausgangsspannung

Das rechte Instrument **3** und der darunter angeordnete Amplitudenregler **2** dienen zur genauen Einstellung der Hochfrequenz-Oberspannung. Vor dem Einstellen der gewählten Ausgangsspannung ist dieser Regler so einzustellen, daß der Zeiger des Instrumentes genau auf die Eichmarke 1,0 zeigt. Sodann folgt die Einstellung des stetig regelbaren, von 0,5 ... 5 μ V geeichten Spannungsteilers **A 7** und die des dekadischen Teilers **B 9** mit den Stufen 0,1 ... 10⁴. Die Ausgangsspannung in Mikrovolt ermittelt man durch Multiplizieren dieser beiden Spannungsteilerwerte:

$$\text{Ausgangsspannung (in } \mu\text{V)} = A \cdot B$$

Die so eingestellte Spannung stimmt mit der am Ausgang herrschenden Spannung dann überein, wenn der Ausgang wellenwiderstandsrichtig abgeschlossen ist (mit 60 Ω). Bis etwa 100 MHz kann man den wellenwiderstandsrichtigen Abschluß durch den in einem der drei mitgelieferten Anschlußkabel eingebauten 60- Ω -Widerstand herstellen. Bei Verwendung eines der anderen beiden Anschlußkabel kann der Abschluß durch den Eingangswiderstand (R_a) des Verbrauchers hergestellt werden.

Achtung! Von der Verbraucherseite her darf an den Ausgang des Meßsenders keine höhere Gleich- oder Wechselspannung als etwa 1 V gelangen. Durch eine höhere Spannung können die Widerstände (R30 ... R36) des Ausgangsteilers durchbrennen, und man riskiert unter Umständen einen längeren Ausfall des Gerätes. Falls diese Gefahr besteht, empfehlen wir, zwischen Ausgang und Verbraucher die dem Gerät beigegebene Vorschaltsicherung BN 41419/2 einzufügen. Passende Ersatz-Schmelzeinsätze, 0,05 C DIN 41571, können von ROHDE & SCHWARZ bezogen werden. Bei Empfänger-Messungen, bei denen man danach trachtet, die unter „1. Eigenschaften“ angegebenen Fehlergrenzen nicht zu überschreiten, sollte man die Vorschaltsicherung vermeiden, da mit dem Einfügen dieser 50-mA-Sicherung zwangsläufig eine Änderung des Innenwiderstandes und eine Verschlechterung des Frequenzganges der Ausgangsspannung verbunden ist.

Zur Verstärkung der SMAF-Ausgangsleistung von 50 mV an 60Ω auf 3 V an 60Ω ist unser abstimmbarer VHF-Verstärker Type ASV besonders geeignet. Durch dieses Gerät wird der Empfänger-Meßsender SMAF im Frequenzbereich von 30...300 MHz zu einem Leistungs-Meßsender. Die weiteren Eigenschaften und die vielseitigen Einsatzmöglichkeiten des ASV gehen aus der zugehörigen Geräte-Beschreibung hervor.

3.5.1. Anpassung eines Verbrauchers

Hat der Verbraucher einen von R_i (60Ω) abweichenden Eingangswiderstand R_e , so kann ihm, um wellenwiderstandsrichtige Anpassung herzustellen, ein frequenzunabhängiges R-Transformationsglied in Form eines einfachen Vierpols aus zwei Widerständen vorgeschaltet werden. Ist R_e größer als der Innenwiderstand R_i (Überanpassung), so schaltet man nach Bild 1; ist R_e kleiner als R_i (Unteranpassung), so wird nach Bild 2 geschaltet.

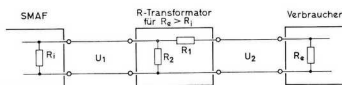


Bild 1. Wellenwiderstandsübersetzung mit Hilfe eines R-Transformators für $R_e > R_i$

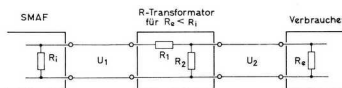


Bild 2. Wellenwiderstandsübersetzung mit Hilfe eines R-Transformators für $R_e < R_i$

Dabei ist als Verbindungskabel zwischen Meßsender und R-Transformator ein Kabel ohne Abschlußwiderstand zu verwenden. Diese Methode der Widerstandstransformation hat allerdings eine zusätzliche Spannungsteilung zu Folge. Die Eingangsspannung U_2 am Verbraucher ist also immer kleiner als die Ausgangsspannung U_1 des Meßsenders. Für die Berechnung der Vierpolwiderstände nach Bild 1 gilt:

$$R_1 = \sqrt{R_i (R_i - R_e)} \quad R_2 = R_i \sqrt{\frac{R_e}{R_e - R_i}}$$

Das Verhältnis von Ein- und Ausgangsspannung des Vierpols nach Bild 1 ist

$$v = \frac{U_1}{U_2} = \sqrt{\frac{R_e - R_i}{R_e}} + 1$$

Nach Bild 2 sind die Widerstände

$$R_1 = \sqrt{R_i (R_i - R_e)} \quad R_2 = R_e \sqrt{\frac{R_i}{R_i - R_e}}$$

einzusetzen. Das Spannungsverhältnis beträgt hierbei

$$v = \frac{U_1}{U_2} = \frac{\sqrt{R_i (R_i - R_e)} + R_i}{R_e}$$

Die am Verbrauchereingang liegende Spannung beträgt nach dem Vorschalten eines solchen R-Transformators also nicht $U_1 = A \cdot B$, wie sie sich durch Ablesen am SMAF ergibt, sondern

$$U_2 = \frac{A \cdot B}{v}$$

Die beiden Widerstände baut man sich in ein geeignetes Rohrstück ein, das für den Ein- und Ausgang des R-Transformators mit je einem passenden Steckeranschluß ausgerüstet ist.

Zur Anpassung des SMAF-Ausgangs mit $R_i = 60 \Omega$ an einen der hauptsächlich vorkommenden Wellenwiderstände 50Ω oder 75Ω stehen die Anpassungsglieder Type DAF zur Verfügung: Ausführung BN 18083 zur Übersetzung von 60Ω auf 75Ω oder BN 18085 von 60Ω auf 50Ω . Zur Anpassung symmetrischer Verbraucher liefern wir die Impedanzwandler Type BSI. Zur Übersetzung von 60Ω unsymmetrisch (SMAF-Ausgang) auf 240Ω symmetrisch eignen sich die Ausführungen BN 90634/240 für $10 \dots 100 \text{ MHz}$ und BN 90635/240 für $100 \dots 420 \text{ MHz}$.

3.6. Modulation

Die Wahl der Modulationsarten geschieht mit dem Schalter **12** in der Reihenfolge:

- 1 Video-Modulation, $0 \dots 6,5 \text{ MHz}$
- 2 AM Extern, $30 \text{ Hz} \dots 100 \text{ kHz}$, $m = 0 \dots 80\%$, $U_m \approx 0,03 \text{ V}/\%$
- 3 AM 1000 Hz , $m = 0 \dots 80\%$
- 4 Unmod.
- 5 FM 1000 Hz , $\Delta f = 0 \dots 100 \text{ kHz}$
- 6 FM Extern, $30 \text{ Hz} \dots 75 \text{ kHz}$, $\Delta f = 0 \dots 100 \text{ kHz}$, $U_m \approx 0,024 \text{ V}/\text{kHz}$
- 7 AM 1000 Hz , $m = 0 \dots 80\%$, bei gleichzeitiger
FM Extern, $30 \text{ Hz} \dots 75 \text{ kHz}$, $\Delta f = 0 \dots 100 \text{ kHz}$, $U_m \approx 0,024 \text{ V}/\text{kHz}$
- 8 AM 1000 Hz , $m = 0 \dots 80\%$, bei gleichzeitiger
FM 100 Hz , $\Delta f \approx 14 \text{ kHz}$
- 9 AM Extern, $30 \text{ Hz} \dots 100 \text{ kHz}$, $m = 0 \dots 80\%$, $U_m \approx 0,03 \text{ V}/\%$ bei gleichzeitiger
FM Extern, $30 \text{ Hz} \dots 75 \text{ kHz}$, $\Delta f \approx 0 \dots 100 \text{ kHz}$, $U_m \approx 0,024 \text{ V}/\text{kHz}$

Bei „Video-Modulation“ erzeugt der Meßsender nur den Bildträger. Eine Unterdrückung des unteren Seitenbandes findet nicht statt. Das BAS-Signal (= Bild-Austast-Synchronsignal mit der der mittleren Bildhelligkeit entsprechenden Gleichspannung) wird der koaxialen Buchse „Video-Modulation“ galvanisch zugeführt. Wenn die Spannung am Modulationseingang 0 V beträgt, liefert der Meßsender die an seinem von 0,5...5 μ V geeichten Teiler A eingestellte Ausgangsspannung (= 100%). Legt man eine positive Gleichspannung von

$$U = 3,0 \text{ V}$$

an, dann sinkt die Ausgangsspannung auf 10% des eingestellten Wertes. Diese beiden Grenzwerte (100% und 10%) entsprechen also dem Synchronisier- und Weißpegel bei Fernseh-Negativ-Modulation. Bei völlig weißem Bildinhalt muß also die Amplitude des BAS-Signals bei jeder Zeile zwischen dem oben angegebenen Wert und Null schwanken. Der Modulationsteil des SMAF ermöglicht die Übertragung von Bildfrequenzen bis zu 6,5 MHz. Damit die Gleichstromkomponente des BAS-Signals mitübertragen wird, muß zwischen dem äußeren Modulationsverstärker und dem Modulationseingang des SMAF eine galvanische Verbindung hergestellt werden.

Ein für diesen Übertragungszweck geeignetes Zusatzgerät ist der FS-Modulationsverstärker Type ABF, BN 13711. Dieses Gerät erfüllt die Aufgabe, das Bild- und Synchronsignal phasen- und amplitudengenau zu verstärken und dem Video-Eingang des SMAF ein von Null ausgehendes positives Modulations-Signal zu liefern.

Bei der Bestimmung der Hochfrequenz-Ausgangsspannung ist zu berücksichtigen, daß es sich bei dem am Teiler A eingestellten Betrag um den Effektivwert handelt. Der Spitzenwert der Synchronisierimpulse beträgt also nicht $A \cdot B$, wie am SMAF abgelesen, sondern $A \cdot B \cdot \sqrt{2}$.

In Verbindung mit einem ungenügend abgeschirmten Empfänger ist es nötig, die Modulationsspannungsquelle allseitig abzuschirmen und bis zum Eingang „Video-Modulation“ ein abgeschirmtes Steckerkabel zu verwenden, um eine Störkopplung auf den Empfänger zu verhindern.

Diese Abschirmmaßnahme ist besonders bei der Herstellung kleiner Hochfrequenzspannungen erforderlich, weil der Eingang für Video-Modulation mit Rücksicht auf geringe Phasenlaufzeit nicht so wirksam verdrösselt sein kann wie die Eingänge für AM Extern und FM-Extern.

In den Schalterstellungen 3 für „AM 1000 Hz“ und 5 für „FM 1000 Hz“ erfolgt die Modulation durch den eingebauten 1000-Hz-Oszillator. Dem Eingang für Video-Modu-

lation darf dabei keine Spannung zugeführt werden, da dieser nicht abgeschaltet ist. Das linke Instrument **1** ist für die Modulationsgradanzeige mit einer von 0...80% geeichten und für die Frequenzhubanzeige mit einer von 0...100 kHz geeichten Skala versehen. Der unter diesem Instrument angeordnete Regler **17** gestattet sowohl die stetige Einstellung des Modulationsgrades als auch des Frequenzhubes.

Dies gilt jedoch nur bei normaler Amplitudenmodulation und bei Verwendung des Eingangs für normale AM. Es ist ferner auf Einfach-Modulation beschränkt. Bei Doppel-Modulation ist die Einstellmöglichkeit am SMAF nur für normale Amplitudenmodulation gegeben. Mit dem Knopf **16** unter dem Modulationsregler kann man für m und Δf je 2 Anzeigebereiche wählen. In Stellung „Anzeige x 0,1“ gilt die Instrumenteichung für $m = 0 \dots 8\%$ und für $\Delta f = 0 \dots 10 \text{ kHz}$, in Stellung „Anzeige x 1“ für $m = 0 \dots 80\%$ und für $\Delta f = 0 \dots 100 \text{ kHz}$. Der Schalterknopf **15** neben diesem Bereichschalter muß hierbei, je nachdem, ob m oder Δf angezeigt werden soll, in die Stellung AM oder FM gebracht werden.

Für den Anschluß einer äußeren Modulationsspannungsquelle ist für „FM Extern“ und „AM Extern“ je ein eigenes Buchsenpaar vorgesehen. Die Spannungsangaben ($U_m \approx 0,03 \text{ V}/\%$ und $U_m \approx 0,024 \text{ V/kHz}$) über den Bedarf an Modulationsspannung gelten bei ganz aufgedrehtem Modulationsregler und sind nur Richtwerte. Maßgebend ist der vom Instrument angezeigte Betrag.

Der Eingangswiderstand jedes der beiden Buchsenpaare beträgt 2000Ω . An diese Buchsen können ohne Schaden für das Gerät rund 50 V Wechselspannung angelegt werden. Dem Eingang „AM Extern“ darf man keine Gleichspannung zuführen. Für die Herstellung sehr kleiner Hochfrequenzspannungen ($< 1 \mu\text{V}$) ist es nötig, die koaxiale Buchse „Video-Modulation“ mit der an einer Kugellampe hängenden Abschirmkappe zu verschließen.

Normale Amplitudenmodulation (AM Extern) ergibt sich, wenn man die Modulationsspannung dem Eingang „Video-Modulation“ zuführt. Dazu ist eine Modulationsspannung von

$$U_m = 0,0236 \text{ V}_{\text{eff}}/\% \text{ m}$$

erforderlich. Auch hierbei muß man darauf achten, daß an den Modulationseingang keine Gleichspannung gelangt, da sich sonst der Arbeitspunkt der Modulationsröhren verschiebt. Nötigenfalls muß also dem Eingang ($R_i = 150 \Omega$) ein für die tiefste Modulationsfrequenz entsprechend groß bemessener Kondensator vorgeschaltet wer-

den. Für die Herstellbarkeit sehr kleiner Hochfrequenzspannungen ($< 1 \mu\text{V}$) gilt das bei Video-Modulation Gesagte; also: Modulationsspannungserzeuger und Modulationsleitung abschirmen.

3.7. Zusammenfassung der Bedienung (siehe Frontplatte, Seite 73)

Mit dem Grobtriebknopf von **5** wird die gewünschte Frequenz eingestellt und mit **11** der entsprechende Frequenzbereich gewählt. Zur Feineinstellung dient **6**. Durch die 100teilige Skala von **6**, die sich gegen den Einstellknopf beliebig verdrehen läßt, kann man, wie unter 3.4. erläutert, die Frequenz um sehr kleine relative Beträge verändern.

Zur Einstellung der gewünschten Ausgangsspannung bringt man zunächst mit **2** den Zeiger von **3** auf „1,0“. Dann stellt man die Teiler **7** und **9** so ein, daß das Produkt ($A \cdot B$) der beiden eingestellten Werte den gewünschten Betrag ergibt. Stellt man zum Beispiel **7** auf $A = 0,5 \mu\text{V}$ und **9** auf $B = 10^2$ oder **7** auf $A = 5 \mu\text{V}$ und **9** auf $B = 10$, so erhält man jeweils $A \cdot B = 50 \mu\text{V}$ Ausgangsspannung.

Nach einem Frequenzwechsel muß **3** kontrolliert und, wenn nötig, mit **2** nachgeregelt werden, da sich die Senderspannung verändert haben kann. An **8** wird eines der drei koaxialen 60- Ω -Kabel angeschlossen. Dabei ist, wie unter 3.5. bzw. 3.5.1. erläutert, für wellenwiderstandsrichtigen Abschluß zu sorgen.

An **12** wird die gewünschte Modulationsart eingestellt. Man kann wählen zwischen:

1 Video-Modulation. Das BAS-Signal ist dem Eingang **10** zuzuführen. Eine Einrichtung zur Anzeige der Trägeraussteuerung ist am SMAF nicht vorgesehen. Auch die Einstellung der richtigen Aussteuerung muß außerhalb des SMAF vorgenommen werden. Näheres siehe Abschnitt 3.6.

2 AM Extern. Die Modulationsspannung (etwa 0,03 V/%) wird dem Eingang **13** zugeführt. Knopf **15** ist auf „AM“ zu stellen. An **17** kann der Modulationsgrad eingestellt und an **1** abgelesen werden. Hierzu ist mit **16** der geeignete Meßbereich zu wählen: für $m = 0 \dots 8\%$ die Stellung „Anzeige $\times 0,1$ “, für $m = 0 \dots 80\%$ „Anzeige $\times 1$ “. Für beide Bereiche gilt die von 0...80% geeichte Instrumentskala.

3 AM 1000 Hz. Einstellungen und Ablesung wie bei 2.

4 Unmod.

5 FM 1000 Hz. Hier muß **15** auf „FM“ gestellt sein. Zur Einstellung des Frequenzhubes dient **17**, zur Ablesung **1**. Abgelesen wird auf der von 0...100 kHz geeichten Skala. Mit **16** wird ein geeigneter Anzeigebereich gewählt: für einen Hub bis 10 kHz der Bereich „Anzeige $\times 0,1$ “, für einen Hub über 10 kHz der Bereich „Anzeige $\times 1$ “.

- 6 FM Extern. Die Modulationsspannung (etwa 0,024 V/kHz) wird dem Eingang **14** zugeführt. Einstellung und Ablesung des Frequenzhubes wie bei 5. Dieser Eingang wird auch für die Zuführung eines Stereo-Multiplex-Signals benutzt.
- 7 AM 1000 Hz + FM Extern. Eine Änderung des Modulationsgrades ist hier nur für AM möglich. Man kann aber m und Δf messen. Hierzu **15** entsprechend einstellen.
- 8 AM 1000 Hz + FM 100 Hz mit $\Delta f \approx 14$ kHz. Für AM wird eingestellt und abgelesen wie bei 2. Die FM ist nicht veränderbar.
- 9 AM Extern + FM Extern. Am SMAF ist nur die AM einstellbar. Es sind aber m und Δf meßbar wie bei 2 und 5.

4. Arbeitsweise und Aufbau

4.1. Grundsätzliche Arbeitsweise

Bild 3 zeigt die grundsätzliche Arbeitsweise des Gerätes bei Amplituden-Modulation. Die vom HF-Oszillator R01 erzeugte Spannung geht entweder direkt oder über den 100 : 1-Teiler an den kontinuierlich einstellbaren 10 : 1-Teiler und von diesem über den Breitband-Verstärker R02 an den 4stufigen dekadischen Ausgangsteiler. Der 100 : 1-Teiler und der Ausgangsteiler sind mechanisch so gekuppelt, daß sie gemeinsam die 6 Dekaden der Teilungsverhältnisse von 1 : 1 bis 100 000 : 1 einzustellen gestatten.

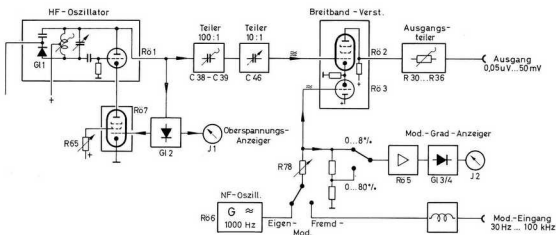


Bild 3. Blockschaltbild bei Amplituden-Modulation

Diese Teilungsverhältnisse sind am Teilerschalter-Knopf als Faktor $B = 0,1 - 1 - 10 - 10^2 - 10^3 - 10^4$ angegeben. Die Werte zwischen den Stufen sowie eine weitere Dekade nach kleineren Spannungswerten bestreicht der einstellbare 10 : 1-Teiler, dessen Skala für 0,5 bis 5 μV geeicht ist. Diese mit dem Faktor A bezeichnete Eichung bezieht sich auf die von der Diode Gl 2 gleichgerichtete und vom Instrument J1 angezeigte Ober-spannung. Zur Einstellung der Ausgangsspannung zwischen 0,05 μV und 50 mV wird zunächst die Oberspannung auf die Eichmarke „1,0“ am Instrument J1 eingeregelt und dann die Teiler so eingestellt, daß das Produkt $A \cdot B$ die gewünschte Ausgangsspannung ergibt. Die an den Dioden Gl 2 – Gl 3 erzeugte Gleichspannung dient gleichzeitig dazu, die mit R61 gleichstrommäßig in Reihe liegende Stromregelröhre R67 so zu steuern, daß die erzeugte HF-Spannung beim Ändern der Frequenz weitgehend konstant bleibt.

Die Amplituden-Modulation erfolgt in der Röhre R62 über die als Katodenverstärker geschaltete Röhre R63. Diese beiden Röhren haben einen gemeinsamen Katodenwiderstand. Hiermit wird durch eine am Gitter von R63 liegende Tonfrequenzspannung die entsprechende Verschiebung des Arbeitspunktes von R62 bewirkt und der Träger amplitudenmoduliert. Zur unmittelbaren Anzeige des Modulationsgrades dient

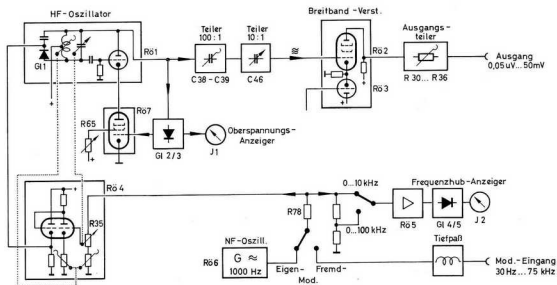


Bild 4. Blockschaltbild bei Frequenz-Modulation

das in % geeichte Verstärker-Dioden-Voltmeter mit R65 – Gl 4/5 – J2. Der vorgeschaltete Teiler R79 – R80 ermöglicht die Wahl eines 8-%- und eines 80-%-Meßbereiches. Der NF-Oszillator R66 erzeugt die Modulationsspannung für die 1000-Hz-Eigenmodulation; für die Fremdmodulation wird sie über einen zweigliedrigen Tiefpaß von außen zugeführt.

Bild 4 zeigt die grundsätzliche Arbeitsweise bei Frequenz-Modulation. Erzeugung und Einstellung der HF-Ausgangsspannung erfolgen hierbei wie bei AM. Die Modulation arbeitet nach dem Prinzip der Stromflußwinkelsteuerung einer Kristalldiode. Diese Diode G11 liegt hierbei dem Oszillator-Schwingkreis hochfrequenzmäßig parallel und erzeugt so einen der zugeführten NF-Spannung entsprechenden Frequenzhub. Zur unmittelbaren Messung des Hubes dient wiederum das Verstärker-Dioden-Voltmeter R65 – G1 4/5 – J2, wobei durch den vorgeschalteten R-Teiler die Hubmeßbereiche 0... 10 kHz und 0... 100 kHz wählbar sind.

Damit der tatsächliche Frequenzhub auch dem vom Voltmeter angezeigten Hub entspricht, wird der Diode G11 die Modulationsspannung nicht direkt, sondern über den Verstärker/Katodenverstärker R64 zugeführt, der seinerseits über einen R-Spannungsteiler gespeist wird, dessen Teilungsverhältnis zusammen mit dem Spulenschalter und dem Drehkondensator des HF-Oszillators umgeschaltet und mit R39 stetig verändert wird. Zur Eigenmodulation liefert der eingebaute 1000-Hz-Oszillator R66 die Modulationsspannung; für Fremdmodulation wird sie über einen zweigliedrigen Tiefpaß von außen zugeführt.

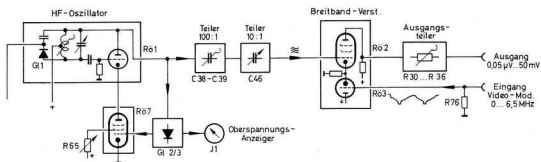


Bild 5. Blockschaltbild bei Fernseh-Modulation

Bild 5 zeigt die grundsätzliche Arbeitsweise bei Fernseh-Modulation. Sie erfolgt über die Röhre R63 wie bei normaler Amplituden-Modulation, nur mit dem Unterschied, daß hierbei der Arbeitspunkt der Röhre R62 durch das von außen zugeführte BAS-Signal nur in einer Richtung verschoben wird. Bei 0 V Modulationsspannung werden 100% der eingestellten Ausgangsspannung (Synchronisierpegel), bei etwa +3 V werden 10% (Weißpegel) geliefert.

4.2. Erzeugung, Messung und Teilung der Hochfrequenzspannung

Das ganze Oszillatoraggregat mit der Triode R61 und die für die Modulation der Frequenz eingesetzte Kristall-Diode G11 sind in einem allseitig geschlossenen Gußgehäuse

aus Leichtmetall eingebaut. Die kontinuierliche Frequenzeinstellung erfolgt mit dem Doppel-Drehkondensator C2I + C2II. Zur Frequenzbereichumschaltung dient die mittels S1III umschaltbare Spulentrommel mit den acht Spulen L1 bis L8. Von diesen Spulen ist im Stromlauf zur besseren Übersicht nur eine dargestellt. Zuverlässige Kontaktgabe des Schalters sowie konstante Schaltkapazitäten sind durch den elektrisch und mechanisch stabilen Aufbau des Abstimmaggregates gewährleistet. In jeder der fünf Stromzuführungen des Oszillatoraggregates liegt ein dreigliedriges LC-Filter; es verhindert das Eindringen von Hochfrequenzspannung in den Stromversorgungssteil.

Die Hochfrequenzspannung gelangt über C36 an die in Delon-Schaltung arbeitenden Kristalldioden G1 2/3. Ihr Richtstrom, der der Hochfrequenzspannung proportional ist, wird vom Drehspulinstrument J1 mit der Skalenmarke 1,0 angezeigt. Auf diese Marke kann die Hochfrequenzspannung mit Hilfe des Potentiometers R65 eingestellt werden; sie ist die Eichmarke für die nachfolgenden Spannungsteiler. R65 ändert die Schirmgitterspannung und damit den Innenwiderstand der Stromregelröhre R67. Da nun die Röhre R67 und die Senderröhre R61 gleichstrommäßig in Serie liegen, wird gleichzeitig auch die Hochfrequenzspannung um den erforderlichen Betrag verändert.

Neben der Einstellmöglichkeit von Hand erfolgt eine automatische Regelung der Röhre R67 durch die an den Kristall-Dioden G1 2/3 erzeugte und am Steuergitter von R67 wirksame Richtspannung. Durch diese Regeleinrichtung wird ein in allen Frequenzbereichen kleiner Frequenzgang der Hochfrequenzspannung erreicht, so daß sich nach einem Frequenzwechsel das Nachstellen der Spannung von Hand weitgehend erübrigt.

Auf den Anschlußpunkt des Dioden-Voltmeters folgt der kapazitive Spannungsteiler C38 - C39 mit einem Teilungsverhältnis 100 : 1, der stetig veränderbare Differentialteiler C 46 mit dem Regelverhältnis 1 : 10, die Breitbandverstärkerröhren R62 - R63 und der dekadische Teiler R30 . . . R36 mit vier Stufen zu je 1 : 10. Die Röhre R62 bewirkt die Trennung des Oszillators vom Ausgang. Dadurch bleibt die Oszillatorfrequenz praktisch unbeeinflusst von der Größe und Art der Ausgangsbelastung. Außerdem dienen die Röhren R62 und R63 zur Amplitudenmodulation des Trägers. Eine sehr kleine Rückwirkung ($\text{Stör-FM} < 3 \cdot 10^{-5}$) auf den Oszillator ist gewährleistet. Die Schalter S2I und S2II der beiden dekadischen Spannungsteiler sind mechanisch gekuppelt; sie werden gemäß nachfolgender Tabelle geschaltet.

Der wellenwiderstandsrichtige Abschluß des Ausgangs mit 60Ω kann bis etwa 100 MHz durch den im mitgelieferten Anschlußkabel K6 eingebauten Widerstand R121 gebildet werden. Soll der Abschluß durch den Eingangswiderstand des Verbrauchers gebildet werden, so muß man eines der beiden Anschlußkabel K7 oder K8 verwenden.

Stufe	S2I auf	S2II auf
10^4	1	1
10^3	1	2
10^2	2	1
10	2	2
1	2	3
0,1	2	4

Die Eichung der Teiler bezieht sich auf einen Abschlußwiderstand von 60Ω . Die Ausgangsspannung in Mikrovolt ermittelt man durch Multiplizieren der Skalenablesung am Teiler C46 (mit Eichung $0,5 \dots 5 \mu\text{V} = \text{Faktor A}$) mit dem am Teilerschalter S2I + S2II angegebenen Faktor B ($0,1 \dots 10^4$), wobei die Anzeige des Instruments J1 mit R65 auf die Eichmarke 1,0 eingeregelt sein muß.

4.3. Erzeugung und Messung der Modulation

Mit dem Betriebsartenschalter S3, der gleichzeitig Netzschalter ist, wird auf die jeweilige Modulationsart in der Reihenfolge umgeschaltet, die den Abschnitten 1.3.1. bis 1.3.9. entspricht.

Bei Video-Modulation (S3 in Stellung 1) muß das BAS-Signal (= Bild-Austast-Synchron-Signal mit der der mittleren Bildhelligkeit entsprechenden Gleichspannung) dem Gitter der Röhre R63 von außen zugeführt werden. In Bild 6 ist die Modulationsstufe gesondert dargestellt. Der Arbeitspunkt der Röhre R62 ist durch ihren Katodenwiderstand so festgelegt, daß der Meßsender die am Teiler A eingestellte (= 100%)

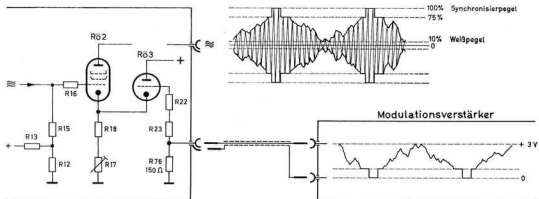


Bild 6. Vereinfachte Schaltung der Modulationsstufe bei Fernseh-Modulation

Ausgangsspannung liefert, wenn die Spannung am Eingang „Video-Modulation“ 0 V beträgt. Hierbei liefert der Meßsender die den Synchronisierimpulsen entsprechende

Ausgangsspannung. Die dem Weißpegel entsprechende (= 10% der am SMAF eingestellten) Ausgangsspannung stellt sich ein, wenn dem Modulationseingang +3V Gleichspannung zugeführt wird.

Die Amplitude des zugeführten Signalgemischs muß sich also bei völlig weißem Bildinhalt zwischen etwa +3V (Weißpegel) und 0V (Synchronisierpegel) bewegen. Der Gleichspannungswert für den Weißpegel ist nicht bei allen Geräten gleich; deshalb ist der genaue Wert unter 3.6. handschriftlich eingetragen. Um die hier geforderten Aussteuerungsverhältnisse zu erreichen, kann man dem SMAF das Video-Signal über einen entsprechend bemessenen Katodenverstärker zuführen. Dabei muß eine durch diesen Verstärker vorhandene Ruhegleichspannung auf 0V kompensiert werden. Ein hierzu geeignetes Gerät ist unser FS-Modulationsverstärker Type ABF. Da bei Video-Signalen stets mit den Spitzenspannungen gerechnet wird, muß man beim Arbeiten mit dem SMAF berücksichtigen, daß sich die Eichung des Spannungsteilers A von 0,5...5 μ V (nach Einstellung des Instrumentes J1 auf die Eichmarke 1,0) auf den Effektivwert der Hochfrequenzspannung bezieht.

Bei AM Extern (Stellung 2) wird die Modulationsspannung von außen über einen zweigliedrigen Tiefpaß dem Amplitudenregler R78 zugeführt. Bei voll aufgedrehtem Regler sind für je 1% Modulationsgrad etwa 0,03V erforderlich; für $m = 30\%$ also etwa 0,9V. Dies ist nur ein Richtwert. Die genaue Bestimmung des Modulationsgrades erfolgt durch Messen der Modulationsspannung mit dem Verstärker-Dioden-Voltmeter R65-GI 4/5-J2 in den beiden mit S5 umschaltbaren Bereichen 0...8% (Anzeige $\times 0,1$) und 0...80% (Anzeige $\times 1$). Der Schalter S4 muß hierbei auf AM stehen. Abgelesen wird auf der von 0...80 geeichten Skala.

Von hier gelangt die Spannung an das Gitter der Triode R63 und bewirkt über den gemeinsamen Katodenwiderstand R18 der Röhren R62 und R63 die Amplitudenmodulation des Trägers. Mit dem im Gerät vorhandenen Potentiometer R17 ist die Gitterspannung an R62 so eingestellt, daß der Meßsender bei mit 60 Ω abgeschlossenem Ausgang eine Spannung von 50 mV liefert, wenn das die Oberspannung anzeigende Instrument J1 auf die Eichmarke „1,0“, der Teiler S21-S2II auf die Stufe „10“ und der Teiler C46 auf „5 μ V“ eingestellt sind. Durch diesen Abgleich (mit R17) ist gleichzeitig auch der Modulationsklirrfaktor auf etwa 2% gebracht.

Zur Prüfung der Betriebsbereitschaft der Röhren R62 und R63 befindet sich an der Frontplatte die Taste S6. Drückt man diese Taste, so wird die Anodenleitung von R62-R63 unterbrochen und in die Trennstelle das Instrument J1 eingeschaltet, das einen der Anodenstromsumme entsprechenden Ausschlag zeigt, der innerhalb der roten Marke liegen soll.

AM Extern ist auch möglich, indem man die Modulationsspannung dem Eingang für Video-Modulation zuführt. Es besteht dabei aber keine Möglichkeit, den Modulationsgrad am SMAF zu regeln und anzuzeigen.

Bei AM 1000 Hz (Stellung 3) wird der Träger durch die im eingebauten 1000-Hz-Oszillator R66 erzeugte Spannung moduliert. Durch Gegenkopplung ist der Klirrfaktor so klein gehalten, daß eine praktisch sinusförmige Modulationsspannung zur Verfügung steht. Die Röhre R66 und der Schwingübertrager Tr1 sind genauso wie der Netzteil an der Rückseite des Gerätes untergebracht. Von hier gelangt die Modulationsspannung über eine Steckkontaktleiste und S31R an den Amplitudenregler R78. Im übrigen erfolgt die Modulation und deren Anzeige wie bei AM Extern.

In der Stellung 4 des Betriebsartenschalters ist der Meßsender unmoduliert. Der Amplitudenregler R78 ist hierbei über den Schalter S31R an Masse gelegt, so daß eine an den Buchsen für AM Extern oder FM Extern angeschlossene Modulationsspannungsquelle nicht abgeschaltet werden muß. Der Eingang für Video-Modulation muß allerdings frei sein. Die Störfrequenzmodulation ist nur gering. Sie ist bei Frequenzen unter 225 MHz kleiner als 75 Hz. Bezogen auf einen Nutzhub von 75 kHz entspricht dies einem Störspannungsabstand von ≥ 60 dB. Über 225 MHz liegt der Störfrequenzhub unter 200 Hz, entsprechend einem Störspannungsabstand ≥ 52 dB.

Bei FM 1000 Hz (Stellung 5) liefert der eingebaute NF-Oszillator R66 die Modulationsspannung wie für AM 1000 Hz. Auch hier gestattet R78 die stetige Einstellung des Frequenzhubes von 0...100 kHz. Die Anzeige des Frequenzhubes erfolgt durch das Verstärker-Dioden-Voltmeter R65-G1 4/5-J2 in den beiden mit S5 umschaltbaren Bereichen 0...10 kHz (Anzeige x 0,1) und 0...100 kHz (Anzeige x 1).

Von hier gelangt die Modulationsspannung an den Verstärkerteil der Doppeltriode R64. Dieses System hat die Doppelfunktion, die Modulationsspannung zu verstärken und gleichzeitig das Maß der Verstärkung so zu verändern, daß für die jeweils eingestellte Trägerfrequenz an die Modulationsdiode G11 eine Spannung gelangt, die auch wirklich einen der Anzeige am Instrument J2 entsprechenden Frequenzhub erzeugt. Zu diesem Zweck werden gemeinsam mit den Frequenzbereichen des SMAF durch den Stufenschalter S11R der Katodenwiderstand und durch S11F das Teilverhältnis des am Gitterkreis von R64 liegenden Spannungsteilers R39/R40...47 umgeschaltet. Eine Feinkorrektur wird ferner durch die mechanische Kupplung von R39 mit dem Abstimmkondensator C21/II erreicht.

Das zweite System der Röhre R64 arbeitet als Katodenverstärker und bewirkt die erforderliche Impedanzwandlung. Ungewöhnlich große Koppel-Kondensatoren C62

und C61 sowie die galvanische Kopplung zwischen den beiden Systemen von R64 über R126 halten die Phasendrehung der Modulationsspannung innerhalb des weiten Bereiches von 30 Hz . . . 75 kHz auf dem für die Eignung des SMAF zur Stereo-Multiplex-Modulation erforderlichen Minimum.

Bei FM Extern (Stellung 6) ist der eingebaute 1000-Hz-Oszillator außer Betrieb. Die Modulationsspannung wird von außen über einen zweigliedrigen Tiefpaß dem Amplitudenregler R78 zugeführt. Bei ganz aufgedrehtem Regler müssen dem Modulationseingang für FM je kHz Hub etwa 0,024 V zugeführt werden, für 40 kHz Hub also etwa 1 V. Auch in dieser Betriebsart zeigt das Verstärker-Dioden-Voltmeter R65 – GI 4/5 – J2 den Frequenzhub direkt an. Dabei wird S5 für einen Hub bis 10 kHz auf „Anzeige x 0,1“ und bei einem Hub bis 100 kHz auf „Anzeige x 1“ gestellt. Abgelesen wird an der von 0 bis 100 geeichten Skala.

Bei AM 1000 Hz und gleichzeitiger FM Extern (Stellung 7) arbeitet das Gerät wie in den Schaltstellungen 3 und 6. Mit R78 ist aber nur die AM regelbar.

Bei AM 1000 Hz und gleichzeitiger FM 100 Hz (Stellung 8) erfolgt die Amplitudenmodulation mit der 1000-Hz-Spannung des eingebauten Oszillators R66, die Frequenzmodulation mit der dem Ladekondensator C95 des Netzteils entnommenen Wechselfspannung, die in der Regel eine Frequenz von 100 Hz hat (doppelte Netzfrequenz). Während auch hier der Modulationsgrad mit dem Regler R78 zwischen 0 und 80% stetig geändert werden kann, ist der Frequenzhub auf einen Wert von 14 kHz fest eingestellt. Bei entsprechender Stellung des Schalters S4 wird auch hier sowohl der Modulationsgrad als auch der Frequenzhub vom Instrument unmittelbar angezeigt.

Bei AM Extern und gleichzeitiger FM Extern (Stellung 9) ist die Arbeitsweise so, wie sie für diese Modulationsarten im einzelnen erläutert wurde. Der einzige Unterschied ist der, daß nur die AM-Modulation mit R78 eingestellt werden kann. Für FM muß man den Frequenzhub an der Modulationsspannungsquelle verändern. Das Instrument zeigt aber auch in dieser Betriebsart den Modulationsgrad oder den Frequenzhub unmittelbar an. Hierzu ist nur der Schalter S4 in die entsprechende Stellung zu bringen.

4.4. Stromversorgung

Primärseitig ist der Netzteil für die Netzwechselfspannungen 115 V, 125 V, 220 V und 235 V eingerichtet. Um zu verhindern, daß etwaige Hochfrequenz-Spannungen, die vom Hochfrequenzteil in den Netzteil gelangen, über das Netzkabel (K5) austreten können,

ist jede der beiden Zuleitungen mit einem zweigliedrigen Filter ausgerüstet. Die Anodenspannung wird durch den Gleichrichter G18 erzeugt, durch das LC-Glied L35 – C94 gefiltert und durch die drei Röhren R68 – R69 – R610 elektronisch stabilisiert. Von diesen Röhren ist R68 die mit dem Verbraucher in Reihe liegende Stromregelröhre, R69 ist die Steuerröhre von R68, und R610 die Stabilisatorröhre zur Aufrechterhaltung einer konstanten Bezugs-Gittervorspannung (Vergleichsspannung) für R69.

Sinkt zum Beispiel die Netzspannung, dann sinkt zunächst auch die zwischen R68-Katode und Masse auftretende Verbraucherspannung (Anodenspannung). Hierdurch sinkt auch die am Teiler R108 – R109 – R110 abgegriffene Gitterspannung von R69; deren Gitter wird also negativer und damit der Spannungsabfall am Anodenwiderstand R115 – R106 kleiner. Als Folge wird die Gittervorspannung von R68 weniger negativ und ihr Innenwiderstand in dem Maße kleiner, daß die Verbraucherspannung wieder auf nahezu den ursprünglichen Betrag ansteigt. Durch die Röhre R69, die die am Verbraucher auftretenden Spannungsschwankungen verstärkt und R68 steuert, entsteht auch eine Kompensation der am Siebkondensator C94 vorhandenen Restbrummspannung, so daß alle Stufen des Gerätes mit einer gut stabilisierten und praktisch brummfreien Anodenspannung versorgt werden.

Auf ähnliche Weise erfolgt die Stabilisierung der Heizspannung für die Röhre R61 des HF-Oszillators und die beiden Röhren R62 und R63 der Ausgangs- und Modulationsstufe. Hierzu dienen die drei Transistoren T1 – T2 – T3 und die Zenerdiode G16. Der Transistor T1 arbeitet als gesteuerter Widerstand, der vom gesamten Heizstrom der drei genannten Röhren durchflossen wird. Die Transistoren T2 und T3 verstärken die am Ausgang der Regelschaltung an R119 auftretenden Spannungsschwankungen und steuern damit den Innenwiderstand von T1. Die Regelung stützt sich auf die konstante, an der Zenerdiode bestehende Vergleichsspannung. Sinkt zum Beispiel die Netzspannung, dann sinkt zunächst auch die an R119 abgegriffene und an der Basis von T3 liegende Spannung. Hierdurch wird die Basisspannung kleiner als die durch G16 konstant gehaltene Emitterspannung. Als Folge der positiven Basis geht der Kollektorstrom zurück und die Basis von T2 wird negativ gegenüber dem Emitter, so daß der Kollektorstrom von T2 ansteigt. Dies wiederum hat zur Folge, daß die Basis von T1 negativ gegenüber dem Emitter wird. Dadurch vermindert sich der Widerstand von T1 in einem Maße, das die Ausgangsspannung an R119 nahezu auf den ursprünglichen Betrag ansteigen läßt.

4.5. Aufbau (siehe Frontplatte Seite 73)

Das Gerät ist in einem Leichtmetall-Gußgehäuse eingebaut, das an beiden Stirnseiten mit je einem Traggriff und an der Unterseite mit vier Gummifüßen versehen ist. Zur Befestigung der drei Hochfrequenzkabel K6, K7 und K8 sind an der rechten Stirnseite Klemmfedern angebracht. An der Rückseite befinden sich nur das Netzanschlußkabel K5 und die beiden Netzsicherungen Si1 und Si2. Alle Bedienungsknöpfe, Instrumente und Modulationseingänge sind an der Frontplatte angeordnet:

- 1 Drehspulstrommesser J2 mit zwei von 0...80% und 0...100 kHz geeichten Skalen zur unmittelbaren Anzeige des Modulationsgrades oder des Frequenzhubes
- 2 Potentiometer R65 zum Einstellen der Hochfrequenz-Oberspannung
- 3 Drehspulstrommesser J1 mit der Eichmarke 1,0
- 4 Drucktaste S6 zur Prüfung des Betriebszustandes der Röhren R62 und R63
- 5 Frequenzskala mit Grobtriebknopf des Doppeldrehkondensators C21+C2II
- 6 Feintriebknopf der Frequenzskala
- 7 Kapazitiver 10 : 1-Teiler C46 mit von 0,5...5 μ V geeichter Skala (Faktor A)
- 8 Hochfrequenz-Ausgang mit Kurzhubstecker Dezifix B
- 9 100 : 1-Teiler S21 – C38 – C39 und Teiler S2II – R30 (Faktor B)
- 10 Eingang für Fernseh-Modulation
- 11 Frequenzbereichschalter
- 12 Netz- und Modulationsart-Umschalter S3
- 13 Eingang für AM fremd
- 14 Eingang für FM fremd
- 15 Meßartumschalter S4 für AM- und FM-Anzeige
- 16 Meßbereichumschalter S5 des Instrumentes 1 für die Bereiche 0...80% und 0...100 kHz (Anzeige x 1), 0...8% und 0...10 kHz (Anzeige x 0,1)
- 17 Potentiometer R78 zum Einstellen des Modulationsgrades oder des Frequenzhubes

5. Röhrenwechsel

Auf Wunsch wird für jedes Gerät Type SMAF ein Satz ausgesuchter Ersatzröhren, die die Eigenschaften der Erstbestückung aufweisen, mitgeliefert. Bei Verwendung dieser Ersatzbestückung bleiben die Toleranzen des Gerätes erhalten.

Falls für die Röhren R61, R62 und R63 Exemplare eingesetzt werden, die nicht für das jeweilige Gerät ausgesucht wurden, können sich einzelne Geräteeigenschaften verändern. Die Wiederherstellung der Eichdaten ist teils durch Aussuchen geeigneter Röhren, teils durch Trimmerarbeiten möglich, setzt jedoch außer den entsprechenden Fachkenntnissen das Vorhandensein geeigneter Meßgeräte voraus. Sind diese Voraussetzungen nicht in vollem Umfange gegeben, so empfehlen wir, das Gerät an ROHDE & SCHWARZ einzusenden.

Die Röhren R64 = E 88 CC R66 = EF 80 R68 = PL 81 R610 = 85 A 2
R65 = E 88 CC R67 = E 810 F R69 = EF 80

können ohne Beeinträchtigung der Eigenschaften des Gerätes durch Exemplare derselben Type ersetzt werden.

Durch Auswechseln der Oszillatroröhre R61 = E 88 C kann bei 300 MHz (ungünstigster Fall) ein zusätzlicher Frequenz-Fehler bis zu $\pm 1\%$ und eine Veränderung des Frequenzhubes bis zu $\pm 25\%$ auftreten. Hierbei ist die Wiederherstellung der ursprünglichen Daten nur durch Aussuchen einer Röhre mit den Eigenschaften der Erstbestückung möglich. Außerdem ist auf ausreichende Schwingfähigkeit bei 300 MHz zu achten, sie ist am Ausschlag des rechten Instrumentes zu erkennen. Der Zeiger muß mindestens Vollausschlag erreichen. Zur Überprüfung der Frequenzzeichnung und des Frequenzhubes benötigt man einen Präzisions-Frequenzmesser (z. B. Type WIK) und einen Frequenzhubmesser (z. B. Type FMV). Gemessen wird am Ausgang des SMAF bei voller Ausgangsspannung. Unstimmigkeiten der Hubanzeige können durch Nachstellen des Katodenwiderstandes R83 der Voltmeterröhre R65 berichtigt werden. Diese Korrekturmöglichkeit setzt jedoch voraus, daß auch die Modulationsgradanzeige überprüft und nötigenfalls korrigiert werden kann, da eine Änderung an R83 zwangsläufig auch die Modulationsgradanzeige beeinflußt.

Durch Auswechseln der Röhren R62 = E 810 F und R63 = E 288 CC können sich die Fehlergrenzen der Ausgangsspannung auf etwa $\pm 30\%$ erweitern. Außerdem kann eine Änderung des Modulationsgrades bis zu $\pm 10\%$ und ein erheblicher Anstieg des Modulationsklirrfaktors erfolgen. Als Ersatzröhren muß man je ein geeignetes Exemplar aussuchen. Durch Drücken des Schalterknopfes über der Frequenzskala kann man die

Röhren auf ihre Eignung vorprüfen. Der Zeiger des rechten Instrumentes soll sich hierbei innerhalb der roten Prüfmarke befinden. Ist das der Fall, so sind die Fehlergrenzen der Ausgangsspannung nahe dem ursprünglichen Wert, und auch die Abweichung des Modulationsgrades vom angezeigten Wert wird gering sein.

Zur Wiederherstellung der angegebenen Toleranz, d. h. zur Überprüfung der Fehlergrenzen und des Frequenzganges der Ausgangsspannung bei 50 mV an 60 Ω Abschlußwiderstand, braucht man ein Röhrenvoltmeter für den Frequenzbereich von 4...300 MHz. Vorzüglich eignet sich hierzu das UHF-Millivoltmeter Type URV BN 10913 mit seinem Durchgangskopf BN 10914/60. Eine Seite des Durchgangskopfes wird mit dem SMAF-Ausgang verbunden, die andere Seite mit einem SHF-Meßwiderstand Type RMC BN 33527/60 abgeschlossen. Auf diese Weise ist die Spannung von 50 mV mit einer Genauigkeit von $\pm 5\%$ meßbar.

Nach dem Einstellen des rechten Instrumentes auf die Eichmarke „1,0“ und der Teiler A und B für 50 mV Ausgangsspannung wird der im Gerät zugängliche Regelwiderstand R17 so eingestellt, daß auch das außen angeschlossene Voltmeter 50 mV anzeigt. Durch diesen Abgleich wird gleichzeitig der Modulationsklirrfaktor auf etwa 2% eingestellt. Wenn ein geeignetes Meßgerät zur Verfügung steht, prüfe man nun noch den mit R75 einstellbaren Modulationsgrad. Geeignete Geräte sind zum Beispiel der Frequenzhubmesser Type FMV für $m = 0 \dots 30\%$ bei 20...300 MHz zur direkten Modulationsgradanzeige oder das Selektive Mikrovoltmeter Type USVH für $m = 0 \dots 100\%$ bei 4...30 MHz zur indirekten Modulationsgradmessung. Hierbei werden, wie aus der Beschreibung dieses Gerätes hervorgeht, die Trägeramplitude U und die beiden Seitenbandamplituden A und B gemessen und der Modulationsgrad aus $m = (A+B)/U$ ermittelt. Dieses Gerät ermöglicht auch die Ermittlung des Modulationsklirrfaktors durch Messen der einzelnen Amplituden eines Seitenbandes.

Die durch den Wechsel der Voltmeterröhre R65 = E 88 CC bedingten Änderungen der Modulationsgrad- und Frequenzhubanzeige liegen im Bereich der bei Röhren gleicher Type üblichen Steilheitsunterschiede. Die Korrektur geschieht durch Einstellung des Katodenwiderstandes R83.

6. Schalteilliste

Kennzeichen	Benennung	Wert	R&S-Sach-Nr.
C 1	Keramik-Kondensator	10 pF	CCH 31/10
C 2	Drehkondensator	$\Delta C = 2 \times 33 \text{ pF} + 1 \text{ pF}/1000 \text{ V}$	S 55 - 2.7
C 3	Ker. Rohrtrimmer	1 ... 10 pF	CV 7210/1
C 4	Ker. Rohrtrimmer	1 ... 10 pF	CV 7210/1
C 5	Ker. Rohrtrimmer	0,75 ... 5 pF	CV 7205/1
C 6	Ker. Rohrtrimmer	0,75 ... 5 pF	CV 7205/1
C 7	Ker. Rohrtrimmer	0,15 ... 2,8 pF	CV 7203/1
C 9	Keramik-Kondensator	1 pF	CCG 11/1
C 10	Keramik-Kondensator	2 x 150 pF	2 x CCG 91/150 parallel
C 11	Ker. Df-Kondensator	5000 pF	CFL 93/5000
C 12	Ker. Df-Kondensator	5000 pF	CFL 93/5000
C 13	Ker. Df-Kondensator	5000 pF	CFL 93/5000
C 15	Ker. Df-Kondensator	2000 pF	CFS 2000
C 16	Ker. Df-Kondensator	2000 pF	CFS 2000
C 17	Ker. Df-Kondensator	2000 pF	CFS 2000
C 18	Df-Kondensator	125 pF/1200 V	CFG 125/5
C 19	Ker. Df-Kondensator	2000 pF	CFS 2000
C 20	Ker. Df-Kondensator	2000 pF	CFS 2000
C 21	Ker. Df-Kondensator	2000 pF	CFS 2000
C 22	Df-Kondensator	125 pF/1200 V	CFG 125/5
C 23	Ker. Df-Kondensator	2000 pF	CFS 2000
C 24	Ker. Df-Kondensator	2000 pF	CFS 2000
C 25	Ker. Df-Kondensator	2000 pF	CFS 2000
C 26	Df-Kondensator	125 pF/1200 V	CFG 125/5
C 27	Ker. Df-Kondensator	2000 pF	CFS 2000
C 28	Ker. Df-Kondensator	2000 pF	CFS 2000
C 29	Ker. Df-Kondensator	2000 pF	CFS 2000
C 30	Df-Kondensator	125 pF/1200 V	CFG 125/5
C 31	Df-Kondensator	250 pF/1200 V	CFG 250/5
C 32	Df-Kondensator	250 pF/1200 V	CFG 250/5
C 33	Df-Kondensator	125 pF/1200 V	CFG 125
C 35	Keramik-Kondensator	39 pF	CCH 68/39
C 36	Keramik-Kondensator	0,5 pF	CCG 11/0,5
C 37	Ker. Rohrtrimmer	0,65 ... 2,5 pF	CV 7202
C 38	Koppeltrimmer	0,1 ... 0,3 pF/200 V	enth. in S 55 - 3.2
C 39	Erdungstrimmer	16 ... 22 pF/200 V	enth. in S 55 - 3.2
C 40	Df-Kondensator	125 pF/1200 V	CFG 125
C 41	Df-Kondensator	125 pF/1200 V	CFG 125
C 42	Df-Kondensator	125 pF/1200 V	CFG 125
C 43	Df-Kondensator	125 pF/1200 V	CFG 125
C 45	Ker. Df-Kondensator	5000 pF/500 V	CFR 1/5000/500
C 46	Spannungsteiler		S 55 - 4.2

Kennzeichen	Benennung	Wert	R&S-Sach-Nr.
C 47	Keramik-Kondensator	10 pF	CCG 68/10
C 48	Ker. Bp-Kondensator	250 pF/350 V	CBR 1/250/350
C 49	Df-Kondensator	250 pF/1200 V	CFG 250/5
C 50	Ker. Df-Kondensator	2000 pF	CFS 2000
C 51	Ker. Df-Kondensator	2000 pF	CFS 2000
C 52	Df-Kondensator	250 pF/1200 V	CFG 250/5
C 53	Keramik-Kondensator	2200 pF	CCG 94/2200
C 54	Ker. Df-Kondensator	2000 pF	CFS 2000
C 55	Ker. Df-Kondensator	2000 pF	CFS 2000
C 56	Df-Kondensator	250 pF/1200 V	CFG 250
C 57	Ker. Df-Kondensator	2000 pF	CFS 2000
C 58	Df-Kondensator	250 pF/1200 V	CFG 250
C 59	Elektrolyt-Kondensator	16 μ F/350 V	CED 21/16/350
C 60	MP-Kondensator	8 μ F/160 V	CMR 8/160/2
C 61	Elektrolyt-Kondensator	16 μ F/350 V	CED 21/16/350
C 62	Ks-Kondensator	2,2 μ F/100 V	CKL 50543 u 2,2
C 63	Keramik-Kondensator	33 pF	CCH 68/33
C 64	MP-Kondensator	1 μ F/500 V	CMR 1/500
C 65	Keramik-Kondensator	Trimmwert	CCG 68/...
C 66	Keramik-Kondensator	56 pF	CCG 68/56
C 67	Tantalelko	100 μ F/10 V	CEU 30443 u 100
C 68	Papier-Kondensator	100 000 pF/250 V	CPK 58004 n 100
C 69	Ks-Kondensator	4,7 μ F/100 V	CKL 50543 u 4,7
C 70	Ks-Kondensator	4,7 μ F/100 V	CKL 50543 u 4,7
C 71	Df-Kondensator	250 pF/1200 V	CFG 250
C 72	Df-Kondensator	250 pF/1200 V	CFG 250
C 73	Df-Kondensator	125 pF/1200 V	CFG 125/5
C 74	Df-Kondensator	250 pF/1200 V	CFG 250
C 75	Df-Kondensator	125 pF/1200 V	CFG 125/5
C 76	Df-Kondensator	125 pF/1200 V	CFG 125/5
C 77	Df-Kondensator	250 pF/1200 V	CFG 250
C 78	Df-Kondensator	125 pF/1200 V	CFG 125/5
C 79	Df-Kondensator	35 pF/1200 V	CFG 35
C 80	Df-Kondensator	125 pF/1200 V	CFG 125/5
C 81	Df-Kondensator	60 pF/1200 V	CFG 60/5
C 82	Df-Kondensator	35 pF/1200 V	CFG 35
C 83	Df-Kondensator	125 pF/1200 V	CFG 125/5
C 84	Df-Kondensator	60 pF/1200 V	CFG 60/5
C 85	MP-Kondensator	1 μ F/500	CMR 1/500
C 86	Tantalelko	10 μ F/35 V	CEU 41443 u 10
C 87	Papier-Kondensator	47 000 pF/250 V	CPK 58003 n 47
C 88	Kf-Kondensator	50 000 pF/250 V	CKS 50 000/250
C 89	Papier-Kondensator	220 000 pF/250 V	CPK 85004 n 220
C 90	MP-Kondensator	0,5 μ F/250 V	CMR 0,5/250/2
C 91	Papier-Kondensator	100 000 pF/630 V	CPK 66004 n 100

Kennzeichen	Benennung	Wert	R&S-Sach-Nr.
C 92	MP-Kondensator	2 μ F/160 V	CMR 2/160/2
C 93	MP-Kondensator	2 μ F/160 V	CMR 2/160
C 94	MP-Kondensator	8 μ F/500 V	CMR 8/500
C 95	MP-Kondensator	8 μ F/500 V	CMR 8/500
C 96	Elektrolyt-Kondensator	1000 μ F/35 V	CEE 21/1000/35
C 97	Papier-Kondensator	100 000 pF/250 V	CPK 58004 n 100
C 98	Ker. Df-Kondensator	1000 pF	CFS 1000
C 99	Ker. Df-Kondensator	1000 pF	CFS 1000
C 100	Df-Kondensator	500 pF/1200 V	CFS 500
C 101	Ker. Df-Kondensator	1000 pF	CFS 1000
C 102	Ker. Df-Kondensator	1000 pF	CFS 1000
C 103	Df-Kondensator	500 pF/1200 V	CFS 500
C 104	Papier-Kondensator	10 000 pF/250 V	CPK 58003 n 10
C 105	Papier-Kondensator	10 000 pF/250 V	CPK 58003 n 10
G1 1	Kristall-Diode		GK/OA 95
G1 2	Kristall-Diode		GK/OA 90
G1 3	Kristall-Diode		GK/OA 90
G1 4	Kristall-Diode		GK/AAZ 15
G1 5	Kristall-Diode		GK/AAZ 15
G1 6	Zener-Diode		GK/Z 5
G1 7	Netzgleichrichter		GNB 11/30/1000 B
G1 8	Netzgleichrichter		GN 19/720/100 M
G1 9	Zener-Diode		GK/Z 3
J 1	Drehspul-Strommesser	20 μ A	JP 022/20 μ A Skala nach 555 - 61
J 2	Drehspul-Strommesser	20 μ A	JP 022/20 μ A Skala nach 555 - 60
K 1	HF-Kabel		LKK 92220
K 2	HF-Kabel		LKK 92220
K 3	HF-Kabel		LK 156/2
K 4	HF-Kabel		LKK 92220
K 5	Anschlußkabel		LK 303
K 6	HF-Kabel	Z = 60 Ω	S 55 - 100
K 7	HF-Kabel	Z = 60 Ω	S 55 - 101
K 8	HF-Kabel	Z = 60 Ω	S 55 - 82
K 11	Leitung, geschirmt		LFA 03022
L 1	Schwingspule		41406 - 9
L 2	Schwingspule		41406 - 16
L 3	Schwingspule		S 55 - 74/1
L 4	Schwingspule		S 55 - 75
L 5	Schwingspule		S 55 - 76
L 6	Schwingspule		S 55 - 77
L 7	Schwingspule		S 55 - 78/1
L 8	Schwingspule		41406 - 14

Kennzeichen	Benennung	Wert	R&S-Sach-Nr.
L 9 I	HF-Drossel		MFR 06373/10
L 9 II	HF-Drossel		MFR 06373/10
L 9 III	HF-Drossel		MFR 06373/10
L 10	HF-Drossel		41406 - 6
L 11	HF-Drossel		41406 - 6
L 12	HF-Drossel		S 55 - 81
L 13	HF-Drossel		41406 - 6
L 14	HF-Drossel		41406 - 6
L 15	HF-Drossel		S 55 - 81
L 16	HF-Drossel		41406 - 6
L 17	HF-Drossel		41406 - 6
L 18	HF-Drossel		S 55 - 81
L 19	HF-Drossel		41406 - 6
L 20	HF-Drossel		41406 - 6
L 21	HF-Drossel		S 55 - 81
L 22	HF-Drossel		41406 - 6
L 23	HF-Drossel		41406 - 6
L 24	HF-Drossel		S 55 - 81
L 25	HF-Drossel		S 55 - 81
L 26	HF-Drossel		S 55 - 81
L 27	HF-Drossel		S 55 - 81
L 28	HF-Drossel		S 55 - 81
L 29	HF-Drossel		S 55 - 81
L 30	HF-Drossel		S 55 - 81
L 31	HF-Drossel		
L 32	HF-Drossel		
L 33	HF-Drossel		
L 34	HF-Drossel		
L 35	Drossel		DB 75/2
L 36	HF-Drossel		41406 - 6
L 37	HF-Drossel		S 55 - 81
L 38	HF-Drossel		41406 - 6
L 39	HF-Drossel		S 55 - 81
L 40	HF-Drossel		S 55 - 81
L 41	Drossel		DUF 311/20
L 42	Drossel		DUF 311/20
R 1	Schichtwiderstand	25 k Ω /0,05 W	WFS 20/25 k/0,05
R 2	Schichtwiderstand	200 Ω /0,5 W	WFE 321 E 200
R 3	Schichtwiderstand	500 Ω /0,5 W	WFE 321 E 500
R 4	Schichtwiderstand	16 k Ω /0,5 W	WFE 321 k 16
R 6	Schicht-Drehwiderstand	500 Ω lin.	WS 9122 F/500
R 7	Schichtwiderstand	10 k Ω /0,5 W	WFE 321 k 10
R 8	Drahtwiderstand	8 Ω /0,5 W	WD 8/0,5
R 9	Schichtwiderstand	300 k Ω /0,5 W	WFE 321 k 300
R 10	Schichtwiderstand	10 k Ω /0,5 W	WFE 321 k 10

Kennzeichen	Benennung	Wert	R&S-Sach-Nr.
R 11	Schichtwiderstand	50 k Ω /0,5 W	WFE 321 k 50
R 12	Schichtwiderstand	2 k Ω /0,5 W	WFE 321 k 2
R 13	Schichtwiderstand	200 k Ω /0,5 W	WFE 321 k 200
R 14	Schichtwiderstand	100 Ω /0,3 W	WFE 221 E 100
R 15	Schichtwiderstand	5 k Ω /0,05 W	WFS 20/5 k/0,05
R 16	Schichtwiderstand	160 Ω /0,3 W	WFE 221 E 160
R 17	Schicht-Drehwiderstand	5 k Ω lin.	WS 7122 F/5 k
R 18	Schichtwiderstand	500 Ω /0,5 W	WFE 321 E 500
R 19	Schichtwiderstand	100 Ω /0,5 W	WFE 321 E 100
R 20	Schichtwiderstand	2 k Ω /0,5 W	WFE 321 k 2
R 21	Schichtwiderstand	40 Ω /0,05 W	WFS 20/40 0,05
R 22	Schichtwiderstand	20 Ω /0,3 W	WFE 221 E 20
R 23	Schichtwiderstand	20 k Ω /0,3 W	WFE 221 k 20
R 24	Drahtwiderstand	8 Ω /0,5 W	WD 8/0,5
R 25	Schichtwiderstand	20 Ω /0,5 W	WFE 321 E 20
R 26	Schichtwiderstand	10 k Ω /0,3 W	WFE 221 k 10
R 28	Drahtwiderstand	8 Ω /0,5 W	WD 8/0,5
R 29	Drahtwiderstand	8 Ω /0,5 W	WD 8/0,5
R 30	Schichtwiderstand	33 Ω \pm 1%/0,05 W	WFS 1/33/1/0,05
R 31	Schichtwiderstand	296,3 Ω \pm 1%/0,05 W	WFS 1/296,3/1/0,05
R 32	Schichtwiderstand	36,6 Ω \pm 1%/0,05 W	WFS 1/36,6/1/0,05
R 33	Schichtwiderstand	296,3 Ω \pm 1%/0,05 W	WFS 1/296,3/1/0,05
R 34	Schichtwiderstand	36,6 Ω \pm 1%/0,05 W	WFS 1/36,6/1/0,05
R 35	Schichtwiderstand	296,3 Ω \pm 1%/0,05 W	WFS 1/296,3/1/0,05
R 36	Schichtwiderstand	73,3 Ω \pm 1%/0,05 W	WFS 1/73/1/0,05 hierzu für 50- Ω -Teiler WFS 1/300/0,05 parallel
R 38	Schichtwiderstand	Trimmwert	WFE 321 ...
R 39	Draht-Drehwiderstand	10 k Ω /10 W	WE 10/10 k
R 40	Schicht-Drehwiderstand	5 k Ω lin.	WS 9122 F/5 k
R 41	Schicht-Drehwiderstand	5 k Ω lin.	WS 9122 F/5 k
R 42	Schicht-Drehwiderstand	5 k Ω lin.	WS 9122 F/5 k
R 43	Schicht-Drehwiderstand	5 k Ω lin.	WS 9122 F/5 k
R 44	Schicht-Drehwiderstand	5 k Ω lin.	WS 9122 F/5 k
R 45	Schicht-Drehwiderstand	5 k Ω lin.	WS 9122 F/5 k
R 46	Schicht-Drehwiderstand	5 k Ω lin.	WS 9122 F/5 k
R 47	Schicht-Drehwiderstand	5 k Ω lin.	WS 9122 F/5 k
R 48	Schicht-Drehwiderstand	10 k Ω lin.	WS 9122 F/10 k
R 49	Schicht-Drehwiderstand	10 k Ω lin.	WS 9122 F/10 k
R 50	Schicht-Drehwiderstand	10 k Ω lin.	WS 9122 F/10 k
R 51	Schicht-Drehwiderstand	10 k Ω lin.	WS 9122 F/10 k
R 52	Schicht-Drehwiderstand	10 k Ω lin.	WS 9122 F/10 k
R 53	Schicht-Drehwiderstand	10 k Ω lin.	WS 9122 F/10 k
R 54	Schicht-Drehwiderstand	10 k Ω lin.	WS 9122 F/10 k
R 55	Schicht-Drehwiderstand	10 k Ω lin.	WS 9122 F/10 k
R 56	Schichtwiderstand	8 k Ω /0,5 W	WFE 321 k 8

Kennzeichen	Benennung	Wert	R&S-Sach-Nr.
R 57	Schichtwiderstand	2,5 k Ω /0,5 W	WFE 321 k 2,5
R 58	Schichtwiderstand	10 k Ω /1 W	WFE 521 k 10
R 59	Schichtwiderstand	500 k Ω /0,5 W	WFE 321 k 500
R 60	Schichtwiderstand	1 k Ω /0,5 W	WFE 321 k 1
R 61	Schichtwiderstand	10 k Ω /0,5 W	WFE 321 k 10
R 62	Schichtwiderstand	100 k Ω /0,5 W	WFE 321 k 100
R 63	Schichtwiderstand	8 k Ω /0,5 W	WFE 321 k 8
R 65	Schicht-Drehwiderstand	50 k Ω lin.	WS 7126/50 k
R 66	Schichtwiderstand	Trimmwert	WFE 321 ...
R 67	Schichtwiderstand	Trimmwert	WFE 321 ...
R 68	Schichtwiderstand	Trimmwert	WFE 321 ...
R 69	Schichtwiderstand	Trimmwert	WFE 321 ...
R 70	Schichtwiderstand	Trimmwert	WFE 321 ...
R 71	Schichtwiderstand	Trimmwert	WFE 321 ...
R 72	Schichtwiderstand	Trimmwert	WFE 321 ...
R 73	Schichtwiderstand	Trimmwert	WFE 321 ...
R 74	Draht-Drehwiderstand	100 Ω /4 W	WR 4 F/100
R 75	Schicht-Drehwiderstand	100 k Ω lin.	WS 7122 F/100 k
R 76	Schichtwiderstand	150 $\Omega \pm 1\%/1$ W	WFE 541 E 150
R 77	Schichtwiderstand	100 k Ω /0,5 W	WFE 321 k 100
R 78	Schicht-Drehwiderstand	2,5 k Ω lin.	WS 5126/2,5 k
R 79	Schichtwiderstand	10 k $\Omega \pm 1\%/0,5$ W	WFE 341 k 10
R 80	Schichtwiderstand	90 k $\Omega \pm 1\%/0,5$ W	WFE 341 k 90
R 81	Schichtwiderstand	1 M Ω /0,5 W	WFE 321 M 1
R 82	Schichtwiderstand	1,6 k Ω /0,5 W	WFE 321 k 1,6
R 83	Draht-Drehwiderstand	1 k Ω /4 W	WR 4 F/1 k
R 84	Schichtwiderstand	100 Ω /0,5 W	WFE 321 E 100
R 85	Schichtwiderstand	100 k Ω /0,5 W	WFE 321 k 100
R 86	Schichtwiderstand	8 k Ω /1 W	WFE 521 k 8
R 87	Draht-Drehwiderstand	250 Ω /4 W	WR 4 F/250
R 88	Schichtwiderstand	12,5 k Ω /0,5 W	WFE 321 k 12,5
R 89	Schichtwiderstand	12,5 k Ω /0,5 W	WFE 321 k 12,5
R 90	Schichtwiderstand	300 k Ω /0,5 W	WFE 321 k 300
R 91	Schichtwiderstand	300 k Ω /0,5 W	WFE 321 k 300
R 92	Schichtwiderstand	10 k Ω /0,5 W	WFE 321 k 10
R 93	Schichtwiderstand	2,5 k Ω /1 W	WFE 521 k 2,5
R 94	Schichtwiderstand	1 k Ω /0,5 W	WFE 321 k 1
R 95	Schichtwiderstand	400 Ω /0,5 W	WFE 321 E 400
R 96	Schichtwiderstand	125 k Ω /0,5 W	WFE 321 k 125
R 97	Schichtwiderstand	40 k Ω /0,5 W	WFE 321 k 40
R 98	Schichtwiderstand	3 k Ω /0,5 W	WFE 321 k 3
R 99	Schichtwiderstand	1 k Ω /0,3 W	WFE 221 k 1
R 100	Schichtwiderstand	300 k Ω /0,5 W	WFE 321 k 300
R 101	Schichtwiderstand	50 Ω /0,5 W	WFE 321 E 50
R 102	Schichtwiderstand	20 k Ω /0,5 W	WFE 321 k 20
R 103	Schichtwiderstand	100 k Ω /0,5 W	WFE 321 k 100

Kennzeichen	Benennung	Wert	R&S-Sach-Nr.
R 104	Schichtwiderstand	20 k Ω /0,5 W	WFE 321 k 20
R 105	Schichtwiderstand	50 k Ω /0,5 W	WFE 321 k 50
R 106	Schichtwiderstand	500 k Ω /0,5 W	WFE 321 k 500
R 107	Schichtwiderstand	1 k Ω /0,5 W	WFE 321 k 1
R 108	Schichtwiderstand	50 k Ω /0,5 W	WFE 321 k 50
R 109	Schicht-Drehwiderstand	25 k Ω lin.	WS 9122 F/25 k
R 110	Schichtwiderstand	100 k Ω /0,5 W	WFE 321 k 100
R 111	Schichtwiderstand	4 k Ω /1 W	WFE 521 k 4
R 112	Schichtwiderstand	1 M Ω /0,5 W	WFE 321 M 1
R 113	Schichtwiderstand	500 k Ω /0,5 W	WFE 321 k 500
R 115	Schichtwiderstand	100 k Ω /0,5 W	WFE 321 k 100
R 116	Schichtwiderstand	1 k Ω /0,5 W	WFE 321 k 1
R 117	Schichtwiderstand	400 Ω /0,5 W	WFE 321 E 400
R 118	Schichtwiderstand	10 Ω /0,5 W	WFE 321 E 10
R 119	Draht-Drehwiderstand	50 Ω /4 W	WR 4 F/50
R 120	Schichtwiderstand	100 Ω /0,3 W	WFE 221 E 100
R 121	Schichtwiderstand	50 Ω \pm 1%/0,05 W (für 50- Ω -Ausfg.) 60 Ω \pm 1%/0,05 W (für 60- Ω -Ausfg.)	WFS 1/50/1/0,05 WFS 1/60/1/0,05
R 122	Schichtwiderstand	20 k Ω /0,3 W	WFE 221 k 20
R 123	Schichtwiderstand	1 k Ω /0,3 W	WFE 221 k 1
R 124	Schichtwiderstand	20 Ω /0,5 W	WFE 221 k 20
R 125	Drahtwiderstand	8 Ω /0,5 W	WD 8/0,5
R 126	Schichtwiderstand	100 Ω /0,5 W	WFE 321 E 100
R 127	Schichtwiderstand	400 Ω /0,5 W	WFE 321 E 400
R 130	Schichtwiderstand	Trimmwert	WFE 321 ...
R 131	Schichtwiderstand	Trimmwert	WFE 321 ...
R 132	Schichtwiderstand	Trimmwert	WFE 321 ...
R 133	Schichtwiderstand	Trimmwert	WFE 321 ...
R 134	Schichtwiderstand	Trimmwert	WFE 321 ...
R 135	Schichtwiderstand	Trimmwert	WFE 321 ...
R 136	Schichtwiderstand	Trimmwert	WFE 321 ...
R 137	Schichtwiderstand	Trimmwert	WFE 321 ...
Rö 1	Triode		E 88 C
Rö 2	Pentode		E 810 F
Rö 3	Duo-Triode		E 288 CC
Rö 4	Duo-Triode		E 88 CC
Rö 5	Duo-Triode		E 88 CC
Rö 6	Pentode		EF 80
Rö 7	Pentode		E 810 F
Rö 8	End-Pentode		PL 81
Rö 9	Pentode		EF 80
Rö 10	Stabilisator		85 A 2
S 1 I/II	Scheibenschalter		SRN 323/32

Kennzeichen	Benennung	Wert	R&S-Sach-Nr.
S 1 III/IV	Spulenschaltertrommel		S 55 – 2.11
S 2 I	Teilerschalter		S 55 – 3.2
S 2 II	Dekadenschalter		S 55 – 4.8
S 3	Scheibenschalter		SRN 333/3/32
S 4	Drehschalter		SR 292/32
S 5	Drehschalter		SR 291/32
S 6	Drucktaste		SR 613/2
S 7	Spannungswähler		FD 60513
Si 1	Schmelzeinsatz	0,63 A bei 220/235 V 1,25 A bei 115/125 V	M 0,63 C DIN 41571 M 1,25 C DIN 41571
Si 2	Schmelzeinsatz	0,63 A bei 220/235 V 1,25 A bei 115/125 V	M 0,63 C DIN 41571 M 1,25 C DIN 41571
Si 3	Schmelzeinsatz	50 mA	0,05 C DIN 41571
T 1	Transistor		GT/AD 130/V
T 2	Transistor		GT/OC 604 spez.
T 3	Transistor		GT/OC 604 spez.
Tr 1	Schwingübertrager		TU 503/1
Tr 2	Netztransformator		41404 – 12