

BESCHREIBUNG

## LEISTUNGS-MESS-SENDER

Type SMLM

BN 4105

Diese Beschreibung ist bestimmt für das Gerät mit der

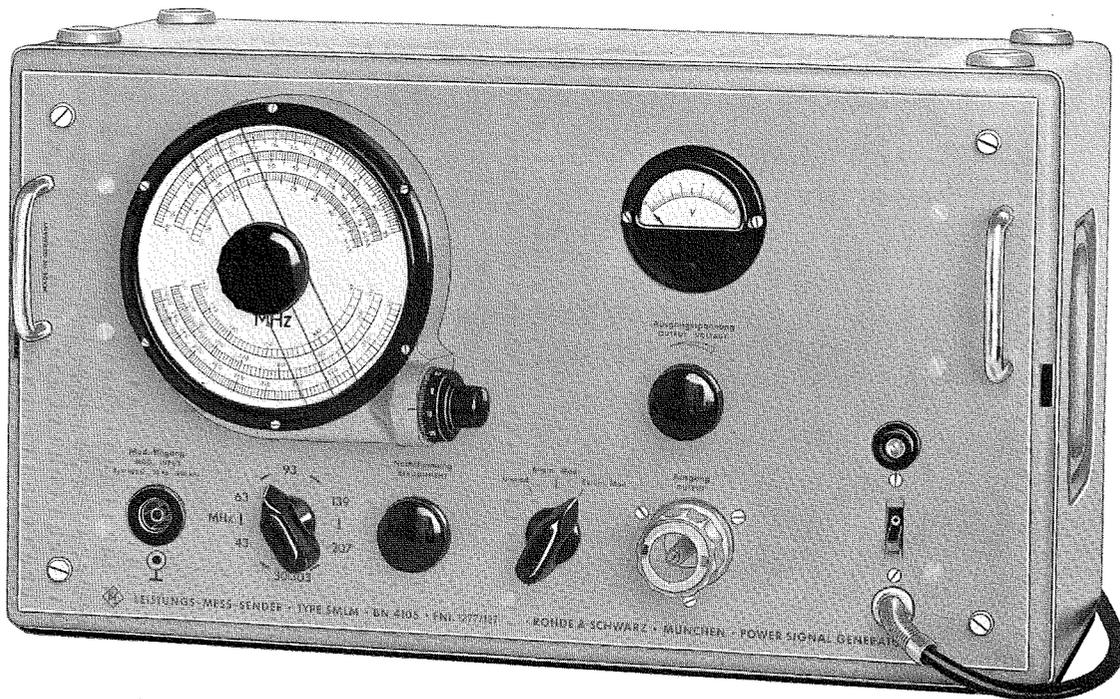
FNr. 1330/.....

**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 4105A/760

## Inhaltsübersicht

<b>1</b>	<b>Eigenschaften</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Anwendung</b>	<b>5</b>
<b>3</b>	<b>Inbetriebnahme und Bedienung</b>	<b>5</b>
3.1	Einstellen auf die gegebene Netzspannung und Einschalten	5
3.2	Einstellen des Instrument-Nullpunktes	6
3.3	Kabelverbindung zwischen SMLM und Verbraucher	6
3.4	Einstellen der Frequenz	6
3.5	Nachstimmen	8
3.6	Einstellen der Ausgangsspannung	8
3.7	Modulation	9
<b>4</b>	<b>Arbeitsweise und Aufbau</b>	<b>11</b>
4.1	Sender, Verstärker und Ausgangsspannungsanzeiger	11
4.2	Modulationsstufe	12
4.3	Stromversorgungsteil	13
4.4	Röhrenwechsel	13
<b>6</b>	<b>Schalteilliste</b>	<b>15</b>
	<b>Garantieverpflichtung</b>	<b>23</b>
	<b>Bilder</b>	
Bild 1.	Frontansicht	3
Bild 2.	Frequenzskala	7
Bild 3.	Herstellung einer sehr kleinen Hochfrequenzspannung	9
Bild 4.	Zum Ablesen des db-Wertes für ein gewünschtes Spannungsverhältnis	9
Bild 5.	Ansicht von oben	25
Bild 6.	Ansicht von hinten	27
Bild 7.	Sender- und Verstärkerstufe ohne Abschirmhaube	29
Bild 8.	Sender- und Verstärkerstufe von oben gesehen	31
Bild 9.	Blick in die Spulentrommel des Senders	31
Bild 10.	Ansicht von unten	33
Bild 11.	Stromlauf	35



## 1 Eigenschaften

<b>Frequenzbereich</b> . . . . .	30 ... 300 MHz
Fehlergrenzen . . . . .	$\pm 1\%$
Ablesegenauigkeit auf der Frequenzskala . . . . .	$\pm 0,1\%$
Kleinste reproduzierbare relative Frequenzänderung . . . . .	0,01%
Frequenzverstimmung bei 10% Netzspannungsänderung . . . . .	$< 0,003\%$
<b>Ausgang</b> . . . . .	Dezifix B
Optimaler Außenwiderstand ( $R_a$ ) . . . . .	60 $\Omega$
Maximale, an 60 $\Omega$ Belastung herstellbare Spannung ( $U_{max}$ ) . . . . .	3 V
Kleinste einstellbare Ausgangsspannung . . . . .	etwa $10^{-3} \cdot U_{max}$
Meßbereich des Ausgangsspannungsmessers . . . . .	0 ... 5 V
Fehlergrenzen der Spannungsmessung . . . . .	$\pm 15\%$ v. E.
Klirrfaktor der Ausgangsspannung . . . . .	$< 4\%$
<b>Eigenmodulation</b> . . . . .	AM
Frequenz . . . . .	rund 1000 Hz
Modulationsgrad (m) . . . . .	rund 80%

<b>Fremdmodulation</b>	. AM
Frequenzbereich	. 30 Hz ... 200 kHz
Modulationsgrad (m)	. max. 80%
Modulationsspannungsbedarf	. siehe Seite 10
Modulationseingang	. koaxiale 13-mm-Buchse
Eingangswiderstand des Modulationseinganges	. rund 10 k $\Omega$
<b>Modulationsklirrfaktor</b> bei $R_a = 60 \Omega$	. < 1% mit $m = 30\%$ . < 7% mit $m = 80\%$
<b>Brumm-Modulation</b>	. $m < 0,2\%$ , $\Delta f/f < 5 \cdot 10^{-6}$
<b>Stör-Frequenzhub <math>\Delta f/f</math></b>	. < $2 \cdot 10^{-4}$ bei $m = 30\%$
<b>Netzanschluß</b>	. 115/125/220/235 V $\pm 10\%$ . 47 ... 63 Hz (75 W)
<b>Bestückung</b>	. 1 Röhre EC 81 . 1 Röhre EF 40 . 2 Röhren EF 95 . 2 Röhren EL 41 . 1 Röhre PL 81 . 1 Röhre EZ 80 . 1 Stabilisator 85 A 1 . 1 EW 5 ... 15/0,55 . 1 Zwergglühlampe 220 V . 1 Schmelzeinsatz 1 A . 1 C DIN 41571
<b>Abmessungen</b>	. 470 x 275 x 260 mm . (R&S-Normkasten Größe 46)
<b>Gewicht</b>	. 17 kg

## 4 Arbeitsweise und Aufbau

### 4.1 Sender, Verstärker und Ausgangsspannungsanzeiger

Die Senderstufe (siehe Bild 7 und Stromlauf) ist mit der Triode R01 (EC 81) aufgebaut; sie umfaßt den Gesamtfrequenzbereich von 30 bis 300 MHz mit sechs sich überlappenden Teilbereichen (siehe Bild auf Seite 7). Durch die verhältnismäßig kleine Frequenzvariation von durchschnittlich 1 : 1,5 je Teilbereich ist für alle Frequenzen eine Ablesegenauigkeit von etwa 0,1% gewährleistet.

Von den sechs Bereichspulen bleibt die mit einem Mittelabgriff versehene Spule L1 des ersten Frequenzbereiches, über die der Röhre die Anodenspannung zugeführt wird, in allen Bereichen eingeschaltet. Die weiteren Bereiche werden hergestellt durch Parallelschalten einer der Spulen L2 . . . L6 zu L1 über den Revolverschalter S1. Die hochwertige mechanische Ausführung dieses Schalters mit keramischen Wicklungsträgern für die Spulen und mit versilberten Schleifkontakten sowie der Aufbau des symmetrischen Drehkondensators C4 mit gefrästem Rotor und Stator ohne Schleifkontakte gewährleisten in allen Bereichen beste Betriebssicherheit. Kleine Änderungen der Frequenz-eichung nach einem eventuell erforderlichen Wechsel der Röhre können durch Nachstellen des symmetrischen Trimmers C5 auf einfache Weise berichtigt werden.

Da die dem nachgeschalteten Verstärker R02 – R03 aufgedrückte Hochfrequenzspannung auf den Modulationsklirrfaktor der Ausgangsspannung von maßgeblichem Einfluß ist, erfolgt für die im Sender erzeugte Hochfrequenzspannung eine Amplitudenbegrenzung. Hierbei wird die Hochfrequenzspannung durch die Kristalldiode G11 gleichgerichtet und die dabei erzeugte Regelspannung dem Steuergitter der mit der Sender-röhre R01 gleichstrommäßig in Reihe liegenden Stromregelröhre R05 zugeführt. Erhöht sich die Hochfrequenzspannung, so wird die Gittervorspannung der Stromregelröhre negativer, deren Innenwiderstand steigt, die an der Senderröhre wirksame Anodenspannung wird dadurch kleiner und die Hochfrequenzspannung sinkt dementsprechend ab. Dadurch werden die an den Steuergittern der nachfolgenden Verstärkerröhren liegenden Hochfrequenz-Amplituden auf maximal 5 V begrenzt. Damit diese Steuerspannungen nach einem eventuell erforderlichen Wechsel der Stromregelröhre wieder herstellbar sind, ist der Regler R27 vorgesehen. Mit diesem kann die Grundgittervorspannung von R05 geregelt und hiermit deren Innenwiderstand auf den ursprünglichen Wert eingestellt werden.

Der Verstärker mit den Röhren R02 und R03 ist als Gegentaktstufe mit abstimmbarem Ausgang ausgeführt. Die Abstimmung und Frequenzbereichumschaltung im Verstärker erfolgt zwangsläufig mit dem Sender durch Seil- und Zahnradkupplung. Im Ver-

stärker ist für den ersten Frequenzbereich die mittelabgezapfte Übertragerspule L7, über die den beiden Verstärkerröhren die Anodenspannung zugeführt wird, als Schwingkreisspule wirksam. In den übrigen Bereichen wird jeweils eine der fünf Spulen L8...L12 über den Revolverschalter S2 zu L7 parallelgeschaltet. Für den Verstärker ist neben dem Abstimmkondensator C17 der an der Frontplatte bedienbare Nachstimmkondensator C18 vorgesehen, womit Gleichlauffehler zwischen Sender und Verstärker berichtigt werden können. Damit kann trotz verschiedener äußerer Belastungen jeweils ein Optimum an Ausgangsspannung eingestellt und ein Minimum an Hochfrequenzklirrfaktor erreicht werden.

Zur stetigen Regelung der Ausgangsspannung gehört das teils lineare, teils logarithmische Spezial-Schichtpotentiometer R13. Der Regler ist für einen optimalen Außenwiderstand von  $60\ \Omega$  bemessen und gestattet eine Herabregelung der Spannung auf das etwa  $10^{-3}$ - bis  $10^{-4}$ fache der maximal verfügbaren Ausgangsspannung.

Die Messung der Ausgangsspannung geschieht unmittelbar an der Ausgangsbuchse durch das Kristalldiodenvoltmeter mit der Kristalldiode G12 und dem Drehspulstrommesser I1. Die Skala des Instrumentes ist bis 5 V geeicht. Der Arbeitswiderstand R30 ist zum Teil als Regelwiderstand ausgebildet, so daß eine später eventuell erforderliche Nacheichung ohne besondere Umstände möglich ist.

Wie aus dem Stromlauf weiter zu ersehen ist, sind alle Zuleitungen zum Sender und Verstärker gegen das Austreten von Hochfrequenzenergie verdrösselt. Dadurch ist die Streustrahlung des Gerätes sowie die über die Netzzuleitung austretende Hochfrequenzspannung so gering, daß bei Einschaltung eines zusätzlichen Spannungsteilers zwischen SMLM und Verbraucher unschwer auch eine sehr kleine Hochfrequenzspannung von wenigen Mikrovolt hergestellt werden kann.

## 4.2 Modulationsstufe

Die Amplitudenmodulation der Hochfrequenzspannung erfolgt durch Modulation der Schirmgitterspannung der beiden Röhren R62 und R63. Dabei ist die Rückwirkung auf die im Sender erzeugte Frequenz auch bei hohem Modulationsgrad nur gering. Bei 30% Modulationsgrad zum Beispiel wird erst eine Frequenzmodulation von  $\Delta f/f < 0,0002$  verursacht, was beispielsweise bei 100 MHz erst einem Stör-Frequenzhub von kleiner als 20 kHz entspricht.

Je nach Stellung des vierteiligen Modulationsschalters S3 kann der Sender unmoduliert, mit 1000 Hz und etwa 80% eigenmoduliert oder mit Frequenzen von 30 Hz bis 200 kHz und einem Modulationsgrad bis zu 80% fremdmoduliert betrieben werden.

Die Röhre R04 erfüllt hierbei abwechslungsweise zwei Aufgaben: in der mittleren Schaltstufe von S3 ist sie als RC-Generator geschaltet und erzeugt hierbei die Modulationsspannung für die „Eigenmodulation“, in der dritten Schaltstufe von S3 arbeitet sie als Verstärker für die von außen zuzuführende Modulationsspannung für die „Fremdmodulation“. Für diese ist die erforderliche Modulationsspannung je Prozent Modulationsgrad nicht bei jedem SMLM gleich. Deshalb ist der Modulationsspannungsbedarf unter 3.7 handschriftlich eingetragen.

Bezüglich eines kleinen Modulationsklirrfaktors, wie er zum Beispiel mit unseren Empfänger-Meßsendern erreicht wird, wurde beim Bau dieses Leistungs-Meßsenders kein besonderer Aufwand getrieben. Es wurde lediglich darauf Wert gelegt, die Trägerwelle überhaupt modulieren zu können, um beispielsweise dann, wenn mit dem Sender eine Meßleitung gespeist werden soll, an Stelle des üblichen Indikators im Meßkopf, einen NF-Anzeigeverstärker anwenden und damit eine wesentlich bessere Meßempfindlichkeit erreichen zu können.

### 4.3 Stromversorgungsteil

Der Stromversorgungsteil des Gerätes ist für die vier Netzwechselfspannungen 115 V, 125 V, 220 V und 235 V eingerichtet. Spannungsschwankungen von  $\pm 10\%$  haben auf die Funktion des Gerätes nur geringfügigen Einfluß. Die wichtigste Größe, nämlich die im Steuersender erzeugte Frequenz, ändert sich bei 10% Netzspannungsänderung weniger als um das  $5 \cdot 10^{-5}$ fache des eingestellten Wertes. Erreicht wird diese Stabilität durch die Stabilisierung der Heizspannungen der Röhren im Sender und Verstärker mit R010 und durch die Stabilisierung der Anodenspannung.

Zur Erzeugung der elektronisch stabilisierten Anodenspannung dienen die Gleichrichterröhre R08 mit Doppel-LC-Filter L25-C56-L24-C57 und die Röhren R07-R06-R09. Von diesen drei Röhren ist R07 die vom gesamten Anodenstrom durchflossene Stromregelröhre, R06 ist die die Spannungsschwankungen verstärkende Steuerröhre von R07, und R09 ist der Glimmstabilisator zur Aufrechterhaltung einer (mittels R34 einstellbaren) Bezugsgittervorspannung von R06.

### 4.4 Röhrenwechsel

Die Röhren **R04**, **R08**, **R09** und den Eisenwasserstoff-Widerstand **R010** kann man ohne Beeinträchtigung der Geräteeigenschaften durch typengleiche Exemplare ersetzen. Nach dem Wechsel der Senderröhre **R01**, die im Sender unter einer abziehbaren Schirmhaube sitzt, muß man bei 300 MHz auf ausreichende Schwingfähigkeit achten. Außerdem muß die Frequenzeichung mit dem Trimmer C5 berichtigt werden.

Da der Modulationsklirrfaktor des Senders von der dem Gegentaktverstärker zugeführten Amplitude beeinflußt wird, muß man nach dem Wechsel der Röhre RÖ1 die an den Steuergittern von RÖ2 und RÖ3 liegenden Hochfrequenz-Spannungen nachmessen und diese nötigenfalls durch entsprechende Einstellung des Potentiometers R27 auf den zulässigen Maximalwert bringen. Zur Spannungsmessung empfehlen wir unser Gerät Type URI. Zwischen Masse und Steuergittern sollen bei 30 MHz je etwa 5 V, bei 300 MHz je etwa 4 V Hochfrequenz-Spannung liegen.

Als Ersatz für die zwei Pentoden **RÖ2** und **RÖ3** des Gegentaktverstärkers müssen aus Symmetriegründen zwei statisch gleichwertige Röhren ausgesucht werden. Unterschiede in den Kapazitätswerten sind jedoch belanglos, denn die dadurch bedingten Verstimmungen sind mit dem Trimmer „Nachstimmung“ ohne weiteres ausregelbar.

Nach dem Austausch der Stromregelröhre **RÖ5** ist bis auf die Überprüfung der Schwingfähigkeit und Frequenzzeichnung ebenso vorzugehen wie nach dem Wechsel der Röhre RÖ1; also Nachmessung der Gitterwechselspannungen an RÖ2 und RÖ3 und Spannungsnachregelung mittels R27, da die vom Sender erzeugte Hochfrequenz-Spannung vom Innenwiderstand der Röhre RÖ5 abhängig ist.

Nach dem Auswechseln einer der Röhren **RÖ6** und **RÖ7** muß die zwischen Katode von RÖ7 und Masse bestehende Anodengleichspannung nachgemessen und diese nötigenfalls durch Einstellen des Potentiometers R34 auf 250 V nachgeregelt werden.