

BESCHREIBUNG

## MIKROVOLTMETER

Type UVM            BN 12011

**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 12011 A/961

## Inhaltsübersicht

<b>1. Eigenschaften</b>	3
<b>2. Anwendung</b>	6
<b>3. Inbetriebnahme und Bedienung</b>	6
3.1. Einstellen des mechanischen Instrument-Nullpunktes	6
3.2. Einstellen des Gerätes auf die gegebene Netzspannung	6
3.3. Einstellen des elektrischen Nullpunktes	7
3.4. Nacheichen	7
3.5. Verbindung Meßobjekt - UVM	7
3.6. Entstehung und Unterbindung von Störspannungen	8
3.7. Spannungsmessung	10
3.8. Das UVM als Durchgangsverstärker	11
<b>4. Arbeitsweise und Aufbau</b>	11
4.1. Verstärker	11
4.2. Spannungsanzeiger	12
4.3. Nacheicheinrichtung	13
4.4. Tiefpaß	14
4.5. Stromversorgungsteil	14
4.6. Äußerer Aufbau	14
<b>5. Röhrenwechsel</b>	15
<b>6. Schalteilliste</b>	17
<b>Garantieverpflichtung</b>	22
<b>Stromlauf</b>	23

# 1. Eigenschaften

## Als Spannungsmesser

Spannungs- bzw. Pegel-Meßbereich . . . 30  $\mu$ V ... 10 V bzw. —90 ... +22 db

Stufung . . . . .	0,03 ... 0,1 mV bzw.	—90 ... —78 db
	0,1 ... 0,3 mV	—80 ... —68 db
	0,3 ... 1 mV	—70 ... —58 db
	1 ... 3 mV	—60 ... —48 db
	3 ... 10 mV	—50 ... —38 db
	10 ... 30 mV	—40 ... —28 db
	30 ... 100 mV	—30 ... —18 db
	100 ... 300 mV	—20 ... —8 db
	0,3 ... 1 V	—10 ... +2 db
	1 ... 3 V	0 ... +12 db
	3 ... 10 V	+10 ... +22 db

### Frequenzbereich

über unsymm. Eingang . . . . . 20 Hz ... 1 MHz (Anzeige bis 1 MHz)  
20 Hz ... 20 kHz (Anzeige bis 20 kHz)

über symm. Eingänge . . . . . 30 Hz ... 20 kHz und 3 ... 600 kHz

### Eingänge

unsymmetrisch . . . . . koaxiale 13-mm-Umrüst-Buchse \*)

symmetrisch . . . . . je eine Dreipol-Buchse

### Eingangswiderstand

unsymm. (20 Hz ... 1 MHz) . . . . .  $> 500 \text{ k}\Omega \parallel < 40 \text{ pF}$

symm. (30 Hz ... 20 kHz) . . . . .  $> 20 \text{ k}\Omega$

symm. (3 ... 600 kHz) . . . . . etwa 3,5  $\text{k}\Omega$

### Symmetriedämpfung

Eingang 30 Hz ... 20 kHz . . . . .  $> 60 \text{ db}$

Eingang 3 ... 600 kHz . . . . .  $> 50 \text{ db}$

### Fehlergrenzen der

Spannungsanzeige bei 1000 Hz . . . . .  $\pm 3\%$  v. E. bei Sinusform

### Fehlergrenzen der

Spannungsteilung bei 1000 Hz . . . . .  $\pm 2\%$

\*) unmittelbar geeignet für Stecker 4/13 DIN 47284, beispielsweise für R&S-Stecker FS 413/11, FS 413/12, FWS 413/11 und 4-mm-Bananenstecker. Durch Einsetzen eines von R&S beziehbaren Umrüsteinsatzes kann diese Buchse (FD 413/41) auf einfache Weise in eine für eine andere Steckerart passende Buchse umgewandelt werden. Wir liefern Umrüsteinsätze für R&S-Kurzhubstecker Dezifix B, Siemensstecker 4/13 DIN 47283, Serie UHF Small Single Contact, Serie N, Serie C und BNC.

Frequenzgang der Anzeige . . . . .  $\pm 3\%$ , bezogen auf 1 kHz für unsymm. Eingang und symm. Eingang 30 Hz . . . 20 kHz bzw. auf 20 kHz für symm. Eingang 3 . . . 600 kHz

Rauschspannung, auf den unsymm. Eingang bezogen

Anzeigebereich 20 Hz . . . 1 MHz:

an einem hochohmigen Generator  
mit Quellwiderstand  $> 100 \text{ k}\Omega$  . . . . . etwa  $20 \mu\text{V}$

an einem niederohmigen Generator  
mit Quellwiderstand  $< 100 \Omega$  . . . . . 10 . . . 15  $\mu\text{V}$

Anzeigebereich 20 Hz . . . 20 kHz:

an einem hochohmigen Generator . . . 7 . . . 10  $\mu\text{V}$

an einem niederohmigen Generator . . . etwa 5  $\mu\text{V}$

Brummspannung, auf den Eingang bezogen

unsymm. (20 Hz . . . 1 MHz) . . . . . etwa 15  $\mu\text{V}$

symm. (30 Hz . . . 20 kHz) . . . . . etwa 12  $\mu\text{V}$

symm. (3 . . . 600 kHz) . . . . . etwa 10  $\mu\text{V}$

### Als Verstärker

Verstärkungsfaktor . . . . . 0,1 . . . 10 000, je nach Teilerstufe

in der Stufe +20 db/10 V . . . . . etwa 0,1

+10 db/3 V . . . . . etwa 0,3

0 db/1 V . . . . . etwa 1

−10 db/300 mV . . . . . etwa 3

−20 db/100 mV . . . . . etwa 10

−30 db/30 mV . . . . . etwa 30

−40 db/10 mV . . . . . etwa 100

−50 db/3 mV . . . . . etwa 300

−60 db/1 mV . . . . . etwa 1000

−70 db/0,3 mV . . . . . etwa 3000

−80 db/0,1 mV . . . . . etwa 10 000

Eingänge, Frequenzbereiche  
und Teilerfehler . . . . . wie bei Spannungsmessung

Ausgang . . . . . koaxiale 13-mm-Buchse

Leerlauf-Ausgangsspannung . . . . . etwa 1 V bei Vollausschlag des eingebauten Voltmeters

Innenwiderstand . . . . . 1800  $\Omega$  in Reihe mit 4  $\mu\text{F}$

Frequenzgang am Ausgang  
 bei  $R_a \geq 1800 \Omega$  . . . . .  $\pm 5\%$ , annähernd phasenlinear von  
 20 Hz . . . 1 MHz

Klirrfaktor des Verstärkers  
 bei  $R_a \geq 1800 \Omega$  . . . . .  $< 3\%$

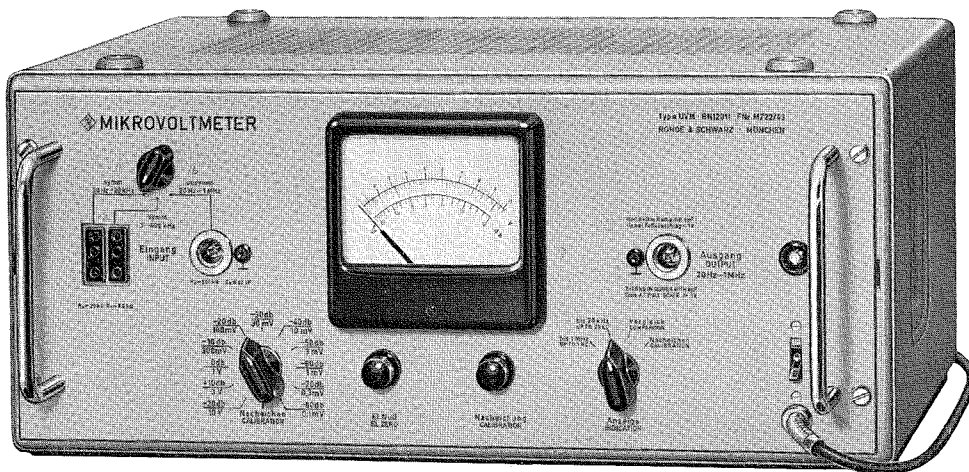
**Sonstige Daten**

Netzanschluß . . . . . 115/125/220/235 V  $\pm 10\%$   
 47 . . . 63 Hz (65 VA)

Bestückung . . . . . 5 Röhren 18042  
 1 Röhre EB 41  
 1 Röhre EF 804 S  
 1 Röhre EZ 80  
 1 Röhre PL 81  
 1 Stabilisator 85 A 1  
 1 Schmelzeinsatz 0,6 C DIN 41571  
 1 Zwergglühlampe 220 V

Abmessungen . . . . . 540 x 234 x 378 mm  
 (R&S-Normkasten Größe 56)

Gewicht . . . . . 21 kg



**Mikrovoltmeter Type UVM BN 12011**

## **2. Anwendung**

Das Mikrovoltmeter Type UVM ist besonders bei der Entwicklung, Fertigung und Instandsetzung von Tonfrequenzverstärkern und Trägerfrequenzanlagen ein vielseitig verwendbares Gerät. Sein umfangreicher Spannungsmeßbereich von  $30\ \mu\text{V} \dots 10\ \text{V}$  bzw. Pegelmeßbereich von  $-90 \dots +22\ \text{db}$  und sein großer Frequenzbereich von  $20\ \text{Hz} \dots 1\ \text{MHz}$  bei unsymmetrischen bzw. von  $30\ \text{Hz} \dots 600\ \text{kHz}$  bei symmetrischen Messungen gestattet z. B. die genaue Messung des Verstärkungsgrades bis 30 000 sowie von Dämpfungen bis 112 Dezibel.

Vorteilhaft verwendbar ist das Gerät UVM zum Beispiel auch als empfindlicher Nullspannungsanzeiger für Tonfrequenz-Meßbrücken; dabei werden Spannungsänderungen in der Größe von einigen Mikrovolt noch gut angezeigt.

Weitere Anwendungsmöglichkeiten findet das Mikrovoltmeter UVM auch als Durchgangsverstärker. Dabei kann die dem unsymmetrischen oder dem symmetrischen Eingang zugeführte Spannung an dem unsymmetrischen Ausgang bis zu 10 000fach verstärkt entnommen werden. Man kann hierbei auch sehr verzerrte Spannungen bzw. Frequenzgemische, die ein sehr breites Frequenzband einnehmen, im Bereich von 20 Hz bis 1 MHz annähernd phasenlinear verstärken. So eignet sich das Gerät UVM in Verbindung mit einem Oszillografen z. B. zur oszillografischen Untersuchung sehr kleiner Wechselspannungen.

## **3. Inbetriebnahme und Bedienung**

### **3.1. Einstellen des mechanischen Instrument-Nullpunktes**

Bei ausgeschaltetem Gerät muß der Zeiger des Instrumentes auf dem mit „M“ gekennzeichneten mechanischen Nullpunkt stehen. Zur Korrektur dient der im Instrumentgehäuse eingelassene Schlitzkopf.

### **3.2. Einstellen des Gerätes auf die gegebene Netzspannung und Einschalten**

Ab Werk ist das Gerät auf 220 V eingestellt. Zur Umstellung auf 115, 125 oder 235 V muß man an den vier Ecken der Frontplatte die Zylinderkopfschrauben lösen, das Gerät aus dem Gehäuse nehmen und (neben dem Netztransformator) auf dem Spannungswähler das mit der gegebenen Spannung bezeichnete Kontaktfedernpaar mit einer passenden Feinsicherung überbrücken. Für 220 und 235 V ist ein 600-mA-Schmelzeinsatz

vorgesehen. Bei 125 und 115 V ist eine 1-A-Sicherung (1 C DIN 41571) einzusetzen. Einschaltet wird das Gerät mit dem Kippschalter an der Frontplatte rechts unten.

Wie unter „1. Eigenschaften“ angegeben, kann die Netzspannung vom Nennwert (115, 125, 220 oder 235 V) um  $\pm 10\%$  abweichen. Dadurch wird die Funktion des Gerätes noch nicht beeinträchtigt. Mit Rücksicht auf die Lebensdauer der Röhren sollte man aber lang andauernde Unter- oder Überspannungen vermeiden. Besonders bei Unterspannung empfehlen wir, den mittleren Betrag der Netzspannung festzustellen und dem Gerät einen entsprechenden Transformator (Regeltransformator oder Konstanthalter) vorzuschalten.

### **3.3. Einstellen des elektrischen Nullpunktes**

Hierzu schaltet man zunächst den Meßbereichschalter auf einen der größeren Bereiche (z. B. auf +10 db/3 V) und bringt den Schalter „Anzeige“ in die Stellung „bis 20 kHz“ oder „bis 1 MHz“. Dann wird (nach einer Einlaufzeit von einigen Minuten) der mit „El. Nullstellung“ beschriftete Knopf (unter dem Instrument links) so eingestellt, daß der Zeiger des Instrumentes auf den 0-Strich der beiden V-Skalen zu stehen kommt.

### **3.4. Nacheichen**

Während des Nacheichvorgangs darf an den Eingängen keine Spannung liegen. Den Meßbereichschalter bringt man in die Stellung „Nacheichen“. Die Nacheichung erfolgt in zwei Schritten: Beim ersten wird der Anzeigeschalter auf „Vergleich“ geschaltet und der Ausschlag des Instrumentes gemerkt. Für den zweiten Schritt wird der Anzeigeschalter auf „Nacheichen“ umgeschaltet. Der hierbei aufgetretene Zeigerausschlag muß nun mit dem Regler „Nacheichung“ (unter dem Instrument rechts) genau so groß gemacht werden wie der, der in der Stellung „Vergleich“ auftrat.

### **3.5. Verbindung Meßobjekt – UVM**

Die Verbindung zwischen Meßobjekt und UVM wird bei unsymmetrischen Messungen über ein abgeschirmtes Kabel mit einem in die koaxiale Eingangsbuchse passenden Stecker vorgenommen (siehe Fußnote auf Seite 3). Die Verwendung eines gut geschirmten Steckerkabels mit kleinem Kopplungswiderstand ist besonders beim Messen sehr kleiner Spannungen erforderlich, um die Einkopplung von Störspannungen (z. B. Brumm) zu vermeiden. Bei symmetrischen Messungen über einen der zwei symmetrischen UVM-Eingänge gilt bezüglich Kabel das Gesagte. Als Stecker ist hierbei eine dreipolige Ausführung nach DIN 41628 zu verwenden.

### 3.6. Entstehung und Unterbindung von Störspannungen

Bei der Messung sehr kleiner Spannungen wolle man bedenken, daß es hierbei nicht nur auf die Meßgenauigkeit des UVM ankommt, sondern auch auf die Zusammenschaltung und Erdung des Meßaufbaues. Durch ungeeignete Verbindungsleitungen zwischen Sender und Meßobjekt sowie zwischen diesem und UVM und durch unzureichende Erdung der einzelnen Geräte kann am Eingang des UVM auch eine Störspannung auftreten, die unter Umständen größer ist als die zu messende Spannung.

Bild 1 veranschaulicht, wie eine Störspannung entstehen kann. Eine solche kann immer dann am Empfänger-Eingang auftreten, wenn durch die Leitung, die die Gehäuse von Sender und Empfänger verbindet (z. B. Abschirmmantel), ein Störstrom  $I_s$  fließt und dabei am Widerstand  $R_K$  dieser Leitung einen Spannungsabfall verursacht, der (über den Innenwiderstand des Senders und über die nicht geerdete Verbindungsleitung) am Empfänger-Eingang als Störspannung  $U_s$  zur Wirkung kommt. Die Quelle

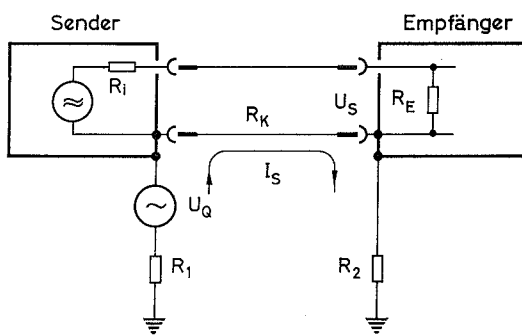


Bild 1. Grundsätzliche Entstehung einer Störspannung

Quelle  $U_Q$  dieses Stromes kann in einer der beiden Leitungen liegen, mit denen die beiden Geräte geerdet sind. Es ist so ein Stromkreis gebildet, der sich aus dem Widerstand  $R_K$  der Verbindungsleitung und den Widerständen  $R_1$  und  $R_2$  der beiden Erdleitungen zusammensetzt. Wie leicht ersichtlich, wird die am Empfänger-Eingang entstehende Störspannung  $U_s = I_s \cdot R_K$  um so kleiner sein, je kleiner  $R_K$  und je größer  $R_1 + R_2$  sind.

Verständlicherweise kann man den Widerstand der Erdleiter (Schutzleiter), wenn diese ihren Zweck erfüllen sollen, nicht beliebig groß machen, um den Störstrom zu verkleinern. Man kann aber dafür sorgen, daß der Widerstand der masseseitigen Verbindungsleitung möglichst klein ist. Dieser Widerstand  $R_K$  (in der HF-Technik wird er Kopplungswiderstand genannt) setzt sich im Falle eines coaxialen Verbindungskabels aus dem Widerstand des Abschirmmantels und den Übergangswiderständen der beiden Steckverbindungen zusammen.

Eine oft vorkommende Störquelle ist, wie Bild 2 zeigt, ein zwischen den Schutzleitern A und B der beiden Netzkabel bestehender Spannungsabfall  $U_Q$ . Die Auswirkung dieser Störquelle ist auch hier so wie im Bild 1 gezeigt und durch obige Formel angegeben. In beiden Fällen ist Voraussetzung, daß der Innenwiderstand  $R_i$  des Senders

viel kleiner ist als der Eingangswiderstand  $R_E$  des Empfängers. In der Praxis ist diese Forderung fast immer erfüllt. Im rechten Teil des Bildes 2 kann man die Stromverteilung und die Entstehung der am Empfänger-Eingang liegenden Störspannung noch besser übersehen. Der Spannungsabfall  $U_Q$  kann besonders dann verhältnismäßig groß sein, wenn, wie im Bild 2, eine der beiden Netzphasen (der Nulleiter) gleichzeitig Schutzleiter ist und wenn sich zwischen den beiden Schuko-Steckdosen eine längere Leitung befindet. Hierbei kann der zwischen den beiden Schutzleiter-Anschlüssen bestehende Spannungsabfall nicht nur durch den Stromverbrauch des Senders, sondern auch noch durch andere bei C angeschlossene Verbraucher verursacht sein.

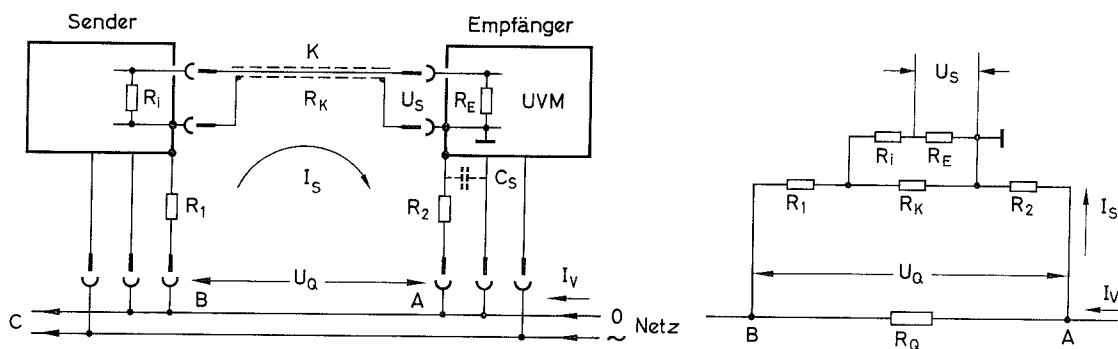


Bild 2. Entstehung einer Störspannung, wenn zwischen den Schutzleiter-Anschlüssen A und B der beiden Netzkabel ein Spannungsabfall auftritt

Da in Laboratorien und Prüffeldern der Erdung von Geräten nicht immer gebührende Beachtung geschenkt wird, sei zur Anordnung nach Bild 2 ein Zahlenbeispiel gegeben, um zu ermessen, wie sich ein solcher zunächst belanglos erscheinender Spannungsabfall  $U_Q$  auswirken kann. Die Leitung zwischen den beiden Schukodosen habe eine Länge von 2 m, einen Querschnitt von  $2 \text{ mm}^2$  ( $\approx 0,017 \Omega$ ) und werde von 2 A durchflossen. Der Widerstand  $R_K$  des Kabel-Außenleiters und die Widerstände  $R_1$  und  $R_2$  der beiden Schutzleiter (in den Netzkabeln) betragen je  $0,1 \Omega$ . Hiermit betragen der Widerstand zwischen A und B etwa  $0,016 \Omega$  und der Störstrom  $I_s$  etwa  $0,1 \text{ A}$ . Dadurch besteht am Kabel-Außenleiter ( $R_K$ ) ein Spannungsabfall von etwa  $10 \text{ mV}$ , der sich am Eingang ( $R_E$ ) des Empfängers als Brummspannung ( $U_s$ ) bemerkbar macht.

Es gibt nun, wie aus Bild 2 ersichtlich, einige Möglichkeiten, diese Brummspannung nicht aufkommen zu lassen oder wenigstens stark zu unterdrücken. Man kann den Schutzleiter des Empfängers bei A ausklemmen und damit den Stromkreis  $R_1$ - $R_K$ - $R_2$  unterbrechen. Somit könnte auch kein Störstrom mehr fließen. Eine völlig ausreichende Verminderung der Störspannung kann hierdurch jedoch nicht immer erreicht werden, und zwar deshalb, weil im Empfänger (UVM) zwischen Netzzuleitung und Chassis

doch immer eine gewisse Kapazität  $C_s$  vorhanden ist, die, wenn auch nur teilweise, den Widerstand  $R_2$  des Empfänger-Schutzleiters ersetzt. Aber auch aus Sicherheitsgründen soll man den Schutzleiter nicht unterbrechen; denn wenn im Empfänger (UVM) zwischen Netzzuleitung und Chassis auf irgend eine Weise eine direkte Verbindung entsteht, so kann, wenn das Verbindungskabel K abgesteckt ist, zwischen Empfänger-Chassis und Erde die volle Netzspannung liegen und für die messende Person eine große Gefahr bilden. Eine gute Wirkung ist erreichbar, wenn man zwischen Sender- und Empfänger-Masse eine zusätzliche Verbindung mit starkem Querschnitt herstellt. Dadurch wird der Widerstand des Kabel-Außenleiters praktisch vollkommen überbrückt und somit die Entstehung einer Störspannung unterbunden.

Sehr wirksam und zugleich bequem läßt sich eine so entstehbare Störspannung vermeiden, wenn man die Netzstecker des Senders und Empfängers in möglichst benachbarte Steckdosen (am besten in eine Doppel-Steckdose) steckt. Hiermit ist zwischen den beiden Schutzleiter-Anschlüssen A und B praktisch keine Störquelle mehr vorhanden.

Weitere Störquellen, die manchmal nicht genügend beachtet werden, sind stark streuende Netztransformatoren. Wenn das Streufeld eines solchen Transformators in die Leiterschleife  $R_1-R_K-R_2$  (nach Bild 2) eine Spannung induziert, so hat diese die gleiche Auswirkung wie ein zwischen den Schutzleiter-Anschlüssen A und B bestehender Spannungsabfall. Meist kann eine solche Störquelle durch Verändern ihrer örtlichen Lage unwirksam gemacht werden. Zudem kann man versuchen, die Netzkabel der am Meßaufbau beteiligten Geräte so zu führen, daß die induzierte Spannung nur mehr unmerkbar klein ist.

### 3.7. Spannungsmessung

Für die Messung der Spannung in Volt gibt der Meßbereichschalter die Bereich-Endwerte an. Von den zwei zugehörigen Skalen des Instrumentes ist die für die Bereiche 0,1 mV, 1 mV, 10 mV usw. von 0...10, die für die Bereiche 0,3 mV, 3 mV, 30 mV usw. von 0...3 beschriftet. Den abgelesenen Skalenwert braucht man also nur mit einer Zehnerkonstante zu multiplizieren, um den Meßwert zu erhalten.

Den Meßwert in Dezibel erhält man, indem man den am Meßbereichschalter angegebenen db-Wert und den an der von -10 bis +2 geteilten Skala abgelesenen db-Wert zusammenzählt. So ist zum Beispiel

$$\begin{aligned}
 0 \text{ db und } 0 \text{ db} & \text{ gleich } 0 \text{ db } (= 0,775 \text{ V}) \\
 -30 \text{ db und } +1 \text{ db} & \text{ gleich } -29 \text{ db} \\
 +10 \text{ db und } -3 \text{ db} & \text{ gleich } +7 \text{ db} \\
 +20 \text{ db und } +2 \text{ db} & \text{ gleich } +22 \text{ db}
 \end{aligned}$$

Die Angaben über Eingangswiderstand, Frequenzbereich, Fehlergrenzen und Rauschspannung enthält der Abschnitt „1. Eigenschaften“.

Durch Umschalten des Schalters „Anzeige“ von „bis 1 MHz“ auf „bis 20 kHz“ wird der Frequenzbereich des eingebauten Spannungsmessers von 20 Hz...1 MHz auf 20 Hz...20 kHz begrenzt und hierdurch der im empfindlichsten Meßbereich ( $-80 \text{ dB}/0,1 \text{ mV}$ ) durch das Verstärkerrauschen bedingte Störausschlag etwa auf die Hälfte herabgesetzt. Beim Messen sehr kleiner Tonfrequenzspannungen unter etwa  $200 \mu\text{V}$  empfiehlt es sich also, die Schaltstellung „Anzeige bis 20 kHz“ zu wählen.

### **3.8. Das UVM als Durchgangsverstärker**

Die auf einen der drei Eingänge gegebene Spannung kann an dem unsymmetrischen Ausgang bis zu 10 000fach verstärkt entnommen werden. Die Größe des Verstärkungsfaktors (0,1...10 000) je nach Stellung des Meßbereichschalters sowie die Angaben über Frequenzgang, Klirrfaktor und Eigenrauschen sind dem Abschnitt „1. Eigenschaften“ entnehmbar. Die Angabe über den Klirrfaktor ( $< 3\%$ ) des Verstärkers bezieht sich auf eine Ausgangsspannung von 1 V. Der Klirrfaktor nimmt mit sinkender Frequenz ab; er beträgt im Tonfrequenzbereich nur etwa 0,5%.

Wegen seines kleinen Klirrfaktors und seiner im Bereich von 20 Hz...1 MHz nahezu phasenlinearen Verstärkung eignet sich das UVM zum Beispiel sehr gut als Vorverstärker bei der oszillografischen Untersuchung sehr kleiner Wechselspannungen.

## **4. Arbeitsweise und Aufbau**

Das Mikrovoltmeter Type UVM ist ein vierstufiger Verstärker mit nachgeschaltetem Ausgangsspannungsmesser. Die Stromversorgung erfolgt über einen elektronisch stabilisierten Netzteil (siehe Stromlauf).

### **4.1. Verstärker**

Bei Verwendung des unsymmetrischen Einganges (20 Hz...1 MHz,  $R_e > 500 \text{ k}\Omega$ ) gelangt die zu messende Spannung über C1 unmittelbar an den ersten Spannungsteiler des Meßbereichschalters S2. Für die beiden symmetrischen Eingänge sind die Übertrager Tr1 und Tr2 eingefügt. Der Übertrager Tr1 ist primärseitig mittels C2 symmetriert. Auf seiner Sekundärseite ist mittels R4 der Frequenzgang entzerrt und mittels R3 das Übertragungsverhältnis 1 : 1 eingestellt. Für den anderen symmetrischen Eingang über Tr2 ist mittels C3, R1 und R2 sinngemäß verfahren.

Nach dem elfstufigen Teiler (mit Schalter S2I) folgt ein zweistufiger, etwa 1 : 10 gegengekoppelter Verstärker mit den Pentoden R01 und R02 und hierauf der zweite Teiler (S2II) des Meßbereichschalters. Zur Erzielung einer brummfreien Verstärkung sind die Heizungen dieser beiden Stufen aus dem Gleichrichter G11 über das Siebglied L4-C56 mit Gleichstrom gespeist. Der Mikrofonieeffekt (Klingen bzw. zuckender Zeigerausschlag bei Bodenerschütterungen im empfindlichsten Meßbereich) ist durch geeignete mechanische Ausführung der Röhrenfassungen auf ein kaum störendes Maß herabgesetzt. Die Schaltung der nachfolgenden, ebenfalls strom- und spannungsgegengekoppelten Verstärkerstufen mit den Pentoden R03 und R04 entspricht weitgehend der des ersten Verstärkerstufenpaares. Der Gegenkopplungsfaktor dieses Stufenpaares beträgt jedoch etwa 30.

Mit den beiden mechanisch gekuppelten Spannungsteilern (S2I-S2II) ist die Verstärkung im Bereich von etwa 30 000 bis 0,3 in elf Stufen umschaltbar. Diesen elf Teilerstufen entsprechen die elf Spannungsmeßbereiche 0,1 mV, 0,3 mV, 1 mV, 3 mV usw. bis 10 V. Nach dem vierstufigen Verstärker wird die auf maximal etwa 3 V verstärkte Spannung über den Katodenverstärker R05 dem Dioden-Röhrenvoltmeter R06-I1 zur Anzeige zugeführt. Diese zwischen Verstärker und Röhrenvoltmeter eingefügte Trennstufe gewährleistet, daß die durch die Ladestöße des Diodengleichrichters verursachte Kurvenformverzerrung ohne Wirkung ist auf die der letzten Verstärkerstufe (R04) entnehmbare Ausgangsspannung. Mit Rücksicht auf eine von der Ausgangsbelastung möglichst unabhängige Spannungsanzeige ist die Ausgangsbuchse nicht an die Anode von R04, sondern an den Teiler R54-R55 (Anodenwiderstand von R04) gelegt. Die abgegriffene Spannung beträgt etwa ein Drittel der vollen Wechselspannung, d. h. etwa 1 V bei Vollausschlag des Röhrenvoltmeters. Durch den eingefügten Trennkondensator C41 ist der Ausgang gleichstromfrei; sein Innenwiderstand beträgt etwa 1800  $\Omega$ .

## 4.2. Spannungsanzeiger

Das Dioden-Röhrenvoltmeter (mit Röhre R06 und Drehspulstrommesser I1) ist ein Zweiweg-Spitzengleichrichter mit Anlaufstrom-Kompensation. Das Instrument ist jedoch mit sinusförmiger Spannung in Effektivwerten geeicht. Im Gegensatz zu einem Diodenvoltmeter mit Einweg-Spitzengleichrichter mißt dieses die Wechselspannung von der positiven bis zur negativen Spitze. Demgemäß ist beim Messen einer verzerrten Spannung mit nicht spiegelbildlichen Halbwellen der Unterschied zwischen dem wirklichen Effektivwert und dem angezeigten Wert wesentlich geringer als bei Einweg-Spitzengleichrichtung. Daß eine verzerrte Spannung oder ein mit einem Spektrum

zwischen 20 Hz und 1 MHz liegendes Spannungsgemisch auch unverformt an das Röhrenvoltmeter gelangt, gewährleistet die phasenlineare Verstärkung der vor dem Röhrenvoltmeter liegenden Stufen.

Zur Erzielung eines definierten und von Netzspannungs-Schwankungen unabhängigen Anlaufstromes, d. h. eines stabilen elektrischen Nullpunktes des Instrumentes, ist zur Kompensation des Anlaufstromes eine von der Netzspannung abhängige und eine stabilisierte Spannung angewandt. Die netzspannungsabhängige Spannung ist an der Anode von R<sub>08</sub> abgenommen; sie bewirkt bei schwankender Netzspannung (Heizspannung) die Aufrechterhaltung eines bestimmten Anlaufstromes. Mit der stabilisierten Spannung (am Stabilisator R<sub>010</sub> abgenommen) wird an R<sub>76</sub> der elektrische Nullpunkt eingestellt. Damit sowohl bei langsamen als auch bei raschen Netzspannungsänderungen ein stabiler Nullpunkt gewährleistet ist, ist durch das RC-Glied R<sub>75</sub>-C<sub>49</sub> dafür gesorgt, daß die mit der Netzspannung schwankende Kompensationsspannung in dem Maße verzögert zur Wirkung kommt wie die Änderung der Katodentemperatur der Dioden bei einer Netzspannungsänderung.

Das an den Heizwicklungen 11-12 und 13-14 des Netztransformators liegende Thermorelais R<sub>sT</sub> mit seinem Schalter t parallel zum Instrument I1 hat lediglich den Zweck, während der Anheizzeit des Gerätes das Drehspulmeßwerk kurzzuschließen. Der Kontakt öffnet sich 30 bis 50 sec nach dem Einschalten. Das zweite Relais R<sub>sA</sub>, das den mit Gleichstrom gespeisten Heizfäden von R<sub>01</sub> und R<sub>02</sub> parallelliegt, bezweckt, daß sein Kontakt a1 das Instrument nach dem Ausschalten des Gerätes sofort kurzschließt. Hierdurch wird erreicht, daß Entladeströme, die kurz nach dem Ausschalten des Gerätes auftreten, nicht durch das Instrument fließen, sondern über a1. Sollte beim Ausschalten dennoch ein Zeigerausschlag auftreten, so ist dieser nur als Schönheitsfehler zu betrachten.

#### **4.3. Nacheicheinrichtung**

Das Gerät ist durch eine einfache Vergleichsmessung in sich nacheichbar. Eine äußere Normalspannung ist zur Nacheichung also nicht erforderlich. Die Spannung zum Nacheichen wird dem Netztransformator (Heizwicklung 11-12) entnommen, (über den Teiler R<sub>63</sub>-R<sub>66</sub>) auf den Eichspannungsteiler R<sub>7</sub>-R<sub>8</sub> gegeben und die Teilspannung dem Verstärkereingang (R<sub>01</sub>) zugeführt. Der Teiler R<sub>7</sub>-R<sub>8</sub> und die fünf Verstärkerstufen R<sub>01</sub> ... R<sub>05</sub> liegen also in Reihe. Die Dämpfung des Teilers ist so groß wie die Sollverstärkung aller Verstärkerstufen bei Einschaltung des Meßbereichschalters auf Nacheichen. Teiler + Verstärker haben also den Verstärkungsfaktor 1.

Der Nacheichvorgang erfolgt in zwei Schritten: Beim ersten wird (mit dem Schalter S3 in der Stellung Vergleich) das Röhrenvoltmeter an die Oberspannung des Teilers R7–R8 gelegt und der hierbei auftretende Zeigerausschlag gemerkt. Beim zweiten Schritt wird das Röhrenvoltmeter (bei S2 und S3 auf Nacheichen) auf den Ausgang des Verstärkers (Rö5) geschaltet, der hierbei auftretende Zeigerausschlag mit dem ersten verglichen und, falls sich nicht gleiche Ausschläge ergeben, die Empfindlichkeit des Röhrenvoltmeters mit dem von der Frontplatte aus bedienbaren Regler (R69) „Nacheichen“ für gleiche Zeigerausschläge eingestellt. Die Genauigkeit dieses Nacheichverfahrens ist sehr gut, da sie (nachdem das Gerät im Werk durch Einstellen des Eichwiderstandes R70 geeicht worden ist) nur von der Konstanz des Röhrenvoltmeters und der des ohmschen Spannungsteilers R7–R8 abhängt. Sowohl die Höhe als auch die Kurvenform der Nacheichspannung (d. h. der Netzspannung) haben auf die Nacheichgenauigkeit keinen Einfluß. Es wird nur gefordert, daß sich die Netzspannung während des Umschaltens von „Vergleich“ auf „Nacheichen“ nicht verändert.

#### **4.4. Tiefpaß**

Zwischen Katodenverstärker Rö5 und Röhrenvoltmeter kann der Tiefpaß C45–L2–C46 eingeschaltet werden. Dadurch wird die obere Grenzfrequenz der Spannungsanzeige auf 20 kHz herabgesetzt, so daß von dem durch die große Bandbreite (20 Hz . . . 1 MHz) und die hohe Verstärkung (30 000) bedingten Rauschen nur mehr etwa die Hälfte angezeigt wird. Die Einschaltung des Tiefpasses kann z. B. beim Messen sehr kleiner Spannungen im Tonfrequenzgebiet oder bei Verwendung des Gerätes als Nullspannungsanzeiger für Wechselstrom-Meßbrücken sehr vorteilhaft sein.

#### **4.5. Stromversorgungsteil**

Primärseitig ist der Netzteil für die Netzspannungen 115 V, 125 V, 220 V und 235 V eingerichtet. Zur Erzeugung der Anodengleichspannung dient die Zweiweg-Gleichrichterröhre Rö9. Die Stabilisierung der Anodenspannung erfolgt durch die drei Röhren Rö8, Rö7 und Rö10. Hiervon ist Rö8 die vom gesamten Anodenstrom durchflossene Stromregelröhre, Rö7 ist die Steuerröhre von Rö8, und Rö10 ist der Stabilisator zur Aufrechterhaltung eines bestimmten, mittels R87 eingestellten Arbeitspunktes von Rö7. Der dynamische Innenwiderstand dieser Anodenstromquelle beträgt bei Netz-Nennspannung etwa 1  $\Omega$  und steigt bei Unter- und Überspannung etwas an.

#### **4.6. Äußerer Aufbau**

Das Gerät ist in einem Stahlblechkasten mit Frontplattenschutzdeckel eingebaut. An Stelle des Kastens kann das Gerät auch mit einer Haube versehen und in ein Normgestell eingebaut werden. Hierbei erfolgt der Netzanschluß von rückwärts über eine 16polige Messerkontaktleiste.

## 5. Röhrenwechsel

Die Röhren **Rö2** = 18042, **Rö3** = 18042, **Rö4** = 18042, **Rö5** = 18042 und **Rö9** = EZ 80 können ohne Einfluß auf die Funktion und Genauigkeit des Gerätes durch neue Röhren gleicher Type ersetzt werden. Für die erste Verstärkerröhre **Rö1** = 18042 muß man ein möglichst klingunempfindliches Exemplar aussuchen.

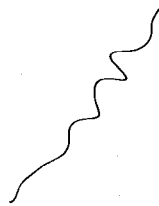
In der Regel sind auch die drei Röhren **Rö7** = EF 804 S, **Rö8** = PL 81 und **Rö10** = 85 A 1 des Netzteiles ohne weiteres auswechselbar. Nur in vereinzelteten Ausnahmefällen wird es notwendig sein, die Regler R87 und R85 für 220 V Anodenspannung und ein Minimum an Brummspannung bzw. Netzspannungsabhängigkeit nachzustellen. Bei Netz-Nennspannung (z. B. bei 220 V) stellt man erst R87 so ein, daß am Kondensator C39 (am Ausgang des Netzteiles) eine Anodenspannung von 220 V liegt. Zur Messung kann ein Instrument mit 1000  $\Omega/V$  dienen. Dann verändert man die Einstellung des Reglers R85, bis die am Kondensator C39 noch auftretende Brummspannung auf ein Minimum ( $< 2$  mV) zurückgegangen ist. Als Spannungsanzeiger eignet sich z. B. unser NF-Millivoltmeter Type UVN. Durch diesen zweiten Abgleich wird gleichzeitig erreicht, daß die von der Netzspannungsschwankung abhängige Anodenspannungs-Änderung hinreichend klein ist ( $< \pm 0,1$  V bei  $\pm 5\%$  Netzspannungs-Änderung).

Nach dem Wechsel der Voltmeterröhre **Rö6** = EB 41 ist es erforderlich, die Eichung der Spannungsanzeige zu überprüfen und sie nötigenfalls so zu korrigieren, daß auch die Nacheichung mittels R69 wieder ordnungsgemäß ausführbar ist. Vor Ausführung dieser Korrektur empfiehlt es sich, die neue Röhre einige Stunden einzubrennen, am einfachsten im Gerät selbst. Dann ist, wie unter 3.3. beschrieben, der elektrische Nullpunkt einzuregeln. Zur Korrektur der Eichung benötigt man eine Normalspannung von 1 V (mit etwa 1 kHz) und einen in zehn Stufen umschaltbaren Spannungsteiler (z. B. eine Dekade mit  $10 \times 1000 \Omega$ ) zur Überprüfung des Skalenverlaufes des eingebauten Instrumentes.

Das Eichen geschieht wie folgt:

- a) Meßbereichschalter auf „0 db/1 V“ und Anzeigeschalter auf „bis 20 kHz“ schalten.
- b) Normalspannung 1 V auf den unsymmetrischen Eingang geben und mit dem Regler „Nacheichung“ (R69) das eingebaute Instrument auf Vollausschlag (d. h. auf Teilstrich 10) einregeln.

- c) Mit der vorgeschalteten Dekade wird die Eingangsspannung nun stufenweise herabgesetzt und dabei die Übereinstimmung des Skalenverlaufes überprüft; Unstimmigkeiten von  $\pm 0,5\%$  v. E. sind zulässig; bei größeren Abweichungen muß eine geeignetere Röhre EB 41 ausgesucht werden.
- d) Meßbereichschalter und Anzeigeschalter auf „Nacheichen“ umschalten und Instrumentausschlag merken.
- e) Anzeigeschalter auf „Vergleich“ umschalten und mit dem im Gerät zugänglichen Regler R70 (mit Schlitzachse) auf gleichen Ausschlag wie bei d) einregeln. Bedingung ist hierbei, daß die Netzspannung bei d) und e) gleich hoch ist.



## 6. Schalteilliste

(AZ „i“ Nr. 6699)

Kennzeichen	Benennung	Wert	R&S-Sach-Nr.
C 1	Papierkondensator	100 000 pF/250 V	CPK 100 000/250
C 2	Scheibentrimmer	4 ... 20 pF	CV 924
C 3	Scheibentrimmer	2 ... 10 pF	CV 914
C 4	Scheibentrimmer Keramikkondensator	2 ... 10 pF 12 pF	CV 914 CCH 31/12 parallel
C 5	Papierkondensator	50 000 pF/250 V	CPK 50 000/250
C 6	Scheibentrimmer	10 ... 60 pF	CV 944
C 7	Scheibentrimmer Keramikkondensator	10 ... 60 pF 100 pF	CV 944 CCH 68/100 parallel
C 8	Kf-Kondensator	575 pF ± 1%/500 V	CKS 575/1/500
C 9	Kf-Kondensator	1890 pF ± 1%/250 V	CKS 1890/1/250
C 10	Kf-Kondensator	6080 pF ± 1%/125 V	CKS 6080/1/125
C 11	Papierkondensator	25 000 pF/250 V	CPK 25 000/250
C 13	MP-Kondensator	4 µF/500 V	CMR 4/500
C 14	MP-Kondensator	4 µF/500 V	CMR 4/500
C 15	MP-Kondensator	8 µF/160 V	CMR 8/160/2
C 16	MP-Kondensator	8 µF/250 V	CMR 8/250
C 17	MP-Kondensator	8 µF/250 V	CMR 8/250
C 18	Papierkondensator	100 000 pF/250 V	CPK 100 000/250
C 19	MP-Kondensator	4 µF/350 V	CMR 4/350
C 20	Scheibentrimmer	2 ... 10 pF	CV 914
C 21	MP-Kondensator	4 µF/160 V	CMR 4/160
C 22	MP-Kondensator	16 µF/250 V	CMR 16/250
C 24	MP-Kondensator	4 µF/500 V	CMR 4/500
C 25	MP-Kondensator	0,5 µF/250 V	CMR 0,5/250
C 26	Scheibentrimmer Keramikkondensator	2 ... 10 pF 15 pF	CV 914 CCH 31/15 parallel
C 27	Scheibentrimmer	10 ... 60 pF	CV 944
C 28	Scheibentrimmer Keramikkondensator	10 ... 60 pF 100 pF	CV 944 CCH 68/100 parallel
C 29	Kf-Kondensator	675 pF ± 1%/500 V	CKS 675/1/500
C 30	Kf-Kondensator	2210 pF ± 1%/125 V	CKS 2210/1/125
C 31	Kf-Kondensator	7020 pF ± 1%/125 V	CKS 7020/1/125
C 32	MP-Kondensator	4 µF/160 V	CMR 4/160
C 33	MP-Kondensator	4 µF/350 V	CMR 4/350
C 34	Scheibentrimmer	2 ... 10 pF	CV 914
C 35	MP-Kondensator	4 µF/350 V	CMR 4/350

Kennzeichen	Benennung	Wert	R&S-Sach-Nr.
C 36	Papierkondensator	100 000 pF/250 V	CPK 100 000/250
C 37	MP-Kondensator	4 $\mu$ F/160 V	CMR 4/160
C 38	Papierkondensator	50 000 pF/250 V	CPK 50 000/250
C 39	MP-Kondensator	8 $\mu$ F/350 V	CMR 8/350
C 40	Papierkondensator	100 000 pF/250 V	CPK 100 000/250
C 41	MP-Kondensator	4 $\mu$ F/350 V	CMR 4/350
C 42	MP-Kondensator	8 $\mu$ F/250 V	CMR 8/250
C 43	Papierkondensator	100 000 pF/250 V	CPK 100 000/250
C 44	MP-Kondensator	2 $\mu$ F/160 V	CMR 2/160/2
C 45	Kf-Kondensator	5000 pF/250 V 2500 pF/250 V	CKS 5000/250 CKS 2500/250 parallel
C 46	Kf-Kondensator	10 000 pF/250 V	CKS 10 000/250
C 47	MP-Kondensator	8 $\mu$ F/500 V	CMR 8 + 8/500
C 48		8 $\mu$ F/500 V	
C 49	MP-Kondensator	4 $\mu$ F/350 V	CMR 4/350
C 53	MP-Kondensator	8 $\mu$ F/500 V	CMR 8 + 8/500
C 54		8 $\mu$ F/500 V	
C 55	Papierkondensator	50 000 pF/250 V	CPK 50 000/250
C 56	Elektrolyt-Kondensator	1000 $\mu$ F/35 V	CEE 21/1000/35
G11	Netzgleichrichter	30 V/250 mA	GNB 11/30/250 B
I1	Drehspul-Strommesser		INS 40201 mit Skala nach 12011 – 27
K 1	2adriges Schirmkabel		LFA 03022
K 2	2adriges Schirmkabel		LFA 03022
K 3	Anschlußkabel		LK 303
L 1	Entzerr-Spule		12011 – 15.2
L 2	Filterspule		12011 – 4.3
L 3	Drossel		DB 75/2
L 4	Drossel		DB 400/2
R 1	Schicht-Drehwiderstand Schichtwiderstand	5 k $\Omega$ lin. 25 k $\Omega$ /0,5 W	WS 9122 F/5 k WF 25 k/0,5 in Serie
R 2	Schicht-Drehwiderstand	1 k $\Omega$ lin.	WS 9122 F/1 k
R 3	Schicht-Drehwiderstand Schichtwiderstand	50 k $\Omega$ lin. 200 k $\Omega$ /0,5 W	WS 9122 F/50 k WF 200 k/0,5 in Serie
R 4	Schicht-Drehwiderstand Schichtwiderstand	5 k $\Omega$ lin. 8 k $\Omega$ /0,5 W	WS 9122 F/5 k WF 8 k/0,5 in Serie
R 5	Schichtwiderstand	500 k $\Omega$ $\pm$ 0,5%/0,5 W	WF 500 k/0,5/0,5
R 6	Schichtwiderstand	20 M $\Omega$ /0,5 W	WF 20 M/0,5

Kenn- zeichen	Benennung	Wert	R&S-Sach-Nr.
R 7	Schichtwiderstand	$33,34 \Omega \pm 0,5\%/0,5 W$	WF 33,34/0,5/0,5
R 8	Schichtwiderstand	$100 k\Omega \pm 0,5\%/0,5 W$	WF 100 k/0,5/0,5
R 9	Schichtwiderstand	$363,2 k\Omega \pm 0,5\%/0,5 W$	WF 363,2 k/0,5/0,5
R 10	Schichtwiderstand	$61,21 k\Omega \pm 0,5\%/0,5 W$	WF 61,21 k/0,5/0,5
R 11	Schichtwiderstand	$16,7 k\Omega \pm 0,5\%/0,5 W$	WF 16,7 k/0,5/0,5
R 12	Schichtwiderstand	$5,092 k\Omega \pm 0,5\%/0,5 W$	WF 5,092 k/0,5/0,5
R 13	Schichtwiderstand	$1,58 k\Omega \pm 0,5\%/0,5 W$	WF 1,58 k/0,5/0,5
R 16	Schichtwiderstand	$160 k\Omega/0,5 W$	WF 160 k/0,5
R 17	Schichtwiderstand	$160 k\Omega/0,5 W$	WF 160 k/0,5
R 18	Schichtwiderstand	$600 k\Omega \pm 1\%/0,5 W$	WF 600 k/1/0,5
R 19	Schichtwiderstand	$1 k\Omega/0,25 W$	WF 1 k/0,25
R 20	Schichtwiderstand	$25 \Omega/0,5 W$	WF 25/0,5
R 21	Schichtwiderstand	$50 k\Omega/0,5 W$	WF 50 k/0,5
R 22	Schichtwiderstand	$10 k\Omega/2 W$	WF 10 k/2
R 23	Schichtwiderstand	$6 k\Omega/1 W$	WF 6 k/1
R 24	Schichtwiderstand	$6 k\Omega/1 W$	WF 6 k/1
R 25	Schichtwiderstand	$250 k\Omega/0,5 W$	WF 250 k/0,5
R 26	Schichtwiderstand	$500 k\Omega/0,5 W$	WF 500 k/0,5
R 27	Schichtwiderstand	$1 k\Omega/0,25 W$	WF 1 k/0,25
R 28	Schichtwiderstand	$6 k\Omega/0,5 W$	WF 6 k/0,5
R 29	Schichtwiderstand	$50 k\Omega/0,5 W$	WF 50 k/0,5
R 30	Schichtwiderstand	$6 k\Omega/2 W$	WF 6 k/2
R 31	Schichtwiderstand	$5 k\Omega/2 W$	WF 5 k/2
R 34	Schichtwiderstand	$100 k\Omega \pm 0,5\%/0,5 W$	WF 100 k/0,5/0,5
R 35	Schichtwiderstand	$73,71 k\Omega \pm 0,5\%/0,5 W$	WF 73,71 k/0,5/0,5
R 36	Schichtwiderstand	$12,19 k\Omega \pm 0,5\%/0,5 W$	WF 12,19 k/0,5/0,5
R 37	Schichtwiderstand	$3,355 k\Omega \pm 0,5\%/0,5 W$	WF 3,355 k/0,5/0,5
R 38	Schichtwiderstand	$1,025 k\Omega \pm 0,5\%/0,5 W$	WF 1,025 k/0,5/0,5
R 39	Schichtwiderstand	$318 \Omega \pm 0,5\%/0,5 W$	WF 318/0,5/0,5
R 40	Schichtwiderstand	$125 k\Omega \pm 1\%/0,5 W$	WF 125 k/1/0,5
R 41	Schichtwiderstand	$1 k\Omega/0,25 W$	WF 1 k/0,25
R 42	Schichtwiderstand	$160 \Omega/0,5 W$	WF 160/0,5
R 43	Schichtwiderstand	$500 k\Omega/0,5 W$	WF 500 k/0,5
R 44	Schichtwiderstand	$50 k\Omega/0,5 W$	WF 50 k/0,5
R 45	Schichtwiderstand	$10 k\Omega/2 W$	WF 10 k/2
R 46	Schichtwiderstand	$5 k\Omega/1 W$	WF 5 k/1
R 47	Schichtwiderstand	$500 \Omega/0,5 W$	WF 500/0,5
R 49	Schichtwiderstand	$20 k\Omega/0,5 W$	WF 20 k/0,5

Kennzeichen	Benennung	Wert	R&S-Sach-Nr.
R 50	Schichtwiderstand	16 k $\Omega$ /0,5 W	WF 16 k/0,5
R 51	Schichtwiderstand	250 k $\Omega$ /0,5 W	WF 250 k/0,5
R 52	Schichtwiderstand	160 $\Omega$ /0,5 W	WF 160/0,5
R 53	Schichtwiderstand	50 k $\Omega$ /0,5 W	WF 50 k/0,5
R 54	Schichtwiderstand	5 k $\Omega$ /1 W	WF 5 k/1
R 55	Schichtwiderstand	2,5 k $\Omega$ /0,5 W	WF 2,5 k/0,5
R 56	Schichtwiderstand	600 k $\Omega$ /0,5 W	WF 600 k/0,5
R 57	Schichtwiderstand	1 k $\Omega$ /0,25 W	WF 1 k/0,25
R 58	Schichtwiderstand	200 $\Omega$ /0,5 W	WF 200/0,5
R 59	Schichtwiderstand	8 k $\Omega$ /2 W	WF 8 k/2
R 60	Schichtwiderstand	5 k $\Omega$ /0,5 W	WF 5 k/0,5
R 62	Schichtwiderstand	20 k $\Omega$ /0,5 W	WF 20 k/0,5
R 63	Schichtwiderstand	250 $\Omega$ /0,5 W	WF 250/0,5
R 64	Schichtwiderstand	1 M $\Omega$ /0,25 W	WF 1 M/0,25
R 65	Schichtwiderstand	1,6 k $\Omega$ /0,25 W	WF 1,6 k/0,25
R 66	Schichtwiderstand	400 $\Omega$ /0,5 W	WF 400/0,5
R 67	Schichtwiderstand	25 k $\Omega$ /0,5 W	WF 25 k/0,5
R 68	Schichtwiderstand	8 k $\Omega$ /0,5 W	WF 8 k/0,5
R 69	Schicht-Drehwiderstand Schichtwiderstand	25 k $\Omega$ lin. 10 k $\Omega$ /0,5 W	WS 5126/25 k WF 10 k/0,5 in Serie
R 70	Schicht-Drehwiderstand Schichtwiderstand	10 k $\Omega$ lin. 8 k $\Omega$ /0,5 W	WS 7122 F/10 k WF 8 k/0,5 in Serie
R 71	Schichtwiderstand	12,5 k $\Omega$ /0,5 W	WF 12,5 k/0,5
R 72	Schicht-Drehwiderstand	25 k $\Omega$ lin.	WS 7122 F/25 k
R 73	Schichtwiderstand	12,5 k $\Omega$ /0,5 W	WF 12,5 k/0,5
R 74	Schichtwiderstand	2,5 M $\Omega$ /0,5 W	WF 2,5 M/0,5
R 75	Schichtwiderstand	2,5 M $\Omega$ /0,5 W	WF 2,5 M/0,5
R 76	Schicht-Drehwiderstand Schichtwiderstand	500 $\Omega$ lin. 125 $\Omega$ /0,5 W	WS 5126/500 WF 125/0,5 in Serie
R 77	Schichtwiderstand	30 k $\Omega$ /0,5 W	WF 30 k/0,5
R 83	Schichtwiderstand	10 k $\Omega$ /0,5 W	WF 10 k/0,5
R 84	Schichtwiderstand	16 k $\Omega$ /2 W	WF 16 k/2
R 85	Schicht-Drehwiderstand	5 k $\Omega$ lin.	WS 7122 F/5 k
R 86	Schichtwiderstand	50 k $\Omega$ /0,5 W	WF 50 k/0,5
R 87	Schicht-Drehwiderstand	10 k $\Omega$ lin.	WS 7122 F/10 k
R 88	Schichtwiderstand	100 k $\Omega$ /0,5 W	WF 100 k/0,5
R 89	Schichtwiderstand	800 k $\Omega$ /0,5 W	WF 800 k/0,5
R 90	Schichtwiderstand	200 k $\Omega$ /0,25 W	WF 200 k/0,25
R 91	Schichtwiderstand	500 k $\Omega$ /0,5 W	WF 500 k/0,5
R 92	Draht-Drehwiderstand	1 k $\Omega$ lin.	WR 4 F/1 k
R 93	Draht-Drehwiderstand	10 $\Omega$ lin.	WR 4 F/10

Kennzeichen	Benennung	Wert	R&S-Sach-Nr.
RI 1	Zwerg-Glimmlampe	220 V	RL 210
Rö 1	Pentode		18042
Rö 2	Pentode		18042
Rö 3	Pentode		18042
Rö 4	Pentode		18042
Rö 5	Pentode		18042
Rö 6	Duodiode		EB 41
Rö 7	Pentode		EF 804 S
Rö 8	End-Pentode		PL 81
Rö 9	Vollweg-Gleichrichter		EZ 80
Rö 10	Stabilisator		85 A 1
RsA	HF-Relais		RSH 116041
RsT	Thermorelais		RLS 301/4
S 1	Stufenschalter		SRW 13110
S 2	Meßschalter		12011 - 5
S 3	Scheibenschalter		SRN 314/2/32
S 4	Netzschalterkombination		SRK 3
S 5	Spannungswähler		FD 60513
Si 1	Schmelzeinsatz	0,6 A	0,6 C DIN 41571
Tr 1	Eingangsübertrager		12011 - 3.5
Tr 2	Eingangsübertrager		12011 - 3.6
Tr 3	Netztransformator		12011 - 16/2

## **Garantieverpflichtung**

Wir übernehmen für Mängel, die in unseren Geräten als Folge von Fertigungs- oder Materialfehlern auftreten,

**1 JAHR GARANTIE,**

und zwar nach Maßgabe der Ziffer 5 unserer Lieferungs- und Zahlungsbedingungen.

Ein Anspruch auf Wandlung oder Minderung ist ausgeschlossen. Die Gewährleistung geht nach unserer Wahl auf Instandsetzung oder Ersatz des beanstandeten Werkstückes oder Werkstückteiles. Unsere Gewährspflicht wird nur dann ausgelöst, wenn ein Mangel uns unverzüglich, spätestens innerhalb einer Woche nach Kenntnis schriftlich mitgeteilt ist und wenn innerhalb einer Woche nach Aufforderung durch uns das Werkstück frachtfrei an unser Werk abgesandt ist. Die Rückfracht vom Werk geht ebenfalls zu Lasten des Bestellers. Der Ersatz unmittelbaren oder mittelbaren Schadens ist ausgeschlossen. Die Gewährleistung erlischt, wenn von dritter Seite Veränderungen an dem Werkstück vorgenommen werden.

Plomben und Siegel des Gerätes dürfen nicht verletzt sein. Für Röhren, zu denen Sie keine Garantieunterlagen erhielten, übernehmen wir die Garantieverpflichtung. Schadhafte Röhren, für die Ihrer Meinung nach ein Garantieanspruch besteht, wollen Sie uns zur Prüfung desselben einsenden. Dabei bitten wir, unbedingt anzugeben:

Nummer, Datum und Diktatzeichen der Rechnung;  
Type und Fertigungsnummer (FNr.) des Gerätes;  
Bezeichnung des Röhrenschadens.

**ROHDE & SCHWARZ · MÜNCHEN**