

BESCHREIBUNG

LEISTUNGS-MESS-SENDER

SMLR

100.4171.02

ENGLISH INSTRUCTION BOOK
see page 29

Ausgabe R 26930

gültig für Geräte mit Fertigungs-Nummer F 3014/1 ... 50 und 300 046/1 ... 50

Printed in West Germany

Inhaltsübersicht

1. Eigenschaften	3
2. Vorzüge und Anwendungsmöglichkeiten	5
3. Inbetriebnahme	7
3.1. Einstellen des mechanischen Instrument-Nullpunktes	7
3.2. Einstellen auf die gegebene Netzspannung und Einschalten	7
3.3. Elektrische Nullstellung	7
3.4. Kabelverbindung zwischen Meßsender und Verbraucher; Umrüstsätze	8
4. Bedienung	10
4.1. Frequenzeinstellung und Feinverstimmung	10
4.2. Einstellen der Ausgangsspannung	10
4.2.1. Schaltstufe 10 V/30 V	10
4.2.2. Teilerstufen +10 dB/3 V bis -40 dB/10 mV	11
4.3. Eigen- und Fremdmodulation	13
5. Wirkungsweise und Aufbau	14
5.1. Steuerstufe Rö1	15
5.2. Trennverstärker Rö2	16
5.3. Ausgangsteiler und Ausgangsspannungsmesser	17
5.4. Eigen- und Fremdmodulation	18
5.5. Stromversorgungsteil	19
6. Röhrenwechsel	20
7. Fehlersuche	20
8. Schalteilliste	21
Spannungs- und Stromtabelle zum Stromlauf	28
Bild 4. Skalen- und Trommelantrieb	57
Bild 5. Positionierungsplan, Ansicht von oben	59
Bild 6. Positionierungsplan, Ansicht von unten	61
Stromlauf	63

1. Eigenschaften

Frequenzbereich	0,1 ... 30 MHz
in 5 Teilbereichen	0,1 ... 0,3 ... 1 ... 3 ... 10 ... 30 MHz
Fehlergrenzen der Frequenz	$\pm 1\%$
Frequenzkonstanz bei $\pm 10\%$ Netzspannungsänderung	etwa $\pm 0,01\%$
Frequenzzeichnung	jeder Teilbereich auf einer eigenen, 350 mm langen geraden Skala; Trommel der 5teili- gen Skala zwangsläufig drehbar mit Fre- quenzbereichschalter; an der Frontplatte nur die Skala des jeweils eingestellten Teil- bereiches sichtbar
Feinverstimmung der Frequenz	durch 100teilige Rundskala; 0,1% Verstimmung je Skalenteil

Ausgänge

Ausgang für hohe Spannung	koaxiale 13-mm-Umrüst-Buchse FK 018.2711 (Siehe Seite 8, Umrüsteinsätze)
max. Ausgangsspannung an 60Ω bei 100 kHz ... 10 MHz	etwa 10 V } Bereichschalterstellung
bei 10 MHz ... 30 MHz	etwa 5 V } 10 V/30 V
Leerlaufausgangsspannung stetig regel- bar, Innenwiderstand = 60Ω	1 ... 10/30/100/300 mV/1/3 V bzw. -60 ... -40/-30/-20/-10/0/+10 dB
Ausgang für niedrigere Spannung	koaxiale 13-mm-Umrüst-Buchse FK 018.2711 (Siehe Seite 8, Umrüsteinsätze)
Leerlaufausgangsspannung (über Zusatz- teiler 1000:1), stetig regelbar, Innenwider- stand = 60Ω	1 ... 10/30/100/300 μ V/1/3 mV bzw. -120 ... -100/-90/-80/-70/-60/-50 dB
Anzeige der Ausgangsspannung	durch Instrument mit Volt- und Dezibel- Eichung, bezogen auf 0 dB = 0,775 V

Klirrfaktor der unmodulierten Hochfrequenzspannung	etwa 2%, gilt
	a) für linke Ausgangsbuchse in allen Teilerstufen
	b) für rechte Ausgangsbuchse in allen Teilerstufen und in der Stellung 10 V/30 V, wenn der Ausgang mit 60 Ω abgeschlossen
Fehlergrenzen der Anzeige in der Bereichschalterstellung 10 V/30 V bei 60 Ω Belastung	± 8% v. E.
der Spannungsteiler	± 1 dB ± 0,5 μV
der Leerlaufspannungs-Anzeige	± 4% v. E.
Modulation (AM)	
Eigenmodulation	1000 Hz, 30%
Fremdmodulation	
bei $f = 0,15$ MHz	30 Hz . . . 5 kHz, 0 . . . 70%
bei $f \geq 0,5$ MHz	30 Hz . . . 7 kHz, 0 . . . 90%
	30 Hz . . . 10 kHz, 0 . . . 70%
Eingangswiderstand des Modulationseingangs	> 800 Ω
Bedarf an Modulationsspannung	etwa 70 mV/%, vorzugsweiser Innenwiderstand der Modulationsspannungsquelle ≤ 600 Ω
Frequenzmodulation bei 90% AM	$< 1 \cdot 10^{-4}$
Netzanschluß	115/125/220/235 V ± 10% 47 . . . 63 Hz (60 VA)
Bestückung	1 Röhre EAA 91 1 Röhre ECC 81 2 Röhren EL 803 1 Zwergglühlampe 220 V R&S-Sach-Nr. EG 019.2096 1 Schmelzeinsatz M 0,63 C DIN 41571 (für 220 V und 235 V) 1 Schmelzeinsatz M 1,25 C DIN 41571 (für 115 V und 125 V)
Abmessungen	540 x 234 x 378 mm (R&S-Normkasten Größe 56)
Gewicht	etwa 27 kg

so bemessen, daß nur die Skala des jeweils eingeschalteten Frequenzbereiches sichtbar ist. Durch diese Anordnung kann also nie versehentlich auf einer benachbarten Skala abgelesen werden. Dabei erfordert das Ablesen weniger Zeit und ist, besonders bei längeren Meßreihen, weniger ermüdend als bei einer mehrteiligen Skala, bei der alle Bereiche gleichzeitig sichtbar sind.

Zum Einstellen kleiner relativer Frequenzänderungen, wie zum Beispiel bei Trennschärfe- bzw. Bandbreitenmessungen erforderlich, ist der Einstellknopf der Frequenzskala mit einer (ein- und ausrastbaren) 100teiligen Skala ausgerüstet, an der bei beliebigen Frequenzen (0,1 bis 30 MHz) eine definierte Frequenzverstimmung von 0,1% je Skalenteil hergestellt werden kann. So ist jede beliebige eingestellte Frequenz um $\pm 5\%$ definiert veränderbar.

Die Amplitudenmodulation des Trägers erfolgt wahlweise durch die vom eingebauten NF-Oszillator erzeugte Spannung mit 1000 Hz und 30% Modulationsgrad oder durch eine von außen zugeführte Spannung mit Frequenzen von 30 Hz bis zu 10 kHz, wobei der Modulationsgrad bis 90% betragen darf. Auf Grund der angewandten Schaltung ist der Bedarf an Modulationsspannung nur gering; er beträgt rund 70 mV/%, d. h., für 30% werden etwa 2 V benötigt.

Dank dieser Eigenschaften und der großen Ausgangsleistung (1,5 Watt über den größten Teil des Frequenzbereiches) bestehen für den Leistungs-Meßsender SMLR zum Beispiel folgende Anwendungsmöglichkeiten:

- a) Messung der Empfindlichkeit und Bandbreite von Lang-, Mittel- und Kurzwellenempfängern; dabei sind die Feinverstimmungseinrichtung und die Frequenzkonstanz des Gerätes ($\pm 0,01\%$ bei $\pm 10\%$ Netzspannungsschwankungen) von besonderer Bedeutung.
- b) Messung der Eigenschaften von Resonanzkreisen und Filtern bei Verwendung relativ unempfindlicher Voltmeter.
- c) Messung an Video-Verstärkern im Bereich zwischen 100 kHz und 10 MHz.
- d) Zwischenmodulations- und Durchbruchmessungen z. B. an Flugzeugempfängern, an denen Störspannungen von mehreren Volt auftreten können.
- e) Speisung von Hochfrequenz-Meßbrücken mit modulierter oder unmodulierter Spannung.
- f) Erregung eines Versuchssenders oder einer Antenne zur Aufnahme ihres Strahlungsdiagramms.

Der Leistungs-Meßsender SMLR ist also ein Gerät, das sowohl in Laboratorien als auch in Prüffeldern oder Prüfständen sehr vielseitig eingesetzt werden kann.

3. Inbetriebnahme

3.1. Einstellen des mechanischen Instrument-Nullpunktes

Bei ausgeschaltetem Gerät muß der Zeiger des Instrumentes auf dem mechanischen Nullpunkt stehen. Das ist der Nullpunkt der beiden V-Skalen. Zur Korrektur dient der im Instrumentgehäuse eingelassene Schlitzkopf.

3.2. Einstellen auf die gegebene Netzspannung und Einschalten.

Ab Werk ist das Gerät für 220 V Netzspannung eingestellt. Zur Umstellung für 115 V, 125 V oder 235 V muß man zunächst am linken und rechten Rand der Frontplatte die Zylinderkopfschrauben lösen und das Gerät aus seinem Gehäuse ziehen. Dann ist auf dem Spannungswähler (am Netztransformator) das mit der gegebenen Netzspannung bezeichnete Kontaktfedernpaar mit einer geeigneten Sicherung zu überbrücken. Der für 220 V eingesetzte 630-mA-Schmelzeinsatz (M 0,63 C DIN 41571) ist auch für 235 V geeignet. Für 115 V oder 125 V ist ein 1,25-A-Schmelzeinsatz (M 1,25 C DIN 41571) einzusetzen.

Hierauf kann das Gerät wieder ordnungsgemäß eingebaut, an das Netz angeschlossen und mit dem Kippschalter (an der Frontplatte rechts unten) eingeschaltet werden.

Durch eine Netzspannungsabweichung bis zu $\pm 10\%$ vom Nennwert (115/125/220/235 V) werden die angegebenen Geräteeigenschaften noch nicht nennenswert beeinflußt. Mit Rücksicht auf die Lebensdauer der Röhren empfiehlt es sich jedoch, lang andauernde Unter- oder Überspannungen zu vermeiden. Besonders an einem Netz mit Unterspannung empfehlen wir, den durchschnittlichen Betrag der Netzspannung festzustellen und dem Gerät einen entsprechend bemessenen Transformator (Regeltransformator oder Konstanthalter) vorzuschalten.

3.3. Elektrische Nullstellung

Einige Minuten nach dem Einschalten muß die elektrische Nullstellung des Instrumentes überprüft und, wenn notwendig, berichtigt werden. Hierzu ist der Frequenzbereichschalter auf „0,1 . . . 0,3 MHz“ zu stellen, der Knopf „Spannungs-Regler“ an den linken Anschlag zu drehen (entgegen dem Uhrzeigersinn) und dann der kleine Knopf „El. 0“ (links vom Instrument) zu drehen, bis der Instrumentzeiger auf dem Nullpunkt der beiden V-Skalen steht. Hiermit ist der Meßsender betriebsbereit.

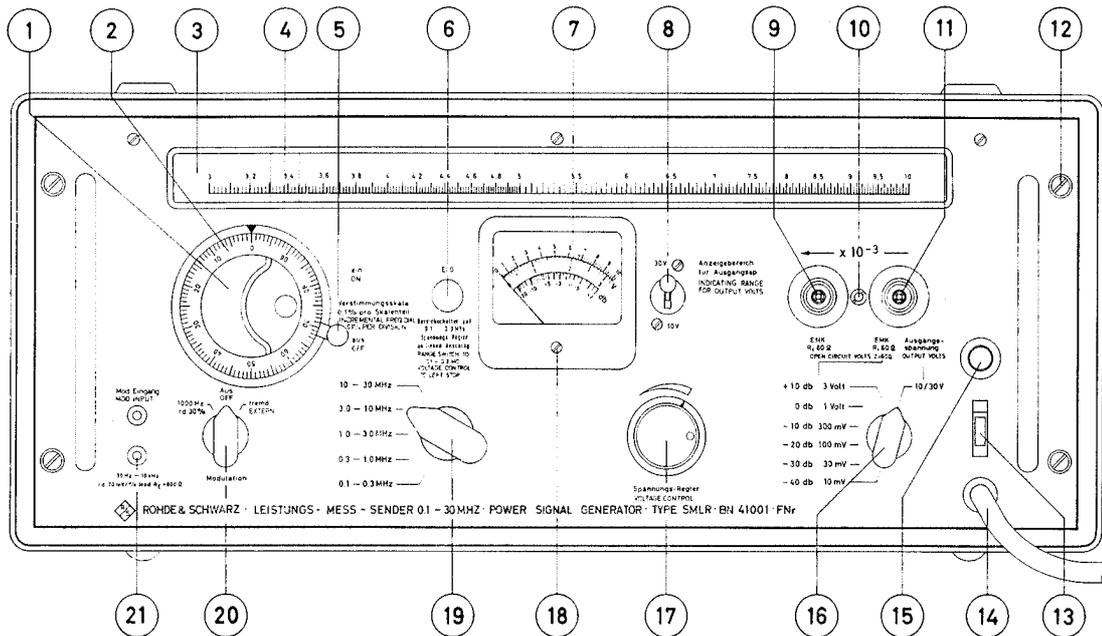
3.4. Kabelverbindung zwischen Meßsender und Verbraucher; Umrüstsätze

Insbesondere bei den hohen Frequenzen kann das zwischen Meßsender und Verbraucher eingeschaltete Verbindungskabel sowie der Eingangswiderstand des Verbrauchers, mit dem das Kabel abgeschlossen wird, zu erheblichen zusätzlichen Fehlern führen. Um diese durch Stehwellen verursachten Fehler zu vermeiden, ist es besonders wichtig, nur ein koaxiales Verbindungskabel mit 60Ω Wellenwiderstand zu verwenden und das Kabel möglichst wellenwiderstandsrichtig (mit 60Ω) abzuschließen. In der Stufe „10 V/30 V“ ist der wellenwiderstandsrichtige Kabelabschluß Bedingung, wenn mit der Anzeige des Instrumentes die am Verbraucher liegende Spannung bestimmt werden soll. Die beiden Ausgänge (9 und 11 im Bild auf der rechten Seite) sind umrüstbare 13-mm-Buchsen 4/13 DIN 47284 mit R&S-Sach-Nr. FK 018.2711. In diese Buchsen passen ohne weiteres die Stecker 4/13 DIN 47284, so zum Beispiel die R&S-Typen FK 018.1467 oder FK 018.1473. Diese beiden Ausgangsbuchsen können für verschiedene andere Stecker-systeme umgerüstet werden. Der Umrüstvorgang ist sehr einfach: Der jeweils gerade

Umrüstsatz Bestell-Bezeichnung	zur Umrüstung für
FB 018.2263	Kurzhubstecker Dezifix B
FK 017.8900	Siemens-Stecker 4/13 DIN 47283
FJ 017.5369	Serie UHF
FJ 017.5523	Serie N
FJ 017.5723	Serie C
FJ 017.5975	Serie BNC
FJ 017.9658	874 B

erforderliche Umrüstsatz wird in die Buchse eingeschraubt und mit den zwei seitlich vorhandenen Madenschrauben gegen Verdrehen gesichert. Besonders bewährt hat sich der für Kurzhubstecker Dezifix B bestimmte Umrüstsatz, da zahlreiche unserer Geräte mit dieser Steckerart ausgerüstet sind. Dieser Umrüstsatz ist auch dann vorteilhaft, wenn aus dem Leistungs-Meßsender große Ströme ausgekoppelt werden sollen, andererseits

aber am Verbraucher sehr kleine Spannungen hergestellt und gemessen werden müssen, wie es zum Beispiel beim Messen von Kopplungswiderständen erforderlich ist. Mit diesem Umrüstsatz für Kurzhubstecker Dezifix B verfügt der SMLR über einen Ausgangstecker, der sich durch eine außergewöhnlich kleinen Kopplungswiderstand auszeichnet.



- 1 Kurbelknopf zur Einstellung des Frequenzskalen-Zeigers 4 und der 100teiligen Verstimmungs-Skala 2.
- 2 Verstimmungs-Skala, 100teilig, 1 Skalenteil entspricht 0,1% Frequenzänderung.
- 3 Trommel-Frequenzskala, 5teilig; dreht sich zwangsläufig mit dem Frequenzbereich-Schalterknopf 19; es ist immer nur die Skala des jeweils eingeschalteten Frequenzbereiches sichtbar.
- 4 Frequenzskalen-Zeiger mit Doppelhaarstrich für parallaxenfreie Ablesbarkeit.
- 5 Kupplungshebel der Verstimmungs-Skala 2. Bei hochgedrücktem Hebel ist die Skala 2 mit dem Knopf 1 gekuppelt. Bei niedergedrücktem Hebel (wie dargestellt) ist die Skala entkuppelt.
- 6 Regler zur Einstellung des elektrischen Instrument-Nullpunktes.
- 7 Instrument-Skala mit den Teilungen 0...10 V, 0...3 V und -20...+2 dB.
- 8 Meßbereichschalter für die Bereiche 10 V und 30 V; nur wirksam in der Stellung 10/30 V des Schalters 16.
- 9 Ausgang für niedrige Spannungen; $R_i = 60 \Omega$, EMK = $1 \mu\text{V} \dots 3 \text{ mV}$ in den Stufen -40 dB/10 mV bis +10 dB/3 V des Schalters 16. An dieser Buchse ist die Ausgangsspannung 1000mal kleiner als an der Buchse 11. Siehe unter 4.2.2. Seite 11.
- 10 Masse-Buchse für 4-mm-Stecker.
- 11 Ausgang für hohe Spannungen; $R_i = 60 \Omega$, EMK = $3 \text{ mV} \dots 3 \text{ V}$ in den Stufen -40 dB/10 mV bis +10 dB/3 V des Schalters 16; Ausgangsspannung bis 10 V an 60Ω in der Stufe 10/30 V; siehe unter 4.2.1. und 4.2.2.
- 12 Zylinderkopfschraube (am linken und rechten Frontplattenrand je 2 Stück) zur Befestigung des Gerätes im Gehäuse.
- 13 Netzschalter.
- 14 Netzkabel mit Schukostecker.
- 15 Glühlämpchen zur Überwachung des Einschaltzustandes.
- 16 Teilerschalter mit den Stufen -40 dB/10 mV, -30 dB/30 mV, -20 dB/100 mV, -10 dB/300 mV, 0 dB/1 V, +10 dB/3 V und 10/30 V.
- 17 Spannungs-Regler,
- 18 Schlitzkopf zur Einstellung des mechanischen Instrument-Nullpunktes.
- 19 Frequenzbereich-Schalter.
- 20 Modulations-Schalter.
- 21 Eingang für Fremdmodulation.

4. Bedienung

4.1. Frequenzeinstellung und Feinverstimmung

Erst wählt man mit dem Knopf unter dem Instrument links den der gewünschten Frequenz entsprechenden Bereich und stellt dann mit dem Kurbelknopf den Zeiger der Frequenzskala ein. Durch die beiden Haarstriche im Skalenzeiger ist die parallaxenfreie Ablesbarkeit gewährleistet.

Zur Einstellung kleiner relativer Frequenzänderungen, wie z. B. bei Bandbreitemessungen erforderlich, ist der Kurbelknopf mit einer 100teiligen Skala ausgerüstet, die über einen Hebel mit der Achse des Knopfes ge- und entkuppelt werden kann. In der Hebelstellung „Ein“ ist diese Skala mit dem Knopf gekuppelt. Stellt man den Hebel auf „Aus“, so läuft die Skala zunächst mit, bis sie beim Teilstrich Null einrastet. Sie steht somit für eine Messung stets auf Null gestellt in Bereitschaft.

Eine Drehung dieser 100teiligen Skala um 1 Skalenteil bewirkt eine relative Frequenzänderung (Verstimmung) von 0,1%. Die Genauigkeit einer so eingestellten relativen Frequenzänderung ist abhängig von der Größe der Verstimmung und von der Frequenz, von der bei der Verstimmung ausgegangen wird. Für eine Drehung der 100teiligen Skala bis etwa ± 50 Skalenteile beträgt die Genauigkeit etwa $\pm 10\%$ im ersten und zehnten Zehntel jeder Frequenzskala und etwa $\pm 5\%$ in dem dazwischen liegenden Teil.

4.2. Einstellen der Ausgangsspannung

In jeder der 7 Stellungen des Spannungsbereichschalters geschieht die stetige Regelung der Ausgangsspannung mit dem Knopf „Spannungs-Regler“ (rechts unter dem Instrument).

4.2.1. Schaltstufe 10 V/30 V

In dieser Stufe des Spannungsbereichschalters arbeitet der SMLR als Leistungs-Meßsender. Hierbei liefert die rechte der beiden Ausgangsbuchsen an einem Außenwiderstand von 60Ω eine Spannung bis etwa 10 V bei Frequenzen von 0,1 bis 10 MHz und eine bis etwa 5 V bei Frequenzen von 10 bis 30 MHz. Bei leerlaufendem oder hochohmig belastetem Ausgang werden Spannungen bis etwa 20 V erreicht. In dieser Stufe mißt das eingebaute Röhrenvoltmeter die am Ausgang auftretende Spannung unmittelbar. Für diese Stufe hat das Instrument die Meßbereiche 0...10 V und 0...30 V. Der Meßbereichumschalter befindet sich rechts neben dem Instrument. Abgelesen wird auf der von 0...10 V oder 0...3 V geeichten Skala.

In dieser Stufe ändert sich der Innenwiderstand des Ausgangs mit der Stellung des Spannungs-Reglers zwischen 0 und 250 Ω . Deshalb ist es bei den hohen Frequenzen und bei Verwendung eines relativ langen Verbindungskabels zur Vermeidung von Stehwellen besonders wichtig, daß das Kabel einen Wellenwiderstand von 60 Ω hat und an der Seite des Verbrauchers mit 60 Ω abgeschlossen ist. Ist dies erfüllt, dann ist die am Verbraucher auftretende Spannung (bei vernachlässigbarer Kabeldämpfung) gleich der am SMLR-Ausgang herrschenden (angezeigten) Spannung. Bei den tieferen Frequenzen des SMLR ist der wellenwiderstandsrichtige Abschluß des Kabels nicht unbedingt erforderlich. Die Grenzfrequenz für einen bestimmten zulässigen Meßfehler hängt von der Wirk- und Blindkomponente des Verbrauchers sowie vom Wellenwiderstand und der Länge des Verbindungskabels ab. Bei Verwendung eines 60- Ω -Kabels und in dem besonders ungünstigen Fall eines kapazitiven Verbrauchers liegt der (durch die Fehlanpassung verursachte) Meßfehler bei nachstehend angegebenen Verhältnissen noch unter 10%. Oberhalb der angegebenen Grenzfrequenzen herrscht die vom Meß-

Kabellänge	Verbraucher	Frequenz
1 m	30 pF	< 3 MHz
1 m	1000 pF	< 1 MHz
5 m	30 pF	< 1,5 MHz
5 m	1000 pF	< 0,5 MHz

sender angezeigte Ausgangsspannung nur dann auch am Verbraucher, wenn das 60- Ω -Kabel mit einem reellen 60- Ω -Widerstand abgeschlossen ist. Die Anpassung kann auf einfache Weise überprüft werden, indem man das 60- Ω -Verbindungskabel durch ein solches anderer Länge ersetzt. Bei richtiger

Anpassung darf sich die am Abschlußwiderstand auftretende Spannung nicht ändern. Wenn sich eine Fehlanpassung nicht vermeiden läßt, dabei aber eine hohe Meßgenauigkeit erforderlich ist, so muß man an der Verbindungsstelle zwischen Kabel und Verbraucher ein geeignetes Voltmeter anschalten. Hierzu empfehlen wir zum Beispiel das HF-DC-Millivoltmeter URV 216.3612.02 mit HF-Tastkopf 243.8811.02 und HF-Durchgangskopf 243.9418.64. Besonders bequem ist das Messen mit dem Durchgangskopf dieses Gerätes. Dieser bildet ein Stück einer koaxialen Leitung und kann in eine solche, wenn die Trennstelle mit Kurzhubsteckern Dezifix B versehen ist, rasch eingefügt werden.

4.2.2. Teilerstufen +10 dB/3 V bis -40 dB/10 mV

Diese 6 Teilerstufen sind für den rechten und linken Ausgang bestimmt. Der rechte Ausgang liefert die Spannungen von 3 V ... 3 mV bzw. von +12 ... -50 dB; der linke Ausgang, der seine Spannung über einen 1000:1-Teiler vom rechten Ausgang bezieht, liefert die Spannungen von 3 mV ... 1 μ V bzw. von -50 ... -120 dB. Insgesamt stehen also 12 Spannungs-Teilbereiche zur Verfügung mit dem Gesamtbereich von 3 V ... 1 μ V bzw. von +12 ... -120 dB.

In diesen Bereichen zeigt das eingebaute Röhrevoltmeter die Leerlaufspannung an, das heißt, es mißt die EMK einer Spannungsquelle mit 60Ω Innenwiderstand. Hiermit beträgt also die an einem $60\text{-}\Omega$ -Belastungswiderstand auftretende Klemmenspannung gerade die Hälfte der vom SMLR-Instrument angezeigten EMK. Folgende Tabelle gibt einen Überblick über die in den 6 Bereichschalterstellungen mit dem Spannungs-Regler einstellbaren EMK-Bereiche.

EMK-Bereich		Bereichschalterstellung	Ausgang
1 ... $10 \mu\text{V}$ 10 ... $30 \mu\text{V}$ 30 ... $100 \mu\text{V}$ 100 ... $300 \mu\text{V}$ 0,3 ... 1 mV 1 ... 3 mV	- 120 ... - 98 dB - 100 ... - 88 dB - 90 ... - 78 dB - 80 ... - 68 dB - 70 ... - 58 dB - 60 ... - 48 dB	- 40 dB/10 mV - 30 dB/30 mV - 20 dB/100 mV - 10 dB/300 mV 0 dB/1 V +10 dB/3 V	linke Buchse
3 ... 10 mV 10 ... 30 mV 30 ... 100 mV 100 ... 300 mV 0,3 ... 1 V 1 ... 3 V	- 50 ... - 38 dB - 40 ... - 28 dB - 30 ... - 18 dB - 20 ... - 8 dB - 10 ... + 2 dB 0 ... +12 dB	- 40 dB/10 mV - 30 dB/30 mV - 20 dB/100 mV - 10 dB/300 mV 0 dB/1 V +10 dB/3 V	rechte Buchse

In der Bereichschalterstellung „+ 10 dB/3 V“ steigt der in die rechte Ausgangsbuchse mit einem Scheinwiderstandsmesser hineingemessene Widerstand (je nach Stellung des Spannungs-Reglers) auf etwa 83Ω an. In der Stellung „0 dB/1 V“ dagegen ist die durch die Teilerstufe bewirkte Dämpfung bereits so groß, daß der Innenwiderstand in allen Stellungen des Spannungs-Reglers nahezu 60Ω beträgt. Obwohl also eine bei fehl-
abgeschlossenem Kabel reflektierte Welle in der Stufe „+10 dB/3 V“ nur unvoll-
kommen gedämpft wird, gilt folgende Formel auch in dieser Stufe, da das eingebaute
Röhrevoltmeter so auf die reflektierte Welle anspricht, daß es gerade die Leerlauf-
spannung (EMK) anzeigt, die bei genau 60Ω Innenwiderstand zur Berechnung der Ver-
braucherspannung erforderlich ist. Bei vernachlässigbar kleiner Dämpfung des Verbind-
ungskabels beträgt die am Verbraucher auftretende Spannung

$$U = U_0 \frac{R_a}{R_a + R_i} = U_0 \cdot \alpha,$$

wobei U_0 = angezeigte Leerlaufspannung (EMK), R_a = Abschlußwiderstand des Meß-
senders (rechter oder linker Ausgang) und R_i = Innenwiderstand des Meßsenders
(60Ω in allen Stufen).

In folgender Tabelle sind das Verhältnis $U/U_0 = \alpha$ und die Dämpfung (in dB) der Verbraucherspannung U gegenüber der angezeigten Spannung U_0 für einige reelle Abschlußwiderstände angegeben. Bei nicht wellenwiderstandsrichtigem Abschluß des Ver-

Abschlußwiderstand	$U/U_0 = \alpha$	Dämpfung in dB $20 \cdot \log \alpha$
50 Ω	0,45	-6,8 dB
60 Ω	0,50	-6,0 dB
75 Ω	0,56	-5,1 dB
150 Ω	0,71	-2,9 dB
600 Ω	0,91	-0,8 dB
Leerlauf	1,00	0 dB

bindungskabels muß man allerdings wegen eines geringen Blindanteils des MeßsenderInnenwiderstandes sowie wegen Wellenwiderstandsfehlern des Kabels und der Steckverbindungen mit einem zusätzlichen Fehler rechnen. Dieser bleibt jedoch auch bei extremem Fehlabschluß, zum Beispiel bei leerlaufendem Kabel, das zudem lang gegen $1/4$ der eingestellten Wellenlänge sein kann, kleiner als 10% in der Stufe „+10 dB/3 V“

und kleiner als 5% in allen anderen Teilerstufen. Zur Erzielung genauer Messungen empfiehlt es sich daher immer, das Verbindungskabel wenigstens ungefähr mit 60 Ω abzuschließen. Häufig läßt sich auch ein extrem von 60 Ω abweichender Verbraucherwiderstand auf nahezu 60 Ω bringen, wenn dem Verbraucher ein geeigneter Widerstand in Reihe oder parallelgeschaltet wird. Selbstverständlich muß man im Falle der Reihenschaltung die durch den Reihenwiderstand bewirkte Spannungsteilung berücksichtigen. Die Herstellbarkeit von Verbraucherspannungen bis 1 μ V herab, wie sie zum Beispiel bei Messungen an empfindlichen Empfängern gebraucht werden, hat natürlich zur Voraussetzung, daß das Verbindungskabel einen genügend kleinen Kopplungswiderstand aufweist und daß die Masse-Verbindung zwischen dem Außenleiter des koaxialen Kabels und dem Chassis des Verbrauchers (Empfängers) hinreichend induktivitätsarm ist. Diese Forderung ist in modernen Empfängern mit koaxialem Eingang meist ausreichend erfüllt. Sowohl im rechten als auch im linken Ausgang sind die eingebauten Teilerwiderstände gegen eine vom Verbraucher in die Eingänge gelangende Gleichspannung durch Verriegelungskondensatoren geschützt; die Gleichspannung darf 250 V betragen.

4.3. Eigen- und Fremdmodulation

Der SMLR kann eigenmoduliert, unmoduliert oder fremdmoduliert betrieben werden. Die entsprechenden Stellungen des Modulationsumschalters (unter dem Kurbelknopf) sind: „1000 Hz/rd. 30 %“, „Aus“ und „fremd“.

In der Stellung **1000 Hz/rd. 30%** ist die Ausgangsspannung durch den eingebauten NF-Oszillator mit einer Frequenz von etwa 1000 Hz und einem Modulationsgrad von $30 \pm 5\%$ amplitudenmoduliert.

In der Stellung **Aus** gibt der Sender nur die Trägerwelle ab. Eine eventuell angeschlossene Modulationsspannungsquelle kann angeschlossen bleiben, da sie im Gerät abgeschaltet ist. Die Brumm-Modulation (100 Hz) liegt unter 0,3%.

In der Stellung **fremd** kann die Ausgangsspannung durch eine den Buchsen „Mod.-Eingang“ zugeführte NF-Spannung bis zu 90% moduliert werden. Der Bedarf an Modulationsspannung beträgt etwa 70 mV je Prozent Modulationsgrad. In den Mittel- und Kurzwellenbereichen kann man mit Tonfrequenzen von 30 Hz bis 10 kHz modulieren. In den zwei langwelligen Bereichen ist der Modulationsfrequenzbereich durch die Bandbreite der Verstärkerabstimmkreise etwas eingeengt. Bei 3 dB Abfall des Modulationsgrades für die höchste Modulationsfrequenz kann man modulieren:

30 Hz ... 2 kHz bei 0,1 MHz

30 Hz ... 5 kHz bei 0,15 MHz

30 Hz ... 10 kHz bei 0,3 MHz im Bereich 0,1 ... 0,3 MHz

30 Hz ... 5 kHz bei 0,3 MHz im Bereich 0,3 ... 1 MHz

30 Hz ... 10 kHz bei Frequenzen über 0,5 MHz

Diese Angaben gelten für die Spannungsstufe „10 V/30 V“ bei 60 Ω Abschluß und für alle 6 Teilerstufen von „+10 dB/3 V“ bis „-40 dB/10 mV“ bei beliebigem Abschlußwiderstand.

Bei moduliertem Träger zeigt das Anzeigeinstrument die Trägerspannung nur bei Modulationsfrequenzen bis etwa 1000 Hz richtig an. Die Trägerspannung kann jedoch auch für hohe Modulationsfrequenzen und bei hohem Modulationsgrad genau ermittelt werden, wenn man bei konstant gehaltener Modulationsspannung deren Frequenz bis unter 1000 Hz erniedrigt. Der Betrag der so gemessenen Trägerspannung gilt dann auch bei höheren Modulationsfrequenzen unabhängig von der jeweiligen Anzeige, obwohl diese bei hohen Modulationsfrequenzen und bei hohem Modulationsgrad fast den doppelten Betrag des wahren Wertes erreichen kann.

5. Wirkungsweise und Aufbau

Der Hochfrequenzteil des Leistungs-Meßsenders SMLR besteht aus einer Steuerstufe und einem modulierbaren Trennverstärker mit abgestimmtem Anodenkreis. Jede dieser beiden Stufen ist mit einer Leistungs-Pentode EL 803 bestückt. Ein Spezial-Lüftungssystem gewährleistet ausreichende Kühlung ohne Beeinträchtigung der Abschirmwirkung. Im Bereich der größten Ausgangsleistung (10 ... 1 V an 60 Ω) wird die Ausgangsspannung über ein Potentiometer (R29), das auch in allen anderen Bereichen zur stetigen Regelung der Ausgangsspannung dient, unmittelbar dem Ausgang zuge-

führt. Der Bereich von 3 V bis 1 mV ist durch einen 6stufigen, in Stufen zu je 10 dB umschaltbaren Kettenleiter (R36...R53) hergestellt. Zur Herstellung des Spannungsbereichs von 3 mV bis 1 µV herab ist dem Kettenleiter ein 1000 : 1-Teiler (R56...R59) mit eigenem Ausgang nachgeschaltet. Von einem eingebauten Röhrevoltmeter (Rö3-I1) wird die Ausgangsspannung in Volt und Dezibel angezeigt. Zur Eigenmodulation mit 1000 Hz und 30% Modulationsgrad dient ein eingebauter Oszillator (Rö4) mit stabilisierter NF-Spannung und kleinem Klirrfaktor.

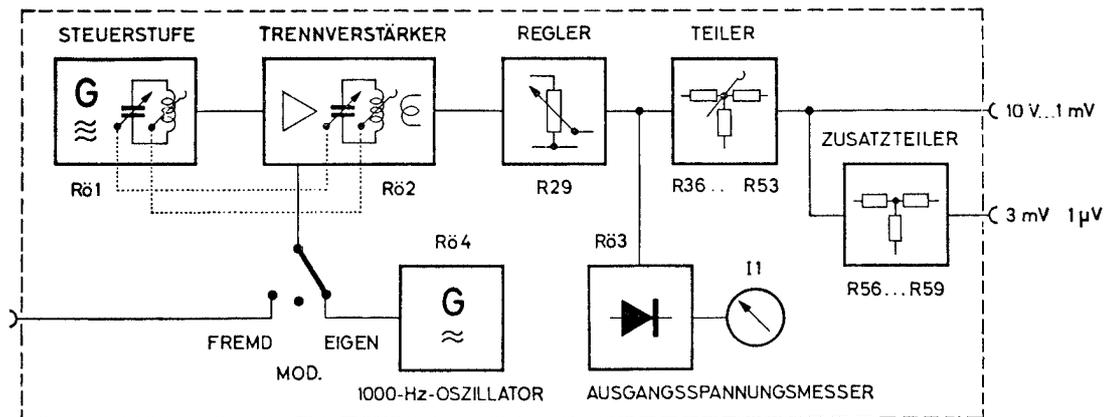


Bild 3. Blockschaltbild des Leistungs-Meßsenders SMLR

5.1. Steuerstufe Rö1

Die Steuerstufe des Meßsenders (siehe Stromlauf), bestückt mit der Leistungs-Pentode EL 803, bestreicht den Frequenzbereich von 0,1 bis 30 MHz in den 5 Teilbereichen 0,1...0,3...1...3...10...30 MHz. Jede Skala der 5 Teilbereiche ist etwa 350 mm lang. Einer Frequenzvariation von 1% entspricht ein Skalenzeigerweg von etwa 2,8 mm. Die Trommelskala dreht sich zwangsläufig mit dem Frequenzbereichschalter. Von außen ist nur die Skala des jeweils eingeschalteten Frequenzbereiches sichtbar. Dadurch ist eine Skalenverwechslung ausgeschlossen.

Zur Einstellung kleiner relativer Frequenzänderungen (Verstimmungen), z. B. für Bandbreitemessungen, ist der Einstellknopf der Frequenzskala mit einer 100teiligen Rundskala ausgerüstet. Wegen des logarithmischen Plattenschnittes des Drehkondensators C5 und der geeignet bemessenen Übersetzung zwischen Drehkondensator- und Einstellachse entspricht einer Skalendrehung von 1 Skalenteil bei allen Frequenzen eine Frequenzänderung von 0,1%. Die Fehlergrenzen der so einstellbaren relativen Frequenzänderung sind in allen fünf Teilfrequenzbereichen gleich groß. Sie betragen (wegen der nicht völlig logarithmisch verlaufenden Randgebiete der Drehkondensator-

kennlinie) etwa $\pm 10\%$ im ersten und zehnten Zehntel der Skala und etwa $\pm 5\%$ im dazwischen liegenden Gebiet der Skala. Diese Fehlergrenzen gelten für eine Skalendrehung von $\leq \pm 50$ Skalenteilen, das heißt für eine Frequenzverstimmung von $\leq \pm 5\%$.

Im übrigen ist die Schaltung der Steuerstufe so bemessen, daß eine gute Frequenzkonstanz gesichert ist. Bei einer Netzspannungsänderung von $\pm 10\%$ ändert sich die Frequenz um nur $\pm 0,01\%$. Diese verhältnismäßig geringe Netzspannungsabhängigkeit hat besonders bei Verstimmungsmessungen mit Hilfe der 100teiligen Feinverstimmungs-Skala große Bedeutung.

5.2. Trennverstärker R_{ö2}

Diese Stufe arbeitet als linearer B-Verstärker mit einem abstimmbaren Anodenkreis je Teilfrequenzbereich. Die Kreise befinden sich mit denen der Steuerstufe im Gleichlauf. Die Güte der einzelnen Kreise ist so gewählt, daß der Klirrfaktor der Ausgangsspannung möglichst klein, der Modulationsfrequenzbereich aber dennoch hinreichend groß ist. Zwischen dem Gitter der Trennverstärkerröhre und der Steuerstufe besteht nur eine sehr lose Kopplung. Dadurch bleibt die Frequenzmodulation auch bei großem Modulationsgrad nur gering.

Die induktiv ausgekoppelte Spannung gelangt nun an das Potentiometer R₂₉ und von dessen Abgreifer zum Bereichschalter des Ausgangsteilers. In der Stellung „10 V/30 V“ dieses Schalters wird die Spannung (zur Abgabe der maximalen Leistung) unmittelbar an die koaxiale Ausgangsbuchse geführt. Der Klirrfaktor der Hochfrequenzspannung ist von der Frequenz sowie von der Einstellung und Belastung des Potentiometers R₂₉ etwas abhängig. Bei einer äußeren Belastung von 60Ω ist er kleiner als 3% im Frequenzbereich von 0,1 ... 0,3 MHz, kleiner als 2% von 0,3 ... 3 MHz und kleiner als 1% von 3 ... 30 MHz.

In den Schaltstellungen von „3 V/+10 dB“ bis „10 mV/-40 dB“ ist die $60\text{-}\Omega$ -Belastung durch die eingebauten Ausgangsteiler hergestellt. Nur bei direkter Auskopplung, d. h. in der Stellung „10 V/30 V“, muß der $60\text{-}\Omega$ -Abschluß außen hergestellt werden. Die Arbeitsweise des Verstärkers wird jedoch durch eine Änderung der Belastung zwischen Leerlauf und Kurzschluß fast im ganzen Bereich des Reglers nur wenig beeinträchtigt; es empfiehlt sich jedoch, den Ausgang bei maximaler Ausgangsspannung nicht kurzzuschließen.

5.3. Ausgangsteiler und Ausgangsspannungsmesser

In der Schaltstufe „10 V/30 V“ gelangt die an R29 abgegriffene Spannung (über Kabel K1, Schalter S2IIF – S2IR, Kabel K2 – K5 und Trennkondensator C47) unmittelbar an den Ausgang. Hierbei liefert der Meßsender an einen Außenwiderstand von 60Ω eine Spannung von etwa 10 V bei Frequenzen von 0,1 ... 10 MHz und eine von etwa 5 V bei 10 ... 30 MHz. Der Innenwiderstand des Ausgangs ändert sich mit der Stellung des Potentiometers R29 von 0 ... 250 Ω . Für die Genauigkeit der am Verbraucher eingestellten Spannung ist diese Schwankung des Innenwiderstandes ohne Bedeutung, da in dieser Schaltstufe die Spannung unmittelbar am Eingang des 60- Ω -Ausgangskabels K1 gemessen wird. Daher verhält sich der Meßsender in dieser Schaltstufe wie eine Spannungsquelle mit dem Innenwiderstand = 0, wenn man von der vom eingebauten Röhrenvoltmeter angezeigten Spannung ausgeht und den Ausgang wellenwiderstandsrichtig (mit 60 Ω) abschließt. Bei offenem oder hochohmig belastetem Ausgang liefert der Meßsender eine Leerlaufspannung bis zu 20 V.

In der Stufe „+10 dB/3 V“ ist der Teiler R36 – R37 – R42 – R43 – R44 wirksam, in den Stufen „0 dB/1 V“ bis „-40 dB/10 mV“ der Kettenleiter R45 ... R53. In diesen Stufen (+10 dB/3 V bis -40 dB/10 mV) verhält sich der Meßsender wie eine Spannungsquelle, deren EMK gleich der angezeigten Spannung ist und deren Innenwiderstand genau 60 Ω beträgt. Die Instrumentanzeige (angezeigte EMK) ist in der Stufe „+10 dB/3 V“ etwas, in der Stufe „0 dB/1 V“ noch ganz geringfügig (je nach Stellung des Spannungsreglers) belastungsabhängig. Alle in diesen 6 Stufen einstellbaren Spannungen (3 V ... 1 mV) können durch den nachgeschalteten Teiler R56 – R57 – R58 – R59, der einen eigenen koaxialen Ausgang hat, auf 1/1000 (um 60 dB) herabgesetzt werden. Auch dieser Ausgang hat einen Innenwiderstand von 60 Ω .

Der Ausgangsspannungsmesser (mit Röhre R63 und Drehspulstrommesser I1) arbeitet mit einer Doppeldiode EAA 91 als Spitze-Spitze-Gleichrichter. Seine Instrumentskala ist in Effektivwerten geeicht. Der Anlaufstrom der Diode ist durch einen positiven Strom, der über den Teiler R69 – R68 durch das Instrument fließt, durch entsprechende Einstellung des Reglers R68 so kompensiert, daß das Instrument (bei ganz nach links gedrehtem Regler R29) keinen Ruheausschlag zeigt. Der Regler R68 ist an der Frontplatte bedienbar und mit „El. 0“ bezeichnet. In der Stufe „10 V/30 V“ des Bereichschalters S2IIF – S2IR kann mit dem Kippschalter S3, der an der Frontplatte rechts neben dem Instrument bedienbar ist, ein 10-V- oder 30-V-Anzeigebereich gewählt werden. So können auch Spannungen über 10 V, wie sie im Leerlauf auftreten, unmittelbar abgelesen werden. Der mit den Schaltern S2IIF – S2IR gekuppelte Schalter S2III ist nur in der Stufe „10 V/30 V“ geschlossen; d. h., S3 ist in allen Teilerstufen unwirksam.

5.4. Eigen- und Fremdmodulation

Die Amplitudenmodulation des Trägers wird durch Verändern der wirksamen Gittervorspannung der Trennverstärkerröhre RÖ2 erzeugt. Hierbei ist über den Modulationsumschalter S4 sowohl bei Eigen- wie bei Fremdmodulation der Gitterwiderstand von RÖ2 wesentlich vergrößert und die Schirmgitterspannung verringert. Dies hat zwar eine Verringerung der Ausgangsleistung zur Folge, es ist aber genügend Reserve vorhanden, um Ausgangsspannungen bis 3 V zu erzeugen. Der Spitzenwert des Trägers bleibt beim Verändern des Modulationsgrades konstant; nur sein Mittelwert wird verringert. Dies ermöglicht es, bei jedem Modulationsgrad die höchstmögliche Ausgangsspannung zu erhalten.

Durch die lose Kopplung zwischen Steuer- und Verstärkerstufe wird die Frequenz auch bei großem Modulationsgrad nur geringfügig beeinflusst. Bei 90% AM beträgt die FM erst etwa 0,01% der jeweils eingestellten Frequenz, was z. B. bei 10 MHz erst einem Hub von etwa 1 kHz entspricht.

Der Oszillator (RÖ4) zur Erzeugung der NF-Spannung für Eigenmodulation (1000 Hz, 30%) ist mit einer Doppeltriode ECC 81 bestückt. Ein Triodensystem arbeitet als transformatorgekoppelter Oszillator mit abgestimmtem Anodenkreis, das andere Triodensystem ist als Diodengleichrichter geschaltet, der die erzeugte NF-Spannung gleichrichtet. Die so gewonnene negative Spannung wird durch eine positive Spannung, die über den Teiler R76 – R77 eingespeist wird, so kompensiert, daß für den Oszillator eine Gittervorspannung entsteht, bei der er eine für 30% Modulationsgrad notwendige NF-Spannung liefert.

Für Fremdmodulation wird mit S4IF die Anodenspannung des Oszillators abgeschaltet und mit S4IR auf den Modulation-Eingang umgeschaltet. Der Bedarf an Modulationsspannung ist nur klein; er beträgt etwa 70 mV/%; also zum Beispiel rund 2 V für 30% Modulationsgrad. Der Eingangswirkwiderstand ist (besonders bei tiefen Modulationsfrequenzen) so hoch ($\approx 16 \text{ M}\Omega$), daß er praktisch keine Belastung darstellt. Die Eingangskapazität beträgt jedoch rund 20 000 pF. Diese relativ große Eingangskapazität ist durch die Hochfrequenz-Filter bedingt. Der Einfluß dieser Filter auf den Frequenzgang der Modulation ist vernachlässigbar klein, wenn der Innenwiderstand der Modulationsspannungsquelle nicht größer ist als etwa 600 Ω . Es kann also notwendig sein, dem Modulations-Eingang einen Widerstand parallel zu schalten, um geeignete Anpassung herzustellen. Der Modulationsfrequenzbereich ist hauptsächlich durch die Bandbreite der Abstimmkreise des Trennverstärkers begrenzt. Bei 3 dB Abfall kann man modulieren: von 30 Hz bis 2 kHz bei 0,1 MHz; bis 5 kHz bei 0,15 MHz;

bis 10 kHz bei 0,3 MHz (im Bereich 0,1 . . . 0,3 MHz); bis 5 kHz bei 0,3 MHz (im Bereich 0,3 . . . 1 MHz); und bis 10 kHz bei allen über 0,5 MHz liegenden Frequenzen. Dies gilt sowohl für die Bereichschalterstellung „10 V/30 V“ mit 60 Ω Außenbelastung als auch für alle Stufen des Ausgangsteilers. Bei den höchsten hier angegebenen Modulationsfrequenzen ist ein Modulationsgrad bis etwa 70% möglich.

Da das Instrument zur Anzeige der Ausgangsspannung von einem Gleichrichter betrieben wird, kann die Anzeige durch die Modulationsfrequenz beeinflußt werden. Die Abweichung der Anzeige vom wahren Effektivwert des Trägers ist bei einer Modulation mit 1000 Hz und 30% sehr gering. Bei höheren Modulationsfrequenzen dagegen zeigt der Ausgangsspannungsmesser nicht mehr den wahren Effektivwert des Trägers an. Die Ausgangsspannung kann aber trotzdem richtig bestimmt werden: Man erniedrigt zunächst die Modulationsfrequenz auf z. B. 800 Hz, stellt hierauf den gewünschten Träger ein und erhöht dann wieder die Modulationsfrequenz auf den gewünschten Wert. Selbstverständlich darf man nach dem Wiedererhöhen der Modulationsfrequenz weder die Modulationsspannung nach den Trägerwert verändern. Hiermit gilt die bei tiefer Modulationsfrequenz eingestellte Anzeige auch bei hoher Modulationsfrequenz.

5.5. Stromversorgungsteil

Der Stromversorgungsteil ist für die Netzwechselfspannungen 115 V, 125 V, 220 V und 235 V eingerichtet. Die an der Primärwicklung des Netztransformators angeschlossene Glimmlampe R11 (in der Frontplatte über dem Netzschalter S5 eingebaut) dient nur zur Überwachung des Einschaltzustandes. Die Anodenspannung wird durch den Selengleichrichter G11 erzeugt und durch die Glieder C64 – L30 – C65 – C63 gefiltert.

Sämtliche Stromzuführungen zum Hochfrequenzteil sind mit breitbandigen Hochfrequenzfiltern ausgerüstet, so daß in den Netz- und Eigenmodulationsteil praktisch keine Hochfrequenzspannung austreten kann. Um zu verhindern, daß etwaige Reste an Hochfrequenzenergie über das Netzkabel oder über den Modulationseingang austreten können, sind auch in diese Leitungen geeignete Filter eingebaut. Diese Maßnahmen sowie die sorgfältig gewählte Lage der inneren Masseverbindungen sind eine wichtige Voraussetzung dafür, daß mit diesem Meßsender auch an sehr empfindlichen Empfängern gearbeitet werden kann.

6. Röhrenwechsel

Alle vier Röhren (Typ nach Schalteilliste) können ohne Einfluß auf die Genauigkeit des Gerätes ausgewechselt werden. Hierzu muß man das Gerät aus dem Gehäuse nehmen. Die Senderröhre RÖ1 und die Verstärkerröhre RÖ2 befinden sich auf dem Gußgehäuse des Senderteils unter je einem mit drei Schrauben befestigten Abschirmzylinder. Die Voltmeterröhre RÖ3 ist nach dem Abschrauben der Bodenplatte des Senderteils zugänglich. Die NF-Oszillatroröhre RÖ4 ist an einem Aufbauwinkel über dem Gußgehäuse des Senderteils ohne weitere Abschirmung eingesetzt.

7. Fehlersuche

Durch die beiden Positionierungspläne Bild 5 und Bild 6 wird das Aufsuchen eines Fehlers erleichtert. Zum Aufsuchen des Ortes oder des Wertes eines Schaltelementes bestehen zwei Suchwege:

- a) Gerät → Bild 5 oder Bild 6 → Schalteilliste → Stromlauf.
- b) Stromlauf → Schalteilliste → Bild 5 oder Bild 6 → Gerät.

Beispiel zu a):

Hat man z. B. einen beschädigten (verbrannten) Schichtwiderstand festgestellt, so kann man anhand eines Bildes sofort das Kennzeichen des Schaltelementes ermitteln. In der Schalteilliste findet man seinen Wert und die R&S-Sach-Nr. Außerdem findet man im Stromlauf, welche Funktion das Schaltelement hat (z. B. Anodenwiderstand). So kann man auch rasch die Fehlerursache mutmaßen (z. B. durchgeschlagener Kondensator).

Beispiel zu b):

Hat man dagegen festgestellt, daß einer Röhre die Anodenspannung fehlt, so findet man im Stromlauf zunächst die im Anodenspannungsweg liegenden Schaltelemente (Kennzeichen). Anhand der Schalteilliste und des dort angegebenen Bildes läßt sich dann sofort die örtliche Lage der fraglichen Schaltelemente feststellen.

8. Schaltreilliste

(ÄZ „q“ Nr. 15841)

Kenn- zeichen	Benennung	Wert	R&S-Sach-Nr.	Örtliche Lage im Gerät	
				Bild	Planquadrat
C1	Keramik-Kondensator	15 pF	CCG 68/15	6	H-9
C2	Keramik-Kondensator	47 pF	CCH 31/47	6	I-8
C3	Keramik-Kondensator	240 pF	2 x CCH 31/120 parallel	6	I-7
C4	Keramik-Kondensator	10 pF	CCH 31/10	6	G-8
C5	Drehkondensator	$\Delta C = 2 \times 600 \text{ pF}$	41001 - 1.40	5	D-I-14
C6	Luftrimmer	4...29 pF	CV 8025	6	I-4
C7	Luftrimmer	4...29 pF	CV 8025	6	G-6
C8	Luftrimmer	4...29 pF	CV 8025	6	G-4
C9	Luftrimmer	4...29 pF	CV 8025	6	G-2
C10	Luftrimmer	4...29 pF	CV 8025	6	I-2
C11	Keramik-Kondensator	1,5 pF	CCG 11/1,5	6	H-3
C12	Keramik-Kondensator	6 pF	2 x CCG 41/3 parallel	6	F-6
C13	Keramik-Kondensator	2 pF	CCG 41/2	6	F-4
C14	Keramik-Kondensator	4 pF	CCG 41/4	6	F-2
C15	Keramik-Kondensator	6 pF	CCG 41/6	6	H-3
C16	Keramik-Kondensator	8 pF	CCG 41/8	6	G-8
C17	Keramik-Kondensator	47 pF	CCH 31/47	6	G-9
C18	Keramik-Kondensator	0...20 pF	CCH 31/12	6	G-9
C21	Papier-Df.-Kondensator	50 000 pF/300 V	CPD 50 000/300	6	F-9
C22	Papier-Df.-Kondensator	50 000 pF/300 V	CPD 50 000/300	6	F-9
C23	Ker. Df.-Kondensator	5000 pF/500 V	CFR 1/5000/500	6	F-8
C24	Ker. Df.-Kondensator	5000 pF/500 V	CFR 1/5000/500	6	F-8
C25	Papier-Df.-Kondensator	10 000 pF/300 V	CPD 10 000/300	6	H-11
C26	Papier-Df.-Kondensator	25 000 pF/300 V	CPD 25 000/300	6	F-9
C28	Papier-Kondensator	50 000 pF/250 V	CPM 50 000/250	6	E-8
C29	Papier-Kondensator	50 000 pF/250 V	CPM 50 000/250	6	C-6

Kenn- zeichen	Benennung	Wert	R&S-Sach-Nr.	Örtliche Lage im Gerät	
				Bild	Planquadrat
C 30	Ker. Rohrtrimmer	1 ... 12 pF	CVC 72692 p 12	6	D-4
C 31	Ker. Rohrtrimmer	1 ... 12 pF	CVC 72692 p 12	6	D-6
C 32	Ker. Rohrtrimmer	1 ... 12 pF	CVC 72692 p 12	6	D-4
C 33	Ker. Rohrtrimmer	1 ... 12 pF	CVC 72692 p 12	6	D-2
C 34	Ker. Rohrtrimmer	1 ... 12 pF	CVC 72692 p 12	6	E-2
C 35	Papier-Kondensator	4400 pF/1000 V	2 x CPK 70003 n 2,2 parallel	6	F-13
C 36	Kf-Kondensator	250 pF/1000 V	CKS 250/1000	6	F-12
C 38	MP-Kondensator	4 μ F/250 V	2 x CMR 2/250 parallel	6	I-16
C 39	Ker. Df-Kondensator	5000 pF/500 V	CFR 1/5000/500	6	F-13
C 40	Papier-Df-Kondensator	50 000 pF/300 V	CPD 50 000/300	6	H-16
C 41	Papier-Df-Kondensator	50 000 pF/300 V	CPD 50 000/300	6	H-17
C 42	Papier-Df-Kondensator	50 000 pF/300 V	CPD 50 000/300	6	H-17
C 43	Papier-Df-Kondensator	10 000 pF/300 V	CPD 10 000/300	6	H-15
C 44	Papier-Df-Kondensator	50 000 pF/300 V	CPD 50 000/300	6	H-14
C 45	Papier-Df-Kondensator	50 000 pF/300 V	CPD 50 000/300	6	H-14
C 47	Kf-Kondensator	100 000 pF/125 V	CKS 100 000/125	5	B-2
C 49	Kf-Kondensator	100 000 pF/125 V	CKS 100 000/125	5	B-5
C 52	Papier-Kondensator	4700 pF/400 V	CPK 62003 n 4,7	6	A-3
C 53	Papier-Kondensator	220 000 pF/250 V	CPK 58004 n 220	6	A-5
C 54	Papier-Kondensator	100 000 pF/250 V	CPK 58004 n 100	5	G-16
C 55	MP-Kondensator	1 μ F/250 V	CMR 1/250	5	D-18
C 56	Papier-Kondensator	10 000 pF/250 V	CPK 62003 n 10	5	E-16
C 57	Papier-Kondensator	100 000 pF/250 V	CPK 58004 n 100	5	D-16
C 58	Papier-Kondensator	10 nF/250 V	CPK 62003 n 10	5	D-16
C 59	Papier-Kondensator	1000 pF/1000 V	CPK 70003 n 1	5	G-18
C 60	Papier-Kondensator	22 000 pF/250 V	CPK 62003 n 22	5	E-16
C 63	MP-Kondensator	16 μ F/250 V	CMR 16/250	5	G-5
C 64	MP-Kondensator	16 μ F/250 V	CMR 16/250	5	E-5
C 65	Papier-Kondensator	220 000 pF/250 V	CPK 58004 n 220	5	H-6

0 ... 25 000 pF, Trimmwert

Kenn- zeichen	Benennung	Wert	R&S-Sach-Nr.	Ortliche Lage im Gerät	
				Bild	Planquadrat
C 66	Papier-Kondensator	2200 pF/1000 V	CPK 70003 n 2,2	6	A - 18
C 67	Papier-Df-Kondensator	2200 pF/1000 V	CPK 70003 n 2,2	6	A - 17
Gl 1	Netzgleichrichter	300 V/150 mA	GNB 19/300/150 M	5	E - 7
J 1	Drehpulstrommesser	40 μ A/3500 Ω	JNS 20202	5	A - 10
K 1	Hochfr.-Kabel		LK 156/2	6	C - 17
K 2	Hochfr.-Kabel		LK 126/2	5	A - 1
K 3	Anschlußkabel		LKA 08031		
K 4	Hochfr.-Kabel		LKK 61900	5	D - 2
K 5	Hochfr.-Kabel		LK 126/6		
L 1	Anodendrossel		41001 - 1.1.6	6	H - 10
L 2	Keramikspule		MCC 0204/0,4	6	H - 5
L 3	Schwingspule		41001 - 1.8.8	6	G - 5
L 4	Schwingspule		41001 - 1.8.12	6	G - 3
L 5	Schwingspule		41001 - 1.8.10	6	G - 2
L 6	Schwingspule		41001 - 1.8.13	6	H - 2
L 9	Anodendrossel		41001 - 1.1.5	6	E - 10
L 10 I	Keramikspule		41001 - 1.7.10	6	E - 5
L 10 II, III	Koppelspule		41001 - 1.7.16	6	E - 5
L 11	Abstimmspule		41001 - 1.7.14	6	C - 5
L 12	Abstimmspule		41001 - 1.7.21	6	C - 3
L 13	Abstimmspule		41001 - 1.7.18	6	C - 2
L 14	Abstimmspule		41001 - 1.7.22	6	E - 2
L 15					
L 16	Streu-spule		41001 - 1.7.17	6	E - 3
L 17					

Kenn- zeichen	Benennung	Wert	R&S-Sach-Nr.	Bild	Örtliche Lage im Gerät	
					Planquadrat	Bemerkung
L 19	Hochfr.-Drossel		41001 - 1.17	6	G-14	
L 20	Hochfr.-Drossel		41001 - 1.19	6	G-16	
L 21	Hochfr.-Drossel		41001 - 1.19	6	G-18	
L 22	Hochfr.-Drossel		2 x 41001 - 1.18 in Serie	6	G-17	
L 23	Hochfr.-Drossel		41001 - 1.17	6	G-15	
L 24	Hochfr.-Drossel		41001 - 1.19	5	G-3	
L 25	Hochfr.-Drossel		41001 - 1.19	5	G-1	
L 26	Hochfr.-Drossel		41001 - 1.18	5	G-2	
L 27	Hochfr.-Drossel		41001 - 1.17	5	G-4	
L 29	Drossel		41001 - 4.3	6	A-1	
L 30	Drossel		DB 75/2	5	H-7	
L 31	Drossel		DUF 411/80	6	A-17	
L 32	Drossel		DUF 411/80	6	A-17	
L 33	Drossel		enth. in 1521 - 4.7	6	A-17	
R 1	Schichtwiderstand	1 k Ω /0,5 W	WFE 321 k 1	6	H-9	
R 2	Schichtwiderstand	20 k Ω /0,5 W	WFE 321 k 20	6	H-9	
R 3	Schichtwiderstand	20 k Ω /0,5 W	WFE 321 k 20	6	H-9	
R 4	Schichtwiderstand	20 k Ω /0,5 W	WFE 321 k 20	6	H-9	
R 5	Schichtwiderstand	2 x 10 Ω /0,5 W	WFE 321 E 10	6	H-9	
R 6	Schichtwiderstand	50 Ω /0,5 W	WFE 321 E 50	6	H-8	
R 7	Schichtwiderstand	50 k Ω /0,5 W	WFE 321 k 30	6	I-8	
R 8	Schichtwiderstand	100 k Ω /0,5 W	WFE 321 k 100	6	F-8	
R 9	Schichtwiderstand	500 k Ω /0,5 W	WFE 321 k 500	6	F-8	
R 11	Schichtwiderstand	2 x 3 k Ω /1 W	WFE 521 k 3	6	H-4	
R 12	Schichtwiderstand	4 k Ω /1 W	WFE 521 k 4	6	G-4	
R 13	Schichtwiderstand	40 k Ω /0,5 W	WFE 321 k 40	6	G-4	
R 14	Schichtwiderstand	160 k Ω /0,5 W	WFE 321 k 160	6	G-2	
R 15	Schichtwiderstand	250 k Ω /0,5 W	WFE 321 k 250	6	H-2	

Kenn- zeichen	Benennung	Wert	R&S-Sach-Nr.	Bild	Örtliche Lage im Gerät	
					Planquadrat	Bemerkung
R 49	Schichtwiderstand	79 Ω \pm 1%/0,5 W	WFE 341 E 79	6	E-16	im Abschirmtopf am Schalter
R 50	Schichtwiderstand	170,8 Ω \pm 1%/0,5 W	WFE 341 E 170,8	6	E-16	im Abschirmtopf am Schalter
R 51	Schichtwiderstand	170,8 Ω \pm 1%/0,5 W	WFE 341 E 170,8	6	E-16	im Abschirmtopf am Schalter
R 52	Schichtwiderstand	170,8 Ω \pm 1%/0,5 W	WFE 341 E 170,8	6	E-16	im Abschirmtopf am Schalter
R 53	Schichtwiderstand	170,8 Ω \pm 1%/0,5 W	WFE 341 E 170,8	6	E-16	im Abschirmtopf am Schalter
R 56	Schichtwiderstand	6 k Ω \pm 1%/0,5 W	WFE 341 k 6	5	B-3	
R 57	Schichtwiderstand	231 Ω \pm 1%/0,5 W	WFE 341 E 231	5	B-3	
R 58	Schichtwiderstand	2 k Ω \pm 1%/0,5 W	WFE 341 k 2	5	B-4	
R 59	Schichtwiderstand	61,6 Ω \pm 1%/0,5 W	WFE 341 E 61,6	5	B-4	
R 60	Schichtwiderstand	1 M Ω /0,5 W	WFE 321 M 1	5	B-5	
R 61	Schichtwiderstand	1 M Ω /0,5 W	WFE 321 M 1	5	B-3	
R 62	Schicht-Drehwiderstand	5 k Ω lin.	WS 9122 F/5 k	5	B-11	
R 63	Schichtwiderstand	8 k Ω /0,5 W	WFE 321 k 8	5	B-9	
R 64	Schichtwiderstand	2,3 k Ω \pm 1%/0,5 W	WFE 341 k 2,3	5	B-10	
R 65	Schicht-Drehwiderstand	5 k Ω lin.	WS 9122 F/5 k	5	B-8	
R 66	Schichtwiderstand	8 k Ω /0,5 W	WFE 321 k 8	5	B-9	
R 67	Schichtwiderstand	1 M Ω /0,5 W	WFE 321 M 1	5	B-10	
R 68	Schicht-Drehwiderstand	10 k Ω lin.	WS 9126/10 k	5	A-12	
R 69	Schichtwiderstand	400 k Ω /0,5 W	WFE 321 k 400	5	B-10	
R 70	Schichtwiderstand	5 k Ω /1 W	WFE 521 k 5	5	I-5	
R 71	Schichtwiderstand	16 k Ω /0,5 W	WFE 321 k 16	6	A-2	
R 72	Schichtwiderstand	300 ... 800 Ω /0,5 W	WFE 321 E 600	6	I-6	
R 73	Schichtwiderstand	16 M Ω /1 W	WFE 521 M 16	5	A-3	
R 74	Schichtwiderstand	100 k Ω /0,5 W	WFE 321 k 100	6	A-4	
R 75	Schichtwiderstand	16 k Ω /0,5 W	WFE 321 k 16	5	G-17	
R 76	Schichtwiderstand	4 M Ω /0,5 W	WFE 321 M 4	5	G-17	
R 77	Schichtwiderstand	500 k Ω /0,5 W	WFE 321 k 500	5	E-16	
R 78	Schichtwiderstand	16 M Ω /1 W	WFE 521 M 16	5	F-16	
R 79	Schichtwiderstand	1,6 M Ω /0,5 W	WFE 321 M 1,6	5	F-16	

Kenn- zeichen	Benennung	Wert	R&S-Sach-Nr.	Örtliche Lage im Gerät	
				Bild	Planquadrat
R 80	Schichtwiderstand	1 M Ω /0,5 W	WFE 321 M 1	5	F-16 Trimmwert
Rl 1	Zwergglimmlampe	220 V	EG 019.2096	5	A-1
Rö 1	End-Pentode		EL 803	6	G-9
Rö 2	End-Pentode		EL 803	6	E-9
Rö 3	Duo-Diode		AAA 91	6	G-12
Rö 4	Duo-Triode		ECC 81	5	I-18
S 1	Scheibenschalter		41001 - 1.5	6	D-G-7
S 2 I, II	Scheibenschalter		SRN 323/2/32	6	D-16
S 2 III	Federsatz		SFR 3	6	A-16
S 3	Hochfr.-Kippschalter		SR 301/2	5	A-7
S 4	Scheibenschalter		SRN 314/32	6	A-3
S 5	Netzschalterkomb.		SR 122/3	5	A-1
S 6	Spannungswähler		FD 60513	5	I-3
Si 1	Schmelzeinsatz	0,63 A (220/235 V) 1,25 A (115/125 V)	M 0,63 C DIN 41571 M 1,25 C DIN 41571	5 5	I-3 für 220 V eingesetzt
Tr 1	Schwingübertrager		41001 - 2.2	5	F-18
Tr 2	Netztransformator		41001 - 3.3/2	5	G-3

Spannungs- und Stromtabelle zum Stromlauf

Strom- und Spannungswerte ohne Bemerkung sind gemessen bei 1,5 MHz, Ausgangsspannungsanzeige 3 V, Bereichsschalter S2 unterhalb +10 dB/3 V und Mod. aus. Alle Spannungen gegen Masse gemessen.

Pos.	Wert	Bemerkung
1	rund 7 V~	
2	rund 130 V-, 2,5 mA-	
3	rund 260 V-, 15 mA-	
4	rund 260 V-, 45 mA-	
5	rund 75 V~	
6	rund 220 V-, 8 mA-	
	rund 215 V-, 3,5 mA-	bei Mod. fremd
	rund 200 V-, 3 mA-	bei Mod. eigen
7	rund 225 V-, 135 V~	
8	rund 25 mA-	
	rund 18 mA-	bei Mod. fremd
	rund 14 mA	bei Mod. eigen
9	rund 14 V~	
10	rund 4,5 V~	
11	rund -13 V-	
12	rund 0,8 mA-	
13	rund 65 V-	
14	rund -6 V-	
15	rund -15 V-	
16	rund 225 V-	
17	rund 3 V-	
18	rund 260 V-, 72 mA-	
	rund 260 V-, 60 mA-	bei Mod. fremd
	rund 260 V-, 56 mA-	bei Mod. eigen
19	rund 275 V-	