Type URI Spannungs-Strom-Widerstands-Meßgerät BN 1050

ROHDE & SCHWARZ · MÜNCHEN

BESCHREIBUNG

SPANNUNGS-STROM-WIDERSTANDS-MESSGERÄT

Type URI BN 1050

1 Eigenschaften des Gerätes BN 1050

1.1 Gleichspannungsmessung (V–)

1.11 Meßbereich	**0,02 . . . 300 V**
unterteilt in 6 Bereiche	0 . . . 1/3/10/30/100/300 V
Fehlergrenzen	± 2% v. E.
Eingang	Buchsen 2 und 3, erdfrei
Eingangswiderstand	10 MΩ in allen Bereichen
Zulässiger Scheitelwert einer überlagerten Wechselspannung	5fache Meßgleichspannung, maximal 300 V
Bei der Messung nicht geerdeter Spannungen: Zwischen Buchse 3 und Gehäuse (Erde) noch zulässige Spannung	300 V Scheitelwert einer Wechselspannung oder welligen Gleichspannung
Dauernd überlastbar in jedem Meßbereich	bis 300 V–

1.12 Meßbereich	**0,2 . . . 1000 V**
unterteilt in 5 Bereiche	0 . . . 10/30/100/300/1000 V
Fehlergrenzen	± 3% v. E.
Eingang	Buchsen 1 und 3, erdfrei
Eingangswiderstand	100 MΩ in allen Bereichen
Dauernd überlastbar in jedem Meßbereich	bis 1000 V–
Bei der Messung nicht geerdeter Spannungen: Zwischen Buchse 3 und Gehäuse (Erde) noch zulässige Spannung	300 V Scheitelwert einer Wechselspannung oder welligen Gleichspannung

1.2 Gleichstrommessung (A–)

Meßbereich	0,002 µA . . . 1 A
unterteilt in 12 Bereiche	0 . . . 0,1/1/10/100/300 µA 1/3/10/30/100/300/1000 mA
Fehlergrenzen	± 3% v. E.
Eingang	Buchsen 4 und 5, erdfrei
Spannungsverbrauch	1 V bei Vollausschlag
Zwischen Buchse 4 bzw. 5 und Gehäuse (Erde) noch zulässige Spannung	300 V Scheitelwert einer Wechselspannung oder welligen Gleichspannung
Zulässige Überlastbarkeit und Wechselstromüberlagerung . . .	siehe Absatz 5.42

1.3 Widerstandsmessung mit Gleichstrom (Ω–)

Meßbereich	10 Ω . . . 1000 MΩ
unterteilt in 6 Bereiche	0 . . . 1000 Ω (Skalenmitte 100 Ω) 0 . . . 10 kΩ (Skalenmitte 1 kΩ) 0 . . . 100 kΩ (Skalenmitte 10 kΩ) 0 . . . 1000 kΩ (Skalenmitte 100 kΩ) 0 . . . 10 MΩ (Skalenmitte 1 MΩ) 0 . . . 1000 MΩ (Skalenmitte 100 MΩ)
Fehlergrenzen	± 5% von 30 Ω . . . 3 MΩ ± 10% von 10 Ω . . . 1000 MΩ
Anschlüsse für das Meßobjekt . .	Buchsen 6 und 7, erdfrei
Belastung des Meßobjekts	< 3 mW (siehe Absatz 5.52)
Zwischen Buchse 7 und Gehäuse (Erde) noch zulässige Spannung . .	300 V Scheitelwert einer Wechselspannung oder welligen Gleichspanung

1.4 Wechselstrommessung (A ~)

Meßbereich	100 µA ... 1A
unterteilt in 7 Bereiche	0 ... 1/3/10/30/100/300/1000 mA
Messung	von Spitze zu Spitze
Eichung	in Effektivwerten bei Sinusform
Strom von Spitze zu Spitze	≈ Anzeige x 2,8
Fehlergrenzen	± 4% v. E.
Fehler der Effektivwertanzeige bei verzerrtem Meßstrom	
durch geradzahlige Harmonische	< 0,1 x Klirrfaktor
durch ungeradzahlige Harmonische	< Klirrfaktor
Abfall der Anzeige bei Rechteckimpulsen mit einem Tastverhältnis zwischen 1 : 1 und 1 : 2000	< 5%
Frequenzbereich	30 Hz ... 2 MHz
in den Bereichen 1 mA und 1000 mA	30 Hz ... 600 kHz
Eingang	Buchsen 8 und 9, erdfrei
Spannungsverbrauch	1 Volt bei Vollauschlag
Scheinwiderstand zwischen Buchse 8 und Gehäuse (Erde) sowie zwischen Buchse 9 und Gehäuse (Erde)	
bis 1 kHz	je etwa 1,5 MΩ
über 1 kHz	entsprechend etwa 25 pF
Zwischen Buchse 8 bzw. 9 und Gehäuse (Erde) noch zulässige Spannung	300 V Scheitelwert einer Wechselspannung oder welligen Gleichspannung
Zulässige Überlastbarkeit mit Wechsel- bzw. Gleichstrom	siehe Absatz 5.62

1.5 Wechselspannungsmessung (V~)

1.51 Meßbereich	**0,1 ... 300 V**		
unterteilt in 6 Bereiche	0 ... 1/3/10/30/100/300 V		
Messung	von Spitze zu Spitze		
Eichung	in Effektivwerten bei Sinusform		
Spannung von Spitze zu Spitze	≈ Anzeige x 2,8		
Fehlergrenzen	± 3% v. E.		
Fehler der Effektivwertanzeige bei verzerrter Meßspannung			
durch geradzahlige Harmonische	< 0,1 x Klirrfaktor		
durch ungeradzahlige Harmonische	< Klirrfaktor		
Abfall der Anzeige bei Rechteckimpulsen mit einem Tastverhältnis zwischen 1 : 1 und 1 : 2000	< 5%		
Frequenzbereich	30 Hz ... 20 MHz		
Eingang	Buchsen 11 und 12, symmetrisch		
Eingangswiderstand bei Messung	einpolig geerdet		symmetrisch
bei 30 Hz	rd. 3 MΩ II 80 pF		5 MΩ II 60 pF
bei 3 kHz	rd. 3 MΩ II 25 pF		5 MΩ II 20 pF
bei 300 kHz	rd. 0,6 MΩ II 25 pF		1 MΩ II 20 pF
bei 3 MHz	rd. 150 kΩ II 25 pF		300 kΩ II 20 pF
bei 20 MHz	rd. 15 kΩ II 25 pF		30 kΩ II 20 pF
Zwischen Buchse 11 und 12 in jedem Meßbereich zulässige Gleichspannung	300 V		
Zwischen Buchse 11 bzw. 12 und Gehäuse (Erde) noch zulässige Spannung	300 V Scheitelwert einer welligen Gleichspannung oder einer Wechselspannung mit einer Frequenz < 5 MHz; 100 V Effektivwert einer Wechselspannung mit einer Frequenz über 5 MHz; hierbei ist Voraussetzung, daß der Innenwiderstand der Spannungsquelle klein ist.		

1.52 Meßbereich	**100 ... 1000 V, 40 ... 100 Hz**
	Meßspannung muß einpolig geerdet sein
Fehlergrenzen	± 4% v. E.
Eingang	Buchsen 10 und 12 unsymmetrisch
Eingangswiderstand	rund 40 MΩ

1.53 Meßbereich	**−20 ... +52 db**
unterteilt in 6 Bereiche	−20 ... + 2 db
	0 ... +12 db
	+10 ... +22 db
	+20 ... +32 db
	+30 ... +42 db
	+40 ... +52 db
Frequenzbereich	wie im Meßbereich
Eingang	wie im Meßbereich
Eingangswiderstand	0,1 ... 300 V
Zulässige Spannungen	0,1 ... 300 V

1.6 Sonstige Daten des Meßgerätes

Netzanschluß	110/125/150/220 V, 40 ... 60 Hz (18 W)
Bestückung	1 Röhre ECC 40 1 Röhre EB 41 1 Stabilisator STV 100/60 Z II 1 Schmelzeinsatz 0,4 DIN 41571 (0,4 A; 5 ⌀ x 20 mm) 1 Zwergglimmlampe 220 V
Abmessungen	315 x 227 x 226 mm (R&S-Normkasten Größe 35)
Gewicht	10 kg

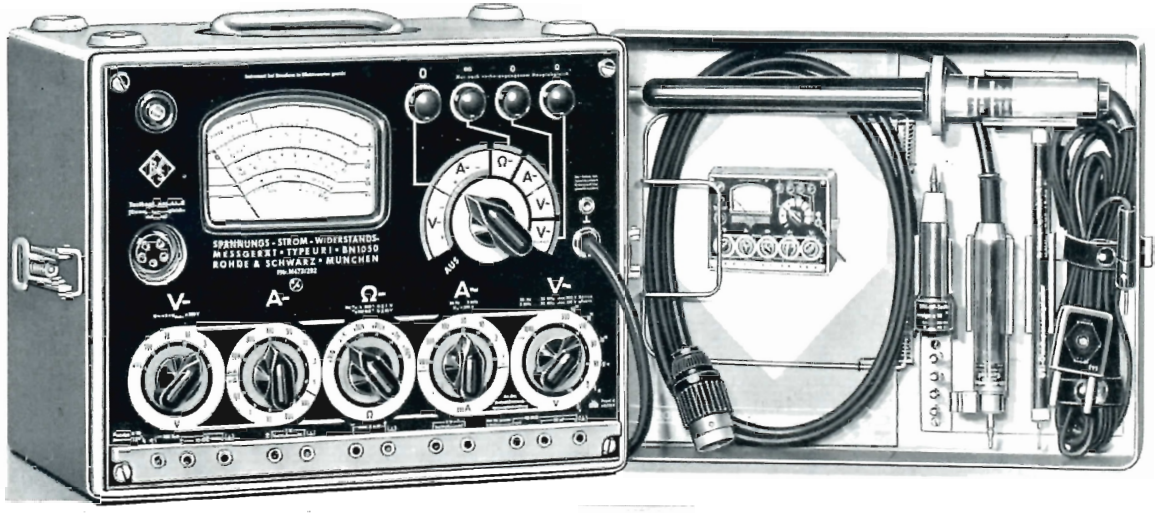


Bild 1. Spannungs-Strom-Widerstands-Meßgerät Type URI mit Zubehörteilen im Kastendeckel

2 Eigenschaften der Zubehörteile des URI

2.1 URI-Gleichspannungstaster BN 10504

Mit diesem Taster kann man bei einer Eingangskapazität von 1 pF direkt an den Elektroden von Röhren, an Hochfrequenzkreisen usw. Gleichspannungen messen, ohne die Wechselspannungsverhältnisse (z. B. die HF-Spannung eines Oszillators) zu verändern.

Der Taster wird der Buchse 2 oder 1 vorgeschaltet. Er verursacht an der Buchse 2 einen Meßfehler von –5%, an der Buchse 1 einen von –0,5%, der, falls erforderlich, durch entsprechenden Zuschlag auf die Anzeige berücksichtigt werden kann. Zulässige Spannung an der Tastspitze:

300 V Scheitelwert bei 20 MHz; 100 V Effektivwert bei 100 MHz.

2.2 URI-30-kV-Gleichspannungstaster BN 10503

Meßbereich	2 V . . . 30 kV
unterteilt in 6 Bereiche	0 . . . 100/300/1000 V/3/10/30 kV (Anzeige x 100)
Fehlergrenzen der Spannungsanzeige bei 22° C	± 6%
Temperaturgang der Anzeige . . .	rund +0,5%/° C
Eingangswiderstand	1000 MΩ

Der Zweipolstecker des Tasterkabels wird in das Buchsenpaar 2—3 gesteckt, der mit dem Erdzeichen gekennzeichnete Stecker wird mit dem erdseitigen Pol der zu messenden Spannungsquelle verbunden.

2.3 URI-Hochfrequenz-Tastkopf BN 10501

Dieser Tastkopf enthält einen Einweg-Spitzengleichrichter (Diode VR 92). Er dient zur Messung hochfrequenter Spannungen direkt an den Elektroden von Röhren, an Hochfrequenzkreisen usw.

Meßbereich	0,1 ... 300 V
unterteilt in 6 Bereiche	0 ... 1/3/10/30/100/300 V
Messung	Spitze der positiven Halbwelle
Eichung	in Effektivwerten bei Sinusform
Fehlergrenzen	± 3% v. E.
Fehler der Effektivwertanzeige bei verzerrter Meßspannung	< Klirrfaktor
Frequenzbereich	10 kHz ... 250 MHz
Frequenzgang der Anzeige bei 150/200/250 MHz	+ 4/6/10%
Eingang	unsymmetrisch (ein Pol an Masse)
Eingangswiderstand	
bei 100 kHz	rund 900 kΩ II 5,3 pF
bei 1 MHz	rund 800 kΩ II 5,3 pF
bei 10 MHz	rund 400 kΩ II 5,3 pF
bei 100 MHz	rund 40 kΩ II 5,3 pF
bei 250 MHz	rund 6 kΩ II 5,3 pF
Gleichzeitig zulässige Gleichspannung	300 V
Zulässige HF-Spannung über 30 MHz im Dauerbetrieb	100 Veff

2.4 URI-HF-Tastkopf-Vorsteckteiler BN 10502

(Erweitert den Meßbereich des URI-Hochfrequenz-Tastkopfs)

Teilungsfaktor	10 : 1
Teilungsfehler	2%
Frequenzbereich	0,1 ... 200 MHz
Eingangskapazität	rund 2,5 pF
Eingangswirkwiderstand	das rd. 80fache der Werte des URI-Hochfrequenz-Tastkopfs
Maximal zulässige Eingangsspanung bei 0,1 ... 200 MHz	4,5 kV Spitzenwert; im Bereich 30 ... 200 MHz darf der Effektivwert bei Dauerbetrieb jedoch nicht über 1 kV liegen.

3 Anwendung

Das Spannungs-Strom-Widerstands-Meßgerät Type URI bietet in seiner Bauweise als Mehrkanalmeßgerät die Möglichkeit, mehrere Meßgrößen, zum Beispiel Gleichspannung, Gleichstrom, Wechselspannung und Wechselstrom, gleichzeitig anzuschließen und zur Messung mit einem einzigen Meßkanal-Schalter von der einen auf die andere Größe überzugehen. Jeder der voneinander elektrisch vollkommen getrennten Kanäle hat einen eigenen Eingang und einen eigenen Meßbereich-Schalter. Die Umschaltung auf die richtige Polung bei Gleichspannung oder Gleichstrom (zur Erzielung des positiven Zeigerausschlages) ermöglicht der Meßkanal-Schalter.

Durch diese Eigenschaften sowie durch die umfangreichen Meßbereiche des URI wird der Ton- und Hochfrequenztechniker von weiteren Instrumenten für Spannungs-, Strom- und Widerstandsmessungen unabhängig. Außerdem läßt sich eine Meßschaltung einfacher und übersichtlicher gestalten; denn man kann zum Beispiel, wenn an einem Widerstand der Gleich- und Wechselspannungsabfall zu messen ist, die Meßkanäle für V – und V ~ parallel schalten oder, wenn der in einem Kreis fließende Gleich- und Wechselstrom interessiert, die Meßkanäle A – und A ~ in Reihe schalten.

Weitere Eigenschaften, durch die das Gerät URI aus der Reihe ähnlicher Vielfach-Meßgeräte hervorgehoben wird, sind zum Beispiel die, daß Gleich- wie Wechselspannungen auch symmetrisch gemessen werden können und daß Gleich- wie Wechselströme sowohl an einem geerdeten als auch an einem auf Spannung liegenden Punkt meßbar sind. Kurz zusammengefaßt mißt das Gerät mit Zubehörteilen folgende Größen:

Gleichspannungen

geerdet, nicht geerdet oder symmetrisch . . . . . 0,02 . . . 300 V

Gleichspannungen

Plus- oder Minuspol geerdet . . . bis 30 kV

Wechselspannungen

geerdet, nicht geerdet oder symmetrisch . . . . . 0,1 . . . 300 V
30 Hz . . . 20 MHz

Wechselspannungen	
ein Pol geerdet	bis 1000 V 40 . . . 100 Hz
Wechselspannungen	
ein Pol geerdet	
10 kHz . . . 250 MHz	0,1 . . . 300 V
0,1 . . . 200 MHz	bis 4500 V Spitzenwert
30 . . . 200 MHz	bis 1000 V Effektivwert
Gleichströme	
an geerdeter oder nicht geerdeter Meßstelle	0,002 µA . . . 1 A
Wechselströme	
an geerdeter oder nicht geerdeter Meßstelle	100 µA . . . 1 A 30 Hz . . . 2 MHz
Spannungspegel	– 20 . . . + 52 db
nicht geerdet oder symmetrisch . .	30 Hz . . . 20 MHz
geerdet	30 Hz . . . 250 MHz
Widerstandsmessungen	
mit Gleichstrom	10 Ω . . . 1000 MΩ

Die hohe Empfindlichkeit bei Gleichstrom ermöglicht z. B. mit Hilfe einer äußeren Meßspannung die Messung von Widerständen bis 500 000 MΩ. Durch die hohe Wechselstromempfindlichkeit des URI ist man in der Lage, mit Hilfe eines Generators mit nur 0,1 W Ausgangsleistung Scheinwiderstände zwischen 1 Ω und 1 MΩ zu ermitteln. Ebenso einfach können Kapazitäten zwischen 3000 pF und 3000 µF oder Induktivitäten zwischen 3 mH und 3000 H bei 50 Hz gemessen werden. Verwendet man eine höhere Meßfrequenz, so lassen sich diese Bereiche nach kleineren Werten hin entsprechend erweitern.

Eine Überlastungsgefahr für einzelne Meßbereiche besteht praktisch nicht; denn die Überlastungsgrenze liegt besonders für die empfindlichsten Bereiche außergewöhnlich hoch. Es können z. B. die 1-V-Bereiche und der 1-µA-Gleichstrombereich 300fach, der 1-mA-Wechselstrombereich 22fach dauernd überlastet werden. Eine Überlastung, die dem Anzeigeinstrument schaden könnte, ist überhaupt unmöglich.

Die Beschriftung der Meßbereich-Schalter und des Anzeigeinstruments kennzeichnet eindeutig die Zusammengehörigkeit der Meßbereiche und Skalen, so daß gegen Fehlmessungen die bestmögliche Sicherheit vorhanden ist.

4 Arbeitsweise und Aufbau (Siehe Bilder 2, 3 und 4)

Das Gerät läßt sich in verschiedene Schaltungsgruppen und Meßkanäle gliedern, deren Aufbau, Arbeitsweise und Zusammenwirken in den folgenden Abschnitten beschrieben ist.

4.1 Gleichstromverstärker

Zur hochohmigen Trennung des niederohmigen Anzeigeinstruments von dem jeweils eingeschalteten Meßkanal dient ein Gleichstromverstärker in Brückenschaltung, bestehend aus einer Doppeltriode ECC 40 und den Kathodenwiderständen der beiden Triodensysteme. Im Diagonalzweig der Brücke liegen das Anzeigeinstrument, ein mit dem Meßkanal-Schalter gekuppelter Polwender und je nach dem eingeschaltenen Meßkanal eine Reihe von Vorwiderständen mit Meßbereich-Schalter. Die Brücke ist so bemessen, daß die Anzeige von Netzspannungsschwankungen, Röhrenalterung und Röhrenwechsel weitgehend unabhängig ist. Im empfindlichsten Spannungsbereich beispielsweise ändert sich die Anzeige bei ± 10% Netzspannungsänderung nur um rund ± 1% vom Endwert. In den übrigen Bereichen ist die Netzspannungsabhängigkeit noch geringer. Die Brückenschaltung hat trotz ihrer hohen Empfindlichkeit auch die Eigenschaft, praktisch vollkommen überlastsicher zu sein. Legt man zum Beispiel bei eingeschaltetem 1-V-Meßbereich 300 V an, so wird das Anzeigeinstrument nur mit dem etwa 6fachen Nennstrom belastet, obwohl es in der Lage ist, den 10fachen Strom auszuhalten.

Die einzelnen Meßeingänge, die über den Meßkanal-Schalter wahlweise an den Gleichstromverstärker geschaltet werden, stellen voneinander getrennte Einheiten dar. Durch diese Unabhängigkeit der Meßkanäle können an das URI sechs verschiedene Meßkreise gleichzeitig angeschlossen werden. Dabei wird weder eine gegenseitige Beeinflussung der inneren Schaltungseinheiten noch eine gegenseitige Störung der äußeren Meßkreise verursacht. Der Gleichstromverstärker sowie die Sekundärseite des Stromversorgungsteils sind von Erde sehr gut isoliert; auch ihre Kapazität gegen Erde ist sehr gering. Hierdurch wird die Voraussetzung geschaffen, daß man auch an nicht geerdeten oder an symmetrischen Spannungsquellen einwandfrei messen kann.

4.2 **Meßkanal V—** (für Gleichspannung)

Im Kanal V— über Buchsenpaar 3—2 oder 3—1 erfolgt die Bereichumschaltung einerseits durch Teilung der Eingangsspannung, andererseits durch Ändern der Spannungsempfindlichkeit des Gleichstromverstärkers. Vor dessen Eingang ist ein RC-Siebglied angeordnet, das eine Wechselspannung, die der zu messenden Gleichspannung überlagert ist, unterdrückt. Hinzu kommt die Kompensation durch die Symmetrie der Brückenschaltung, so daß die Wechselspannung am Eingang des RC-Gliedes ohne eine Beeinflussung der Gleichspannungsanzeige auch bei 50 Hz etwa 5mal größer sein darf als die Meßspannung. Der Meßkanal V— hat zwei Eingänge: Der eine mit 10 MΩ Eingangswiderstand, Buchsenpaar 3—2, gestattet die Messung von Spannungen zwischen 0,02 und 300 V. Am 100-MΩ-Eingang, Buchsenpaar 3—1, können Spannungen bis 1000 V gemessen werden.

Die Isolationswiderstände zwischen Gehäuse (Erde) und Buchsen sind so groß, daß die Schaltungspunkte, zwischen denen die zu messende Spannung auftritt, gegen Erde über große Widerstände hochliegen oder gegen Erde eine Spannung bis zu den im Absatz 1.11 angegebenen Grenzwerten führen können. Zwischen Gehäuse und Buchse 3 beträgt der Isolationswiderstand mindestens 1000 MΩ, zwischen Gehäuse und Buchse 1 sowie Buchse 2 mehr als 100 000 MΩ (gemessen nach Abtrennung der inneren Meßwiderstände).

4.21 **Meßkanal V— mit URI-Gleichspannungstaster BN 10504**

Zur Messung von Gleichspannungen direkt an Elektroden von Röhren oder an den „heißen" Enden von Schwingkreisen kann dem 10-MΩ- oder dem 100-MΩ-Eingang der URI-Gleichspannungstaster vorgeschaltet werden. Die kapazitive Belastung der Spannungsquelle beträgt dabei nur etwa 1 pF. Durch den Widerstand (500 kΩ) im Taster entsteht eine geringfügige Fälschung der Anzeige. Sie beträgt –5% für den 10-MΩ-Eingang, jedoch nur –0,5% für den 100-MΩ-Eingang.

4.22 **Meßkanal V— mit URI-30-kV-Gleichspannungstaster BN 10503**

Zur Messung positiver oder negativer Gleichspannungen bis zu 30 kV gegen Erde wird der URI-30-kV-Gleichspannungstaster dem 10-MΩ-Eingang vor-

geschaltet. Von den drei aus dem Tastergriff herausgeführten Adern verbindet eine den Tasterwiderstand (990 MΩ) mit der Buchse 2, die anderen zwei sind im Taster verbunden und bilden die Verbindung der Buchse 3 und dem erdseitigen Pol der Spannungsquelle. Die Fehlergrenzen sind unter 2.2 angegeben.

4.3 **Meßkanal A—** (für Gleichstrom)

Im Kanal A—, Buchsenpaar 4—5, ist für die Gleichstromanzeige der Spannungsabfall maßgebend, der an dem umschaltbaren Nebenschlußwiderstand auftritt. In jedem der 12 Strommeßbereiche beträgt der Spannungsverbrauch 1 V bei Vollausschlag. Im übrigen ist die Schaltung identisch mit der des Kanals V— im 1-V-Bereich. Bei der Messung eines Gleichstromes darf zwischen Meßstelle und Erde eine Gleich- oder Wechselspannung bis zu den im Abschnitt 1.2 angegebenen Grenzwerten bestehen. Über die zulässige Wechselstromüberlagerung siehe unter 5.42.

4.4 **Meßkanal Ω—** (für Widerstände)

Im Kanal Ω—, Buchsenpaar 6—7, erfolgt die Messung des Gleichstromwiderstandes von Widerständen nach dem Prinzip der Spannungsteilung durch Messung der Teilspannung bei bekannter Oberspannung und bekanntem Innenwiderstand der Stromquelle. Die sechs Meßbereiche 0 . . . 1000 Ω/10 kΩ/100 kΩ/1000 kΩ/10 MΩ/1000 MΩ werden durch Umschalten auf sechs verschiedene Innenwiderstände erreicht. Die Innenwiderstände betragen 100 Ω, 1 kΩ, 10 kΩ, 100 kΩ, 1 MΩ und 100 MΩ, die Oberspannungen 1 V für die Meßbereiche bis 10 MΩ und 30 V für den höchsten Bereich. Die übrige Schaltung des Kanals Ω— entspricht bei 1 V Oberspannung dem 1-V-Bereich, bei 30 V Oberspannung dem 30-V-Bereich des Kanals V—. Die von 0 . . . 30 geteilte Skala VII mit dem Nacheichstrich ∞ bei Vollausschlag gilt gemeinsam für alle sechs Meßbereiche. Es ist für die Ermittlung des Meßwertes nur der abgelesene Skalenwert mit dem am Bereichschalter angegebenen Faktor 100, 1 k, 10 k, 100 k, 1 M bzw. 100 M zu multiplizieren. Zwischen Erde und den Anschlüssen des zu messenden Widerstandes darf eine Spannung bis zu den im Absatz 1.3 angegebenen Grenzwerten auftreten.

4.5 **Meßkanal V ~** (für Wechselspannung)

Der Kanal V ~ hat zwei Eingänge: Der eine über das Buchsenpaar 12—11 ist symmetrisch und mißt Spannungen von 0,1 ... 300 V bei 30 Hz ... 20 MHz; der andere über das Buchsenpaar 12—10 ist unsymmetrisch; er eignet sich nur zur Messung einpolig geerdeter Spannungen von 300 ... 1000 V bei 40 ... 100 Hz und hat einen Eingangswiderstand von 40 MΩ. Er ist mit einem Zweiweg-Spitzengleichrichter ausgerüstet, dessen Gleichstromausgänge vom Gleichstromverstärker durch große Widerstände abgetrennt sind.

Im Gegensatz zum üblichen Einweg-Spitzengleichrichter mißt dieser Zweiweg-Spitzengleichrichter die Wechselspannung von der positiven bis zur negativen Spitze. Dabei findet eine Summenbildung der durch die zwei Halbwellen erzeugten Richtspannungen statt, so daß beim Mesesn einer verzerrten Spannung mit nicht spiegelbildlichen Halbwellen der Unterschied zwischen dem wirklichen Effektivwert und dem angezeigten Wert wesentlich geringer ist als bei einem Einweg-Spitzengleichrichter. Ein weiterer Vorzug dieser Art der Gleichrichtung ist der, daß bei der Messung von Impulsspannungen, wie zum Beispiel in der Fernsehtechnik üblich, von der negativen zur positiven Spitze unabhängig von der Kurvenform bewertet wird.

Als Gleichrichterröhre dient eine Duodiode EB 41. Grundsätzlich entspricht die Schaltung einem symmetrischen Delon-Gleichrichter, dessen Eingang sowohl gleich- wie wechselstrommäßig vom Gehäuse (Erde) gut entkoppelt ist. Hiermit ist es möglich, auch an verhältnismäßig hochohmigen Kreisen symmetrische Spannungsmessungen auszuführen. Dabei ist die Anzeige praktisch unempfindlich für Wechselspannungen, die gleichzeitig an den beiden Eingangsbuchsen 12 und 11 gegen Gehäuse (Erde) auftreten. Dies ist zum Beispiel von Bedeutung, wenn bei der Messung symmetrischer Spannungen auch Störspannungen gegen Erde vorhanden sind, die keinen Einfluß auf die Anzeige haben dürfen. So kann beispielsweise bei 50 Hz, ohne nennenswerte Änderung der Anzeige, eine gegen Erde liegende Spannung etwa 300mal größer sein als die Meßspannung. Bei höheren Frequenzen ist der Einfluß noch geringer.

Die Ladekondensatoren und Arbeitswiderstände im Gleichrichter sind so groß bemessen, daß die Anzeige bei tiefen Impulsfolgefrequenzen und kurzen Impulsen von der Anzeige bei sinusförmigen Spannungen nur wenig

abweicht. Für eine Spannungsquelle beispielsweise mit 100 Ω Innenwiderstand, einer Impulsfolgefrequenz von 50 Hz und rechteckigen Impulsen von 20 Mikrosekunden Dauer beträgt der Anzeigeunterschied weniger als 2%.

Das Anzeigeinstrument ist in Effektivwerten geeicht. Im 1-V-Bereich wird auf der Skala IV mit Teilung 0...10 und hochgelegtem elektrischen Nullpunkt abgelesen, in den Bereichen 3 V bis 1000 V an den Skalen I (mit Teilung 0...3) und II (mit Teilung 0...10). Durch das Nullstellungsverfahren wird erreicht, daß vom 3-V-Bereich ab eine nahezu vollkommene Deckung mit den linearen Skalen im ausgenützten Bereich auftritt.

Für die Ablesung des Spannungspegels in Dezibel sind die Skalen V (mit Teilung –20...+2) und VI (mit Teilung 0...+12) bestimmt. Für Pegel zwischen –20 und +2 db erfolgt die Ablesung an der Skala V unmittelbar. In den übrigen Bereichen von 0...52 db wird an der Skala VI abgelesen und dabei je nach Bereich zu dem abgelesenen Skalenwert der am Bereichschalter V ~ angegebene Pegel 0, 10, 20, 30 bzw. 40 db dazugezählt. Die db-Eichung bezieht sich auf 0 db = 0,775 V, entsprechend 1 mW an 600 Ω.

4.51 Meßkanal V ~ mit URI-Hochfrequenz-Tastkopf BN 10501

Im Kanal V ~ mit URI-Hochfrequenz-Tastkopf erfolgt die Aussteuerung des Gleichstromverstärkers mit der Richtspannung, die von dem im Tastkopf eingebauten Einweg-Spitzengleichrichter erzeugt wird. Im übrigen stimmt die Schaltung weitgehend mit der des Kanals V ~ mit Buchseneingang überein. Zur Kompensation des Anlaufstroms der Gleichrichter-Diode VR 92 bzw. zur Einstellung des elektrischen Nullpunkts ist jedoch eine eigene Regeleinrichtung vorgesehen.

In Verbindung mit dem URI-Gerät gestattet der URI-Hochfrequenz-Tastkopf die Messung einpolig geerdeter Spannungen von 0,1...300 V im Gebiet von 10 kHz...250 MHz. Die Fehlergrenzen der Anzeige betragen ± 5% vom Endwert, wobei jedoch über 100 MHz der durch den Frequenzgang verursachte Anzeigefehler berücksichtigt werden muß. Er beträgt + 4% bei 150 MHz, + 6% bei 200 MHz und + 10% bei 250 MHz. Als Spannungsindikator ist der Tastkopf bis etwa 1000 MHz verwendbar, da erst dort (oberhalb der bei etwa 600 MHz liegenden Eigenresonanz) die Empfindlichkeit wieder auf den Wert für tiefe Frequenzen abgesunken ist. Die Ein-

gangskapazität des Tastkopfs ist auf 5,3 pF abgeglichen. Dieser Kapazitätswert ist bei allen URI-Hochfrequenz-Tastköpfen BN 10501 gleich groß. Damit wird erreicht, daß man durch Aufstecken des URI-HF-Tastkopf-Vorsteckteilers BN 10502 auf den Tastkopf bei jedem Exemplar immer das Spannungsverhältnis 10 : 1 erhält.

Beim Messen mit dem Tastkopf wird an denselben Skalen abgelesen wie bei der V ~-Messung an den Buchsen; also im 1-V-Bereich auf der Skala VI mit Teilung 0 . . . 10, in den Bereichen 3 V, 30 V und 300 V auf der Skala I mit Teilung 0 . . . 3 und in den Bereichen 10 V und 100 V auf der Skala II mit Teilung 0 . . . 10. Das Anzeigeinstrument ist auch für diese Bereiche in Effektivwerten geeicht.

4.6 **Meßkanal A ~** (für Wechselstrom)

Im Meßkanal A ~, Buchsenpaar 8—9, sind vor dem Zweiweg-Spitzengleichrichter sieben mit dem Meßbereich-Schalter A ~ umschaltbare Nebenschlußwiderstände angeordnet. Im übrigen entspricht die Schaltung der des Kanals V ~ im 1-V-Bereich. Der Spannungsverbrauch beträgt also 1 V für Vollausschlag in jedem Bereich. Abgelesen wird der Strom je nach Bereich auf der Skala III mit Teilung 0 . . . 3 oder Skala IV mit Teilung 0 . . . 10. Der elektrische Nullpunkt beider Skalen liegt, wie für den 1-V-Wechselspannungsbereich, um etwa 10% der Skalenbogenlänge höher als der mechanische Nullpunkt.

Dank der hohen Scheinwiderstände, die die Buchsen gegen Erde aufweisen, sind Wechselstrommessungen sowohl an einer geerdeten als auch an einer nicht geerdeten Meßstelle ausführbar. Man muß dabei nur beachten, daß die an den Buchsen 8 und 9 gegen Gehäuse (Erde) auftretende Spannung die im Absatz 1.4 angegebenen Grenzwerte nicht überschreitet. Bezüglich Überlastbarkeit des Meßkanals siehe Absatz 5.62.

4.7 **Netzteil**

Der Netzteil des Gerätes ist für die Netzwechselspannungen 110 V, 125 V, 150 V und 220 V eingerichtet. Sekundärseitig enthält der Netzteil zwei Selen-Gleichrichter. Einer davon liefert über ein RC-Siebglied die Anodenspannung für den Gleichstromverstärker und die netzspannungsabhängige Kom-

pensationsspannung für den Zweiweg-Spitzengleichrichter sowie für den Einweg-Spitzengleichrichter im Tastkopf. Der zweite Gleichrichter mit nachgeschalteter Stabilisatorröhre STV 100/60 Z II liefert die Meßspannung für den Kanal Ω— und die Kompensationsspannung zur Einstellung des elektrischen Nullpunktes für die beiden Meßkanäle V ~ und für den Meßkanal A ~.

5 Bedienungsanleitung

5.1 Einstellung auf die gegebene Netzspannung

Ab Werk ist das Gerät für 220 V Netzspannung eingestellt. Falls das Gerät für den Betrieb an 110 V, 125 V oder 150 V umgeschaltet werden soll, muß man an den vier Ecken der Frontplatte die Schrauben lösen und das Gerät aus seinem Gehäuse herausziehen. An der rechten Seite des Gerätes werden dann auf dem Spannungswähler die zwei mit der gegebenen Netzspannung bezeichneten Sicherungshalter mit der Feinsicherung überbrückt. Hierauf wird das Gerät wieder ordnungsgemäß eingebaut und an das Netz angeschlossen.

5.12 Einstellung des mechanischen Nullpunktes am Instrument

Das Anzeigeinstrument ist stehend geeicht, es kann jedoch, wenn man einen geringfügigen zusätzlichen Anzeigefehler in Kauf nimmt, auch liegend betrieben werden. Bei ausgeschaltetem Gerät muß der Zeiger des Instruments in der gewünschten Gebrauchslage auf dem mechanischen Nullpunkt stehen; das ist der mit einer schwarzen Null gekennzeichnete Nullstrich der obersten Skala. Eine eventuell erforderliche Korrektur des mechanischen Nullpunktes erfolgt durch Drehen der unter der Instrumentskala befindlichen Schlitzschraube.

5.13 Erdung

Das Gehäuse des Gerätes muß unbedingt geerdet werden! Hierzu ist das Netzkabel des Gerätes mit einem Schutzkontakt-Stecker versehen. Das Kabel enthält außer den beiden Netzspannungsadern

einen Schutzleiter, der einerseits mit dem Gehäuse des Gerätes, andererseits mit dem Schutzkontakt des Steckers verbunden ist. Wenn der Stecker in eine Schuko-Steckdose eingesteckt wird, deren Schutzkontakt mit Erde bzw. dem Netz-Nulleiter verbunden ist, so ist das Gehäuse des Gerätes geerdet. Falls der Schutzkontakt nicht angeschlossen wird, muß das Gerät mit einer eigenen Leitung, die mit der oberhalb der Netzkabeleinführung eingebauten Massebuchse zu verbinden ist, geerdet werden.

5.14 Meßkanal-Schalter, Meßbereich-Schalter, Meßbereiche und zugehörige Skalen des Anzeigeinstrumentes, Eingänge

Der gewünschte Meßkanal und damit die Art der Messung (Messung von Spannung, Strom usw.) wird mit dem Meßkanal-Schalter (rechts oben) gewählt und der gewünschte Meßbereich mit dem betreffenden Meßbereich-Schalter (das sind die Schalter auf der unteren Hälfte der Frontplatte des Gerätes) eingeschaltet. Die insgesamt 7 Skalen des Anzeigeinstrumentes sind nicht mit Volt, Ampere, Milliampere usw. beschriftet, sondern von oben nach unten mit den römischen Zahlen I bis VII beziffert. Bei jedem Meßbereich-Schalter ist bei jeder Bereichstufe die für die Ablesung zu verwendende Skala durch die entsprechende römische Zahl angegeben. Die angegebenen Meßbereichstufen bedeuten, wie es auch bei gewöhnlichen Vielfachinstrumenten die Regel ist, den Zeigervollausschlag (Ausnahme bei Ω und db). Bei der Messung ist der abgelesene Zahlenwert nur mit einer Zehnerpotenz zu vervielfachen; man braucht also nicht „bewußt" zu rechnen, wie es bei Vielfachmeßgeräten mit „unrunden" Bereichsfaktoren meistens notwendig ist. Links in der Mitte der Frontplatte befindet sich außerdem der Tastkopf-Anschluß, der mit dem Meßbereich-Schalter ganz rechts (V ~) zusammenarbeitet.

5.15 Einschalten

Der Netzschalter des Gerätes ist mit dem Meßkanal-Schalter (rechts oben) kombiniert. Bringt man diesen von der Stellung „Aus" in eine andere Schaltstellung, so ist das Gerät eingeschaltet und in etwa zwei Minuten meßbereit. Die Glimmlampe in der linken oberen Ecke der Frontplatte brennt, wenn das Gerät eingeschaltet ist und an Spannung liegt.

5.2 Hauptabgleich

Mit dem Hauptabgleich wird die elektrische Nullstellung der Schaltungsgruppe „Anzeigeinstrument mit Gleichstromverstärker" vorgenommen. Sie ist die Vorbedingung für fehlerfreies Messen. Dies gilt für alle mit dem Gerät URI ausführbaren Meßarten. Bei verschiedenen Meßarten ist nach dem Hauptabgleich noch ein weiterer Abgleich auszuführen, der bei diesen Meßarten besonders beschrieben ist. Der Regelknopf für den Hauptabgleich ist der linke der 4 kleinen Drehknöpfe über dem Meßkanal-Schalter. Er ist mit einer fett gedruckten weißen Null bezeichnet und seine Beziehung zum Meßkanal-Schalter ist durch eine rote Linie angedeutet. Der Nullstrich auf der Skala, auf den beim Hauptabgleich eingestellt werden muß, ist durch eine fett gedruckte schwarze Null gekennzeichnet. Zum Hauptabgleich muß der Meßkanal-Schalter und damit das Instrument entweder auf den Meßkanal V— oder den Meßkanal A— geschaltet werden. (Die Polung des Instrumentes ist ohne Bedeutung.)

Bei **Hauptabgleich im Meßkanal V—** darf zwischen den Buchsen 1—3 und 2—3 keine Spannung liegen. Der Meßbereich-Schalter V— ist auf den Bereich 1 V zu schalten (deshalb rot gekennzeichnet). Hierauf wird mit dem Hauptabgleich-Regelknopf der Zeiger des Instrumentes auf den Hauptabgleich-Nullstrich gestellt.

Bei **Hauptabgleich im Meßkanal A—** müssen die Buchsen 4—5 stromlos sein. Die Stellung der Bereichschalter kann beliebig sein. Mit dem Hauptabgleich-Regelknopf wird der Zeiger des Instruments auf den Hauptabgleich-Nullstrich gestellt.

Wenn man sich während einer Messung von der richtigen Hauptabgleich-Nullstellung überzeugen will, ist es zweckmäßig, die Kontrolle immer auf demjenigen der beiden Meßkanäle V— oder A— vorzunehmen, der gerade nicht beschaltet ist. Mißt man zum Beispiel gerade eine Gleichspannung und ist der Meßkanal A— unbeschaltet, so schaltet man den Meßkanal-Schalter auf A— um und nimmt hier die Kontrolle vor. Die Spannungsquelle am Meßkanal V— darf angeschlossen bleiben. Umgekehrt verfährt man, wenn Meßkanal A— beschaltet und Meßkanal V— frei ist. Bei Hauptabgleich im Meßkanal V— darf man nur nicht vergessen, den Meßbereich-Schalter V— auf 1 Volt zu stellen.

5.3 Messung von Gleichspannungen

5.31 Nullpunkt-Einstellung

Sie erfolgt durch den Hauptabgleich (siehe Abschnitt 5.2).

5.32 Gleichspannungsmessung unmittelbar an den Buchsen

Es ist zu unterscheiden zwischen Meßspannungen, bei denen ein Pol an Erde liegt (geerdete Spannung) und solchen, bei denen beide Pole gegen Erde Spannung aufweisen (nicht geerdete Spannung). Die Spannung wird als positiv (negativ) bezeichnet, wenn ihr + Pol (–Pol) gegen Erde den höheren Spannungsbetrag aufweist. Im speziellen Fall einer symmetrischen Spannung weisen beide Pole gegen Erde das entgegengesetzt gleiche Potential auf.

Liegt eine geerdete Meßspannung vor, so soll die Buchse 3 mit dem erdseitigen Pol der Spannungsquelle verbunden werden. Die Einstellung auf die richtige Polung des Instrumentes erfolgt mit dem Meßkanal-Schalter (siehe Abschnitt 5.14).

Da der Isolationswiderstand zwischen Buchse 1 bzw. 2 und Erde wesentlich größer ist ($> 100\,000$ MΩ) als der zwischen Buchse 3 und Erde (> 1000 MΩ), gilt für das Messen einer nicht geerdeten Spannung die Regel, daß man die Buchse 3 zweckmäßigerweise immer mit demjenigen Pol der Spannungsquelle verbindet, der gegen Erde den kleineren Widerstand aufweist. Man wird also beispielsweise bei der Messung des Spannungsabfalls am Anodenwiderstand einer Röhre die Buchse 3 an den Pluspol der Spannungsquelle, die Buchse 2 bzw. 1 an die Röhrenanode legen. Ein beobachtbarer Einfluß auf die Anzeige tritt jedoch auch bei umgekehrter Polung nur dann auf, wenn die Spannungsquelle sehr hochohmig ist.

Die Beschriftung des Meßbereichschalters mit den Endwerten der einzelnen Meßbereiche gilt für den Eingang 2—3. Mißt man an den Buchsen 1—3, so sind die Spannungswerte jeweils mit 10 zu multiplizieren. Falls die zu messende Spannung nicht wesentlich unter 10 V liegt und ein möglichst großer Eingangswiderstand (100 MΩ) des Voltmeters gewünscht ist, wähle

man vorzugsweise den Eingang 1—3. Abgelesen wird auf der Skala I oder II, je nach Meßbereich. Der zu messenden Gleichspannung darf eine Wechselspannung bis zu dem im Absatz 1.11 bzw. 1.12 angegebenen Grenzwert überlagert sein. In diesem Absatz ist auch die Spannung angegeben, die zwischen Buchse 3 und Erde auftreten darf.

5.33 Messung mit dem URI-Gleichspannungstaster BN 10504

Zur Messung von Gleichspannungen an Wechselspannung führenden Meßstellen, bei denen die Wechselspannung nicht kapazitiv belastet werden darf (z. B. Röhrenelektroden, „heiße" Anschlüsse von Nieder- und Hochfrequenzschwingkreisen), schaltet man den URI-Gleichspannungstaster vor die Buchse 1 oder 2 und stellt die Verbindungen entsprechend den Anleitungen des vorstehenden Absatzes her. Die dort gemachten Angaben gelten sinngemäß. Der Taster darf beim Messen nur an seinem hinteren Ende gehalten werden, damit seine sehr niedrige Eingangskapazität (1 pF) nicht erhöht wird. Durch den Widerstand im Taster (500 kΩ) ergibt sich beim Messen über Buchse 2 ein Meßfehler von –5%, über Buchse 1 ein solcher von –0,5%. Dieser Fehler kann, falls erforderlich, durch entsprechenden Zuschlag auf den abgelesenen Wert eliminiert werden.

5.34 Messung mit dem URI-30-kV-Gleichspannungstaster BN 10503

Zur gefahrlosen und verlustarmen Messung von positiven oder negativen Gleichspannungen bis 30 kV gegen Erde verwendet man diesen Taster. Der zweipolige Stecker des Tasters wird unter Beachtung der angegebenen Polung in die Buchsen 2—3 gesteckt. (Mit Massezeichen bezeichneter Stecker in die entsprechend bezeichnete Buchse!) Der Einzelstecker mit dem Erdzeichen wird mit dem erdseitigen Pol der Spannungsquelle verbunden. Falls der erdseitige Pol nicht direkt an Erde liegt, so muß man beachten, daß die zwischen Buchse 3 und Erde auftretende Spannung den im Absatz 1.11 angegebenen Grenzwert nicht überschreitet. Schlägt das Instrument falsch aus, so pole man mit dem Meßkanal-Schalter um. Der Taster erweitert die Meßbereiche des Einganges 2—3 um das 100fache. Somit erhält man die Bereiche 0 . . . 100/300/1000/3000/10 000/30 000 V.

5.4 Messung von Gleichströmen

5.41 Nullpunkt-Einstellung

Sie erfolgt durch den Hauptabgleich (siehe Abschnitt 5.2).

5.42 Messung

Liegt eine geerdete Meßstelle vor, so verbindet man den erdseitigen Pol der Stromquelle mit Buchse 5, den anderen mit Buchse 4. Schlägt das Instrument falsch aus, so polt man mit dem Meßkanal-Schalter um. Beim Messen an einer nicht geerdeten Meßstelle kann bei Strömen über 1 mA an den Buchsen 4 und 5 beliebig angeschlossen werden. Bei geringeren Strömen kommt es darauf an, ob der von einem Generator abgegebene Strom interessiert — dann verbindet man Buchse 5 mit dem Verbraucher und Buchse 4 mit dem Generator — oder der von einem Verbraucher aufgenommene Strom; in diesem Fall verbindet man Buchse 5 mit dem Generator und Buchse 4 mit dem Verbraucher. Man wird also zum Beispiel beim Messen des Anodenstromes einer Röhre die Buchse 5 mit dem Pluspol der Stromquelle und die Buchse 4 mit der Anode oder dem Anodenwiderstand der Röhre verbinden.

Diese Vorschriften ergeben sich bei Berücksichtigung der in den Absätzen 4.2 und 5.32 gemachten Angaben über die unterschiedlichen Isolationswiderstände der Buchsen 4 und 5 sowie aus der Tatsache, daß in der Regel auch sogenannte nicht geerdete Meßstellen infolge ihres relativ geringen Isolationswiderstandes gegen Erde bei kleinen Meßströmen als geerdet aufzufassen sind. Bei Strommessungen an einer nicht geerdeten Stelle ist darauf zu achten, daß zwischen Buchse 4 und Gehäuse (Erde) und zwischen Buchse 5 und Gehäuse (Erde) nicht mehr als etwa 300 V auftreten.

Die Innenwiderstände der einzelnen Strommeßbereiche sowie deren dauernde Überlastbarkeit gehen aus der folgenden Tabelle hervor. Da die Überlastungsgrenze nur durch die thermische Belastbarkeit der Nebenwiderstände gegeben ist, sind kurzzeitig höhere Belastungen zugelassen.

Tabelle 1. Innenwiderstand und Überlastbarkeit des Kanals A—.

Bereich	0,1 µA	1 µA	10 µA	100 µA	300 µA	1 mA
Innenwiderstand	10 MΩ	1 MΩ	100 kΩ	10 kΩ	3,16 kΩ	1 kΩ
dauernd überlastbar	300-	300-	200-	80-	50-	40-fach

Bereich	3 mA	10 mA	30 mA	100 mA	300 mA	1000 mA
Innenwiderstand	3 16 Ω	100 Ω	31,6 Ω	10 Ω	3,16 Ω	1 Ω
dauernd überlastbar	20-	10-	7-	5-	3-	1,4-fach

Außer von dem zu messenden Gleichstrom darf der Kanal A— gleichzeitig auch von einem Wechselstrom durchflossen werden. In den Bereichen 0,1 µA bis 30 mA darf der Scheitelwert des überlagerten Wechselstromes etwa 5mal so groß sein wie der Gleichstrom. In den Bereichen 100, 300 und 1000 mA ist für die zulässige Wechselstromüberlagerung der aus Gleich- und Wechselstrom resultierende Effektivstrom und die in obiger Tabelle angegebene Überlastbarkeit maßgebend.

5.5 Messung von Widerständen

5.51 Einstellung des 0- und ∞-Punktes

Nachdem der unter 5.2 beschriebene Hauptabgleich ausgeführt ist, wird der Meßkanal-Schalter in die Stellung „Ω—" gebracht und der mit „∞" rot beschriftete Regelknopf gedreht, bis der Zeiger des Instruments auf dem Teilstrich ∞ (rot gekennzeichnet) steht. Dabei müssen die Buchsen 6 und 7 offen sein. Bei Verwendung des Meßbereichs Anzeige x 100 M empfiehlt es sich, die ∞-Einstellung in diesem Bereich zu überprüfen und sie

nötigenfalls nachzuregeln, da für diesen Bereich auf eine etwa 30mal höhere Meßspannung umgeschaltet wird und die Isolationswiderstände im Kanal Ω— je nach klimatischen Verhältnissen geringfügig beeinflußt werden können. Dann wird auch bei den höchsten meßbaren Widerständen die Genauigkeit nicht beeinträchtigt.

5.52 Meßvorgang

Der zu messende Widerstand wird an die Buchsen 6 und 7 angeschlossen. Dann wird der Meßbereich-Schalter Ω— auf den Bereich gebracht, bei dem die Skalenanzeige der Skalenmitte am nächsten liegt, da hier die höchste Meßgenauigkeit erreicht werden kann. Man liest auf der Skala VII den Ausschlag ab und multipliziert diesen mit dem am Meßbereich-Schalter angegebenen Faktor. In den einzelnen Schaltstellungen werden die in Tabelle 2 angegebenen Widerstände erfaßt.

Tabelle 2. Widerstandsmeßbereiche mit Angabe der max. Meßspannung, des max. Meßstromes und der max. Belastung des Meßobjekts.

Schaltstellung	Anzeige x100	x 1 k	x 10 k	x 100 k	x 1 M	x 100 M
Widerstandsbereich	10 . . . 1000 Ω	0,1 . . . 10 kΩ	1 . . . 100 kΩ	10...1000 kΩ	0,1 . . . 10 MΩ	10...1000 MΩ
Skalenmitte	100 Ω	1 kΩ	10 kΩ	100 kΩ	1 MΩ	100 MΩ
max. Meßspannung	1 V	1 V	1 V	1 V	1 V	32 V
max. Meßstrom	10 mA	1 mA	0,1 mA	10 µA	1 µA	0,32 µA
max. Belastung	2,5 mW	0,25 mW	0,025 mW	2,5 µW	0,25 µW	2,5 µW

Sollen geerdete Widerstände oder Isolationen gegen Erde gemessen werden, so verbinde man das erdseitige Ende des zu messenden Widerstandes mit Buchse 7. Die Polung der inneren Meßspannungsquelle ist an den Buch-

sen angegeben. An der Buchse 6 liegt der negative, an 7 der positive Pol. Dementsprechend ist ein Meßobjekt anzuschließen, wenn dessen Widerstand von der Polung abhängig ist (z. B. Gleichrichter) oder wenn diese aus anderen Gründen berücksichtigt werden muß.

Der Meßkanal Ω— ist erdfrei. Bei der Messung sehr hochohmiger und nicht geerdeter Widerstände sind jedoch die Isolationswiderstände zwischen Buchsen und Erde zu berücksichtigen. Zwischen Buchse 7 und Gehäuse (Erde) besteht ein Isolationswiderstand größer als 1000 MΩ, zwischen Buchse 6 und Gehäuse ein solcher von mehr als 100 000 MΩ. Außerdem muß man beachten, daß an dem zu messenden Widerstand keine Gleichspannung auftritt. An dem Widerstand darf jedoch eine Wechselspannung bis zum 5fachen Betrag der Meßspannung (siehe Tabelle 2) abfallen. Hierbei muß dann aber der Widerstand so angeschlossen werden, daß die Wechselspannung zwischen Buchse 7 und Erde auftritt.

5.53 Messung von Widerständen über 1000 MΩ

Widerstände über 1000 MΩ können mit Hilfe einer äußeren Gleichspannung durch Strom-Spannungsmessung ermittelt werden. Der Prüfling wird zwischen Spannungsquelle und Buchse 4 gelegt; der andere Pol der Spannungsquelle wird geerdet und mit Buchse 5 verbunden. Den gesuchten Widerstandswert R_x erhält man aus

$$R_x = \frac{U - U_i}{I}$$

Hier bedeutet U die angelegte Meßspannung, U_i den Spannungsabfall am Meßkanal A—, der direkt an der Skala II bei der Strommessung abgelesen werden kann (Vollausschlag = 1 V), und I den gemäß Abschnitt 5.4 gemessenen Strom. Der Spannungsabfall U_i muß natürlich nur bei Meßspannungen unter etwa 50 V berücksichtigt werden. Falls eine Meßspannung von 1000 V zulässig ist, sind Widerstände bis 500 000 MΩ meßbar.

5.6 Messung von Wechselströmen

5.61 Nullpunkt-Einstellung

Nachdem der Hauptabgleich, wie in Abschnitt 5.2 beschrieben, ausgeführt ist, muß die Wechselstrom-Wechselspannungs-Nullpunkteinstellung vorge-

nommen werden. Der Regelknopf für diese Nullpunkt-Einstellung ist der dritte von links der kleinen Drehknöpfe. Er ist mit einer rot gedruckten Null bezeichnet und seine Beziehung zum Meßkanal-Schalter ist durch eine rote Linie kenntlich gemacht. Der Nullstrich auf der Skala, auf den eingestellt werden muß, ist mit einer roten Null bezeichnet. Die Wechselstrom/Wechselspannung-Nullpunkteinstellung gilt sowohl für die Wechselstrom- wie für die Wechselspannungsmessung (ausgenommen die mit Hochfrequenz-Tastkopf). Der Meßkanal-Schalter muß hierzu, wie auch aus der Beschriftung der Frontplatte des Gerätes zu ersehen ist, entweder auf A ~ oder V ~ stehen.

Bei **Nullpunkt-Einstellung im Meßkanal A ~** müssen die Buchsen 8—9 stromlos sein. Die Stellung der Meßbereich-Schalter kann beliebig sein. Mit dem genannten Regelknopf ist der Zeiger des Instrumentes auf den rot bezeichneten Nullstrich zu stellen.

Bei **Nullpunkt-Einstellung im Meßkanal V ~** darf zwischen den Buchsen 10—12 und 11—12 keine Spannung liegen. Der Meßbereich-Schalter V ~ ist auf 1V zu schalten (deshalb rot gekennzeichnet). Mit dem Regelknopf ist der Zeiger des Instrumentes auf den rot bezeichneten Nullstrich zu stellen. Es empfiehlt sich, die Nullpunkt-Einstellung in dem Meßkanal vorzunehmen, der gerade nicht beschaltet ist. Bei der Nullpunkt-Einstellung im Meßkanal V ~ darf nur nicht vergessen werden, daß der Meßbereich-Schalter V ~ auf 1 V gestellt werden muß. Wenn eine der Buchsen des Meßkanals, in dem die Nullpunkt-Einstellung vorgenommen wird, geerdet ist, kommt die Kompensationsspannung am Diodengleichrichter durch innere Ladevorgänge verzögert zur Wirkung, so daß sich der Zeiger nicht sofort auf die der Reglerstellung entsprechende Lage einstellt.

5.62 Messung

Mit dem Meßkanal A ~ können nieder- und hochfrequente Wechselströme an einer geerdeten oder nicht geerdeten Meßstelle gemessen werden. Der Anschluß an den Buchsen 8—9 kann beliebig erfolgen. Der Frequenzbereich reicht für den Bereich 1 mA und 1000 mA von 30 Hz ... 600 kHz, für alle dazwischenliegenden Bereiche von 30 Hz ... 2 MHz. Die Einschränkung des Frequenzbereiches für die beiden Meßbereiche 1 mA und 1000 mA ist be-

dingt durch die im Kanal als Nebenschlußwiderstand wirkende Parallelkapazität bzw. durch die Induktivität des Nebenschlußwiderstandes (1 Ω).

Der Meßkanal A ~ kann außer von dem zu messenden Wechselstrom gleichzeitig auch von einem Gleichstrom durchflossen werden. Angezeigt wird nur die Wechselstromkomponente. Maßgebend für die Höhe des gleichzeitig zulässigen Gleichstroms sind der aus Wechsel- und Gleichstrom resultierende Effektivstrom und die in nachstehender Tabelle aufgeführten Überlastungsgrenzen.

Tabelle 3. Innenwiderstände und Überlastbarkeit des Kanals A ~.

Bereich	1	3	10	30	100	300	1000 mA
Innenwiderstand	1000	316	100	31,6	10	3,16	1 Ω
dauernd überlastbar	20-	12-	7-	4-	3-	1,8	1,7-fach

Mißt man einen Wechselstrom an einer nicht geerdeten Stelle, so muß man beachten, daß zwischen einer Buchse und Erde keine höhere Spannung auftritt als im Absatz 1.4 angegeben. Bei höheren Frequenzen muß berücksichtigt werden, daß über die Scheinwiderstände, die zwischen Buchsen und Gehäuse bestehen, Ströme fließen können und hierdurch eine Fälschung der Anzeige die Folge sein kann. Der hierdurch verursachte Meßfehler bleibt jedoch innerhalb der angegebenen Fehlergrenzen, wenn ein Pol an Gehäuse (Erde) gelegt wird. Abgelesen wird auf der beim jeweils eingeschalteten Meßbereich angegebenen Skala. (Hier bei Wechselstrom immer auf Skala III oder IV.)

Der Strom wird mit dem eingebauten Zweiweg-Spitzengleichrichter von der negativen zur positiven Spitze gemessen; geeicht ist das Instrument jedoch mit sinusförmigem Strom in Effektivwerten. Über die Fehler der Effektivwertanzeige bei verzerrtem Meßstrom siehe unter 1.4. Den angenäherten Wert des Spitzenstromes (von der negativen zur positiven Spitze gemessen) erhält man unabhängig von der Kurvenform durch Multiplikation des ange-

zeigten Wertes mit 2,8 ($= 2\sqrt{2}$). Interessiert in einem Stromkreis (z. B. im Anodenkreis einer Verstärkerröhre) der Gleich- und Wechselstrom, so kann man die Kanäle A— und A ~ auch in Reihe schalten, die Meßbereiche für A— und A ~ getrennt einstellen und durch Betätigen des Meßkanalschalters die beiden Komponenten nacheinander messen. Dabei wird weder die Gleichstromanzeige durch den Wechselstrom noch die Wechselstromanzeige durch den Gleichstrom beeinflußt. Beachtet werden muß jedoch die Belastbarkeit der beiden Kanäle.

5.7 Messung von Wechselspannungen an den Buchsen

5.71 Nullpunkt-Einstellung

Hier gilt das unter 5.61 bei der Wechselstrommessung Gesagte; also erst den Hauptabgleich, dann die Nullpunkt-Einstellung entweder im Meßkanal A ~ oder V ~ vornehmen.

5.72 Messung an den Buchsen 11—12

Über die Buchsen 11—12 sind sowohl geerdete als auch nicht geerdete bzw. symmetrische Wechselspannungen meßbar: Im Frequenzbereich 30 Hz ... 20 MHz von 0,1 ... 500 V Scheitelwert, im Bereich 5 ... 20 MHz von 0,1 ... 100 V Effektivwert. Der Anschluß kann beliebig erfolgen. Die Wirk- und Blindwiderstände zwischen jeder Buchse und Gehäuse (Erde) sind annähernd gleich groß. Die Eingangswiderstände bei den verschiedenen Frequenzen sowie die zulässige Gleich- und Wechselspannung an Buchse 11 und 12 gegen Gehäuse (Erde) sind unter 1.51 angegeben. Gemessen wird die Wechselspannung zwischen positiver und negativer Spitze; das Anzeigeinstrument ist jedoch mit sinusförmiger Spannung in Effektivwerten geeicht. Über Fehler der Effektivwertanzeige bei verzerrter Kurvenform siehe unter 1.51. Den angenäherten Spitzenwert der Spannung (zwischen positiver und negativer Spitze) erhält man unabhängig von der Kurvenform, wenn man den angezeigten Wert mit 2,8 ($= 2\sqrt{2}$) vervielfacht.

Auf folgende Erscheinung, die unter Umständen als Fehler gedeutet werden könnte, soll hingewiesen werden. Beim Übergang vom Bereich 1 V auf

die Bereiche 3 V und höher geht die Lage des Zeigers, sofern keine Spannung angelegt ist, schrittweise vom Nullpunkt der Skala IV zu dem der Skala I über. Hierdurch wird erreicht, daß in diesen Bereichen oberhalb des für Wechselspannungen nicht zugelassenen Skalenbogens eine exakte Deckung der Anzeige mit den linearen Skalen I und II eintritt. Der elektrische Nullpunkt für V ~ hat also auf den Skalen I und II keine näher gekennzeichnete Lage. Dementsprechend kann die Nullstellung auch nur im 1-V-Bereich bei V ~ oder, was elektrisch dasselbe ist, bei A ~, wie unter 5.61 beschrieben, vorgenommen werden.

Abgelesen wird wie bei den vorhergehend beschriebenen Meßarten unter Berücksichtigung des eingeschalteten Meßbereiches auf der durch den Meßbereich-Schalter angezeigten Skala des Instrumentes. Soll anstatt in Volt der Spannungspegel in Dezibel, bezogen auf 0 db = 0,775 V, entsprechend 1 mW an 600 Ω, abgelesen werden, so gelten die neben den Voltbereich-Zahlen stehenden Dezibel-Zahlen. Die jeweils neben der db-Bereichzahl stehende römische Zahl weist auf die Skala hin (hier entweder Skala V oder VI), auf der in dem betreffenden Bereich abgelesen werden muß. Der Dezibelwert der Bereichstufe und der angezeigte Dezibelwert müssen unter Berücksichtigung der Vorzeichen addiert werden.

Beispiele: Bereichstufe 0 db und Anzeige −8 db ergeben −8 db;

Bereichstufe 20 db und Anzeige 0 db ergeben 20 db;

Bereichstufe 10 db und Anzeige +1 db ergeben 11 db.

5.73 Messung an den Buchsen 10—12

Über die Buchsen 10—12 können nur einpolig geerdete Spannungen von 300 . . . 1000 V bei 40 . . . 100 Hz gemessen werden, wobei die Buchse 12 mit dem erdseitigen Pol der Spannungsquelle zu verbinden ist. Der Meßbereich-Schalter ist auf 1000 V zu schalten. Selbstverständlich können auch ungeerdete Spannungsquellen gemessen werden, wenn es zulässig ist, einen Pol zu erden. Diese Erdung muß dann zum Beispiel durch eine Verbindung zum Gehäuse des Gerätes vorgenommen werden.

5.74 Hinweis

Da die Kanäle V— und V~ elektrisch vollkommen getrennt sind, kann man sie parallel schalten. Dies ist vorteilhaft, wenn zum Beispiel an zwei Punkten eines Stromkreises die Gleich- und Wechselspannung gemessen werden soll. Mit dem Meßkanal-Schalter schaltet man das Instrument von dem einen auf den anderen Meßkanal um und liest nacheinander ab. Durch die Parallelschaltung der Meßkanäle wird weder die Gleichspannungsanzeige von der Wechselspannung noch die Wechselspannnungsanzeige von der Gleichspannung beeinflußt. Man muß jedoch beachten, daß die Wechselspannung das 5fache der Gleichspannung nicht überschreiten darf.

5.8 Wechselspannungsmessung mit URI-Hochfrequenz-Tastkopf BN 10501 und URI-HF-Tastkopf-Vorsteckteiler BN 10502

5.81 Anschließen des Tastkopfes

Zur Verbindung des Tastkopfes mit dem Gerät wird der fünfpolige Tuchel-Stecker des Tastkopfkabels in die hierfür (an der Frontplatte links Mitte) vorgesehene Steckdose gesteckt. Durch Eindrücken und Rechtsdrehen des Überwurfes wird der Renkverschluß zum Einrasten gebracht. Damit ist der Stecker gegen Abziehen gesichert. Nach einer Einlaufzeit von wenigen Minuten kann die Einstellung des elektrischen Nullpunktes vorgenommen werden.

5.82 Nullpunkt-Einstellung

Nachdem der Hauptabgleich, wie in Abschnitt 5.2 beschrieben, ausgeführt ist, schalte man den Meßkanal-Schalter auf die Stellung „V ~ Tastkopf" und den Meßbereich-Schalter V ~ auf den 1-V-Bereich (deshalb rot markiert). Mit dem rechten kleinen Regelknopf (siehe rote Bezugslinie) stellt man den Zeiger des Anzeigeinstrumentes auf den Nullstrich der Skala III. Selbstverständlich darf während dieser Nullpunkt-Einstellung am Tastkopf keine Spannung liegen. Über die Verschiebung des elektrischen Nullpunktes beim Übergang vom 1-V-Bereich auf die höheren Bereiche gilt das im Absatz 5.72 Gesagte.

5.83 Messen mit dem Hochfrequenz-Tastkopf

Mit dem Hochfrequenz-Tastkopf sind einpolig geerdete Wechselspannungen von 0,1 ... 300 V bei Frequenzen von 10 kHz ... 250 MHz meßbar. Über die Fehlergrenzen siehe unter 2.3. Der zugehörige Meßbereich-Schalter ist mit „V ~" bezeichnet; es ist derselbe Schalter wie für die Wechselspannungsmessung an den Buchsen 10, 11 und 12. Das in Abschnitt 5.72 über die Ablesung in Volt oder Dezibel Gesagte gilt sinngemäß.

Falls der Hochfrequenz-Tastkopf mit einer Meßstelle fest verbunden werden soll, steckt man auf seine Spitze eine der im Deckel des Gerätes untergebrachten Steckhülsen. Es sind zwei Arten von Steckhülsen vorhanden: eine zum Anlöten an einer Meßstelle, die andere, mit einem Häkchen versehene, zum Einhängen. Beim Aufstecken der Steckhülsen ist darauf zu achten, daß die kleine Feder in den Einschnitt der Tastkopfspitze einrastet. Zum Abziehen braucht man die Steckhülse nur etwas zu drehen, damit die kleine Feder wieder ausrastet.

In manchen Fällen, besonders bei überschlägigen Messungen, braucht man den zweiten Pol des Hochfrequenz-Tastkopfes, das heißt dessen Mantel, nicht mit dem erdseitigen Pol der Spannungsquelle zu verbinden. Die Rückleitung erfolgt hierbei über die Raumkapazität. Sicherer ist es jedoch, die erdseitige Verbindung mit einem kurzen Stück Draht herzustellen. Der Mantel des Hochfrequenz-Tastkopfes ist hierfür mit einer Rohrschelle mit Buchse versehen. Durch Drücken des Knopfes an der Schelle wird ein Loch frei, in das der Draht eingeführt werden kann.

Wie schon früher erwähnt, arbeitet der Hochfrequenz-Tastkopf als Einweg-Spitzengleichrichter, der die positive Halbwelle der zu messenden Spannung gleichrichtet. Das Instrument ist mit sinusförmiger Spannung in Effektivwerten geeicht. Erhält man bei der Messung einer Wechselspannung über den Hochfrequenz-Tastkopf ein anderes Ergebnis als bei der Messung über den Buchseneingang, so läßt dies den Schluß zu, daß ihr Kurvenverlauf in Bezug auf die Nullinie nicht symmetrisch ist. Es können auf Grund dieser Messungen sogar quantitative Aussagen über die Verzerrungen gemacht werden.

5.84 Messen mit Hochfrequenz-Tastkopf und HF-Tastkopf-Vorsteckteiler

Durch Aufstecken des HF-Tastkopf-Vorsteckteilers auf den Hochfrequenz-Tastkopf gelangt an den Tastkopf nur mehr ein Zehntel der Meßspannung. Die kleinste meßbare Spannung beträgt etwa 1 V; die höchste ist einerseits durch die Spannungsfestigkeit des Teilers, andererseits durch die Verluste in der Tastspitzenhalterung, die nicht vollkommen vermieden werden können, gegeben. Zulässig ist eine Spitzenspannung bis 4,5 kV im Frequenzbereich von 0,1 ... 200 MHz bzw. eine Effektivspannung von 1 kV im Frequenzbereich von 30 ... 200 MHz bei Dauerbetrieb.

Die Verbindung des Vorsteckteilers mit der Spannungsquelle erfolgt so wie im Abschnitt 5.83 für den Hochfrequenz-Tastkopf beschrieben. Das abgelesene Meßergebnis ist mit 10 zu multiplizieren. Mit dem Vorsteckteiler zu messen empfiehlt sich oberhalb 100 kHz schon bei Spannungen von einigen Volt an aufwärts, da mit Vorsteckteiler die Eingangskapazität kleiner und der Eingangswiderstand wesentlich größer ist.

6 Röhrenwechsel

Beim Auswechseln der Röhren ist zu beachten, daß diese gewisse Mindestforderungen einhalten müssen und daß zur Erhaltung der vollen Meßgenauigkeit gegebenenfalls Nachstellungen erforderlich sind.

6.1 Gleichstromverstärkerröhre ECC 40 (Rö 1)

Nach dem Auswechseln dieser Röhre kann sich eine größere Netzspannungsabhängigkeit des elektrischen Nullpunktes ergeben. Es empfiehlt sich daher, bei Einschaltung des Meßkanals A—, zu prüfen, wie groß die Änderung der Nullpunktlage bei ± 10% Netzspannungsänderung ist. Der Nullpunkt darf sich sowohl bei rascher Netzspannungsänderung (Anodenspannungseinfluß) als auch bei langsamer Netzspannungsänderung (Heizspannungseinfluß) nicht mehr als um etwa ± 2% (vom Vollausschlag) verändern. Falls der Netzspannungseinfluß größer ist, so muß man die beiden Regler R 8 und R 9 abwechslungsweise nachregeln, bis obige Forderung erfüllt ist.

Einzelne Röhren haben einen unzulässig großen Gitterstrom. Dies ist dadurch zu erkennen, daß bei Einschaltung des Kanals A— und Umschaltung des Meßbereich-Schalters von der Stellung 0,1 nach der Stellung 1 µA eine nennenswerte Änderung des Nullpunktes auftritt; zugelassen sind maximal 2% vom Endwert; Röhren, bei denen dieser Wert überschritten wird, sind nicht geeignet. Bei dieser Prüfung darf keinesfalls Sonnenlicht unmittelbar auf die Röhre ECC 40 fallen, da hierdurch eine zusätzliche Emission verursacht würde. Außerdem kann sich durch das Auswechseln dieser Röhre im Gleichspannungsmeßbereich 1 V bzw. in den Gleichstrommeßbereichen eine Änderung der Eichung von einigen Prozent ergeben. Es empfiehlt sich daher, im 1-V-Gleichspannungsbereich eine genau bekannte Gleichspannung (1 V) anzulegen und die Eichung nachzuprüfen. Unstimmigkeiten in der Eichung lassen sich durch Nachstellen des Reglers R 16 berichtigen. Der Regler ist bei geöffnetem Gerät von oben zugänglich. Eine Überprüfung der Eichung empfiehlt sich auch nach einer längeren Betriebszeit. Die durch Röhrenalterung bedingten Fehler liegen in der Regel unter einigen Prozent. In den höheren Spannungsbereichen tritt der Fehler entsprechend weniger in Erscheinung.

6.2 Doppeldiode EB 41 (Rö 2)

Bei den vorliegenden Betriebsverhältnissen wird ein Austausch dieser Röhre nur nach sehr langer Betriebszeit in Frage kommen. Ein Kriterium für eine einwandfreie Röhre ist, daß sich die Wechselstrom/Wechselspannungs-Nullpunkteinstellung ausführen läßt.

Bei Austausch der Röhre kann eine geringfügige Änderung der Anzeige im 1-V-Wechselspannungsbereich und in den Wechselstrom-Bereichen eintreten. Falls eine Nachprüfung erwünscht ist, wird eine genau bekannte Spannung mit guter Kurvenform ($k < 1\%$) und einer Frequenz von 50 Hz, oder besser etwa 1 kHz, an die V ~-Buchsen gelegt und der 1-V-Bereich eingeschaltet. Liegt eine nennenswerte Anzeigedifferenz vor, so kann diese durch Veränderung des abgreifbaren Widerstandes R 97 ausgeglichen werden. Dabei ist der Widerstand zu vergrößern, wenn die Anzeige zu klein ist und umgekehrt. Die an der Röhre normalerweise liegende Heizspan-

nung beträgt etwa 5 V. Während der Lebensdauer der Röhre ändert sich an diesen Verhältnissen nichts, so daß sich eine Nachprüfung während dieser Zeit erübrigt.

6.3 Diode VR 92 (Rö 201) im Hochfrequenz-Tastkopf

Die Lebensdauer dieser Röhre ist so hoch, daß eine Auswechslung normalerweise nicht erforderlich sein wird. Da die Röhre unmittelbar in die Schaltung eingelötet ist, ist die Auswechslung mit gewissen Schwierigkeiten verbunden.

Der Taster läßt sich nach Lösen der beiden Befestigungsschrauben und Abziehen der Plexiglashülle öffnen. Die neue Röhre wird in möglichst gleicher Weise wie die vorherige eingesetzt. Die kleine Blechfahne, die an der Anode angelötet ist, dient zum Angleich der Eingangskapazität an den Nennwert. Hierdurch wird erreicht, daß der Teilungsfaktor mit jedem beliebigen HF-Tastkopf-Vorsteckteiler genau 10 : 1 beträgt.

Beim Einsetzen einer neuen Röhre wird sich zwangsläufig eine andere Kapazität ergeben. Soll die Teilung mit einem Vorsteckteiler richtig bleiben, so muß die Eingangskapazität auf genau 5,3 pF abgeglichen werden. Über die normalen Daten hinausgehende Anforderungen werden an die Röhre nicht gestellt. Im 1-V-Bereich können sich beim Auswechseln geringfügige Änderungen der Anzeige ergeben. Zur Nachprüfung muß eine exakt sinusförmige Spannung von 10 kHz oder mehr von bekannter Größe im 1-V-Bereich an den Taster angelegt werden. Ergeben sich hierbei Abweichungen, so ist der Widerstand R 98 wie oben beschrieben zu verändern. Wegen der Schwierigkeiten der Auswechslung und der Nachprüfung empfehlen wir, das Gerät nach Möglichkeit an ROHDE & SCHWARZ einzusenden.

6.4 Stabilisator STV 100/60 Z II (Rö 3)

Dieser Stabilisator kann ohne weiteres gegen ein einwandfreies Exemplar der gleichen Type ausgetauscht werden.

7 Schaltteilliste

(Kennzeichen nach Stromlauf Bild 4)

Kenn-zeichen	Benennung	Wert	R&S-Sach-Nr.
C 1	MP-Rundkondensator	8 µF/250 V	CMR 8/250
C 2	MP-Rundkondensator	2 µF/250 V	CMR 2/250
C 3	MP-Rundkondensator	2 µF/250 V	CMR 2/250
C 4	MP-Rundkondensator	2 µF/500 V	CMR 2/500
C 5	Kf-Kondensator	25 000 pF/250 V	CKS 25 000/250
C 6	Papier-Rollkondensator	100 000 pF/250 V	CRF 100 000/250
C 7	Kf-Kondensator	5000 pF/250 V	CKS 5000/250
C 8	Papier-Rollkondensator	100 000 pF/250 V	CRF 100 000/250
C 9	Kf-Kondensator	10 000 pF/500 V	CKS 10 000/500
C 10	Kf-Kondensator	5000 pF/500 V	CKS 5000/500
C 11	Kf-Kondensator	10 000 pF/250 V	CKS 10 000/250
C 12	MP-Rundkondensator	1 µF/160 V	CMR 1/160
C 13	Kf-Kondensator	25 000 pF/500 V	CKS 25 000/1/500/12
C 14	Kf-Kondensator	25 000 pF/500 V	CKS 25 000/1/500/12
C 15	Kf-Kondensator	25 000 pF/500 V	CKS 25 000/1/500/12
C 16	Kf-Kondensator	5300 pF/250 V	CKS 5300/250
C 17	Kf-Kondensator	5000 pF/500 V	CKS 5000/500
C 19	Kf-Kondensator	5000 pF/500 V	CKS 5000/500
C 20	Kf-Kondensator	5000 pF/500 V	CKS 5000/500
C 22	Kf-Kondensator	100 pF/500 V	CK 100/500
C 23	Kf-Kondensator	100 pF/500 V	CK 100/500
C 201	Rohrkondensator	2200 pF	10501 – 9.2
C 202	Klatschkondensator	500 pF	10501 – 20
C 203	Trimmer	5,2 pF	10501
C 301	Tauchkondensator	1,5 pF	10502
C 302	Rohrkondensator	6 pF	10502

Kenn-zeichen	Benennung	Wert	R&S-Sach-Nr.
Gl 1	Gleichrichter	250 V/60 mA	GNB 250/60 M
Gl 2	Gleichrichter	220 V/30 mA	GNE 220/30 M
I 1	Drehspulstrommesser	50 µA	IPV 311/50 µA
K 1	Anschlußkabel		LK 303
K 201	Gummischlauchleitung		LK/GCHT 3 x 1 x 0,5
K 401	Gummi-Zwillingslitze		2 x 0,75
K 402	Gummi-Zwillingslitze		2 x 0,75
R 1	Drahtwiderstand	4 kΩ/6 W	WD 4 k/6
R 2	Schichtwiderstand	25 kΩ/0,5 W	WF 25 k/0,5
R 3	Schichtwiderstand	50 kΩ/0,5 W	WF 50 k/0,5
R 4	Schichtwiderstand	50 kΩ/0,5 W	WF 50 k/0,5
R 5	Schichtwiderstand	5 kΩ/0,5 W	WF 5 k/0,5
R 6	Schichtwiderstand	5 kΩ/0,5 W	WF 5 k/0,5
R 7	Schichtwiderstand	80 kΩ/0,5 W	WF 80 k/0,5
R 8	Schicht-Drehwiderstand	1 kΩ lin.	WS 9122 F/1 k
R 9	Schicht-Drehwiderstand	5 kΩ lin.	WS 9126/5 k
R 10	Schichtwiderstand	200 kΩ/0,5 W	WF 200 k/0,5
R 11	Schichtwiderstand	60 Ω/0,5 W	WF 60/0,5
R 12	Schichtwiderstand	3,16 kΩ/1 W	WF 3,16 k/1
R 13	Schichtwiderstand	300 kΩ/0,5 W	WF 300 k/0,5
R 14	Schichtwiderstand	300 kΩ/0,5 W	WF 300 k/0,5
R 15	Schichtwiderstand	12,5 kΩ/0,5 W	WF 12,5 k/0,5
R 16	Schicht-Drehwiderstand	5 kΩ lin.	WS 9122 F/5 k
R 17	Schichtwiderstand	9,75 kΩ ± 0,5%/0,5 W	WF 9,75 k/0,5 ± 0,5%
R 18	Schichtwiderstand	51,2 kΩ ± 0,5%/0,5 W	WF 51,2 k/0,5 ± 0,5%
R 19	Schichtwiderstand	183 kΩ ± 0,5%/0,5 W	WF 183 k/0,5 ± 0,5%
R 20	Schichtwiderstand	597 kΩ ± 0,5%/0,5 W	WF 597 k/0,5 ± 0,5%
R 21	Schichtwiderstand	100 kΩ/0,5 W	WF 100 k/0,5
R 22	Schichtwiderstand	30 kΩ/0,5 W	WF 30 k/0,5

Kenn-zeichen	Benennung	Wert	R&S-Sach-Nr.
R 23	Schichtwiderstand	160 kΩ/0,5 W	WF 160 k/0,5
R 24	Schichtwiderstand	40 kΩ/0,5 W	WF 40 k/0,5
R 25	Schichtwiderstand	1,6 kΩ ± 1%/0,5 W	WF 1,6 k/0,5 ± 1%
R 26	Schichtwiderstand	40 MΩ/1 W	WF 40 M/1
R 28	Schichtwiderstand	10 MΩ/0,5 W	WF 10 M/0,5
R 29	Schichtwiderstand	20 MΩ/1 W	WF 20 M/1
R 30	Schichtwiderstand	20 MΩ/1 W	WF 20 M/1
R 31	Schichtwiderstand	5 MΩ/0,5 W	WF 5 M/0,5
R 32	Schichtwiderstand	900 Ω ± 1%/0,5 W	WF 900/0,5 ± 1%
R 33	Schichtwiderstand	100 kΩ ± 1%/0,5 W	WF 100 k/0,5 ± 1%
R 34	Schichtwiderstand	101 Ω ± 1%/0,5 W	WF 101/0,5 ± 1%
R 35	Schichtwiderstand	3,06 kΩ ± 1%/1 W	WF 3,06 k/1 ± 1%
R 36	Schichtwiderstand	9,9 kΩ ± 1%/0,5 W	WF 9,9k/0,5 ± 1%
R 37	Schichtwiderstand	1 MΩ ± 1%/0,5 W	WF 1 M/0,5 ± 1%
R 38	Schichtwiderstand	100 MΩ ± 1%/4 W	WF 100 M/4
R 39	Schichtwiderstand	3,2 kΩ/2 W	WF 3,2 k/2
R 40	Schicht-Drehwiderstand	1 kΩ lin.	WS 9126/1 k
R 43	Schichtwiderstand	1 MΩ ± 1%/0,5 W	WF 1 M/0,5 ± 1%
R 44	Schichtwiderstand	9 MΩ ± 0,5%	1050 – 64/8,9 M
R 45	Schichtwiderstand	90 MΩ ± 0,5%/4 W	WF 89 M/4
R 48	Drahtwiderstand	1 Ω ± 0,5%/2 W	WD 1/2 ± 0,5%
R 49	Drahtwiderstand	2,16 Ω ± 0,5%/2 W	WD 2,16/2 ± 0,5%
R 50	Drahtwiderstand	6,84 Ω ± 0,5%/2 W	WD 6,84/2 ± 0,5%
R 51	Drahtwiderstand	21,6 Ω ± 0,5%/1 W	WD 21,6/1 ± 0,5%
R 52	Drahtwiderstand	68,4 Ω ± 0,5%/1 W	WD 68,4/1 ± 0,5%
R 53	Drahtwiderstand	216 Ω ± 0,5%/1 W	WD 216/1 ± 0,5%
R 54	Drahtwiderstand	684 Ω ± 0,5%/1 W	WD 684/1 ± 0,5%
R 55	Schichtwiderstand	2,16 kΩ ± 0,5%/0,5 W	WF 2,16 k/0,5 ± 0,5%
R 56	Schichtwiderstand	6,84 kΩ ± 0,5%/0,5 W	WF 6,84 k/0,5 ± 0,5%
R 57	Schichtwiderstand	90 kΩ ± 0,5%/0,5 W	WF 90 k/0,5 ± 0,5%
R 58	Schichtwiderstand	900 kΩ ± 0,5%/1 W	WF 900 k/1 ± 0,5%

Kenn-zeichen	Benennung	Wert	R&S-Sach-Nr.
R 59	Schichtwiderstand	9 MΩ ± 0,5%	1050 – 64/8,9 M
R 62	Schichtwiderstand	1 kΩ ± 0,5%/0,5 W	WF 1 k/0,5 ± 0,5%
R 63	Schichtwiderstand	316 Ω ± 0,5%/0,5 W	WF 316/0,5 ± 0,5%
R 64	Schichtwiderstand	100 Ω ± 0,5%/0,5 W	WF 100/0,5 ± 0,5%
R 65	Schichtwiderstand	31,6 Ω ± 0,5%/0,5 W	WF 31,6/0,5 ± 0,5%
R 66	Schichtwiderstand	10 Ω ± 0,5%/1 W	WF 10/1 ± 0,5%
R 67	Schichtwiderstand	3,16 Ω ± 0,5%/1 W	WF 3,16/1 ± 0,5%
R 68	Schichtwiderstand	1 Ω ± 0,8%/3 W	3 x WF 3/1 ± 0,5%
R 70	Schichtwiderstand	40 MΩ	1050 – 64/37 M
R 72	Schichtwiderstand	3 MΩ ± 1%/1 W	WF 3 M/1 ±1%
R 73	Schichtwiderstand	30 MΩ ± 0,5%	2 x 1050 – 64/14,8 M
R 74	Schichtwiderstand	10 MΩ ± 2%/0,5 W	WF 10 M/0,5 ± 2%
R 76	Schichtwiderstand	2 MΩ ± 1%/0,5 W	WF 2 M/0,5 ± 1%
R 77	Schichtwiderstand	2 MΩ ± 1%/0,5 W	WF 2 M/0,5 ± 1%
R 78	Schichtwiderstand	9,1 . . . 9,8 MΩ/0,5 W	WF 9 M/0,5
R 79	Schicht-Drehwiderstand	1 MΩ lin.	WS 9122 F/1 M
R 80	Schichtwiderstand	5 MΩ/0,5 W	WF 5 M/0,5
R 81	Schichtwiderstand	10 MΩ ± 2%/0,5 W	WF 10 M/0,5 ± 2%
R 82	Schichtwiderstand	5 MΩ/0,5 W	WF 5 M/0,5
R 83	Schichtwiderstand	30MΩ ± 0,5%	2 x 1050 – 64/14,8 M
R 84	Schicht-Drehwiderstand	500 kΩ lin.	WS 9122 F/500 k
R 85	Schichtwiderstand	1 MΩ/0,5 W	WF 1 M/0,5
R 86	Schicht-Drehwiderstand	1 kΩ lin.	WS 9126/1 k
R 87	Schichtwiderstand	40 Ω/0,5 W	WF 40/0,5
R 88	Schichtwiderstand	40 Ω/0,5 W	WF 40/0,5
R 89	Schicht-Drehwiderstand	1 kΩ lin.	WS 9126/1 k
R 90	Schichtwiderstand	500 kΩ/0,5 W	WF 500 k/0,5
R 91	Schicht-Drehwiderstand	250 kΩ lin.	WS 9122 /250 k
R 92	Schichtwiderstand	300 Ω/0,5 W	WF 300/0,5
R 94	Schichtwiderstand	30 kΩ/0,5 W	WF 30 k/0,5
R 95	Schichtwiderstand	60 kΩ/0,5 W	WF 60 k/0,5

Kenn-zeichen	Benennung	Wert	R&S-Sach-Nr.
R 97	Abgr. Drahtwiderstand	10 Ω/4 W	WV 4/10
R 98	Abgr. Drahtwiderstand	50 Ω/4 W	WV 4/50
R 99	Schichtwiderstand	10 MΩ/0,5 W	WF 10 M/0,5
R 100	Schichtwiderstand	1 MΩ/1 W	WF 1 M/1
R 201	Schichtwiderstand	1 MΩ/0,1 W	WF 1 M/0,1
R 204	Schichtwiderstand	25 kΩ/0,25 W	WF 25 k/0,25
R 401	Schichtwiderstand	990 MΩ ±2%	2 x 10503 – 1.1 1 x 10503 – 1.2
R 501	Schichtwiderstand	500 kΩ/0,25 W	WF 500 k/0,25
Rl 1	Zwergglimmlampe	220 V	RL 210
Rö 1	Duo-Triode		ECC 40
Rö 2	Duo-Diode		EB 41
Rö 3	Stabilisator		STV 100/60 Z II
Rö 201	Diode		VR 92 oder EA 50
S 1	Drehschalter		SRW 13211
S 2	Drehschalter		SRW 13111
S 3	Drehschalter		SRW 13210
S 4	Drehschalter		SRW 13111
S 5	Drehschalter		SRW 13310
S 6	Scheibenschalter		SRN 361/3/32
S 7	Gabelkippschalter		SR 131/2
S 8	Spannungswähler		FD 601
Si 1	Schmelzeinsatz	400 mA	0,4 DIN 41571
Si 2	Spannungsableiter		SIA 1
Tr 1	Netztransformator		1050 – 28/2

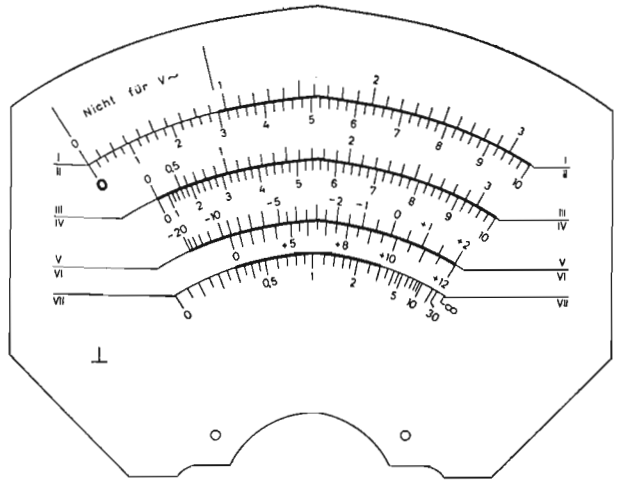


Bild 2. Skala des Anzeigeinstrumentes

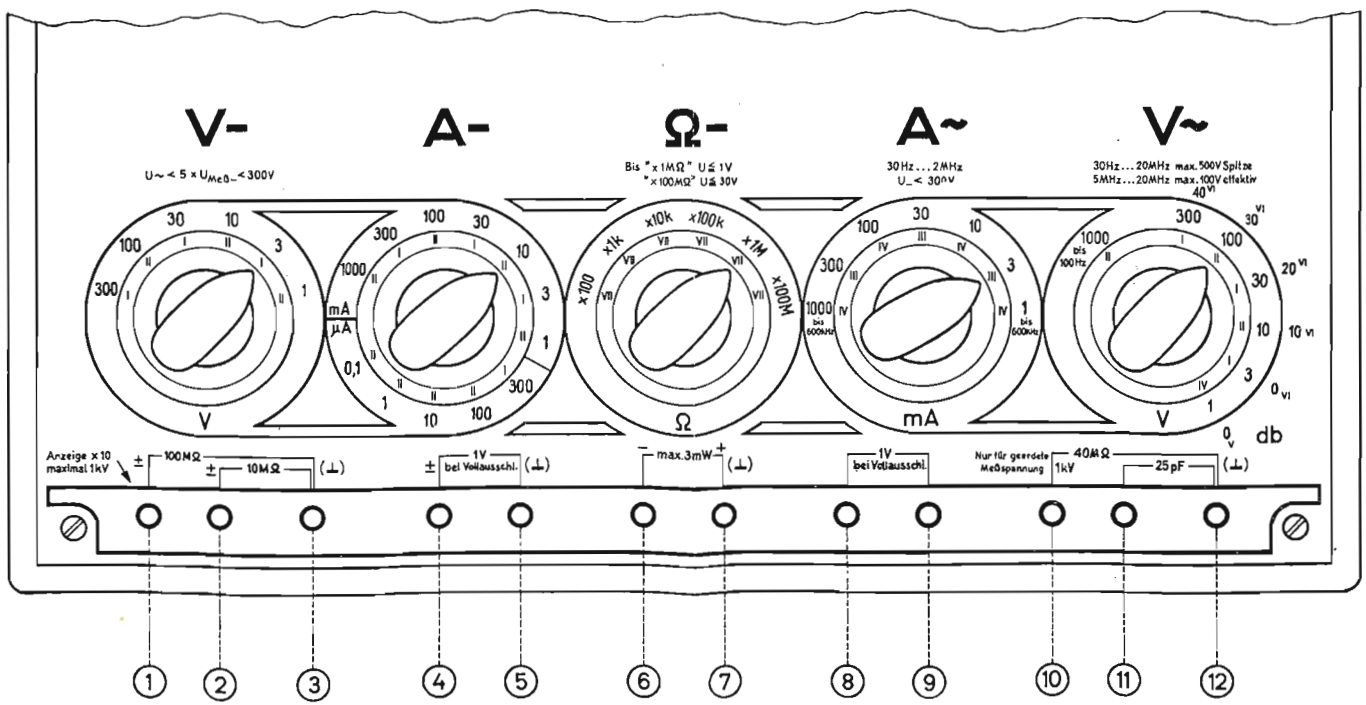


Bild 3. Meßbereich-Schalter und Buchsen-Eingänge

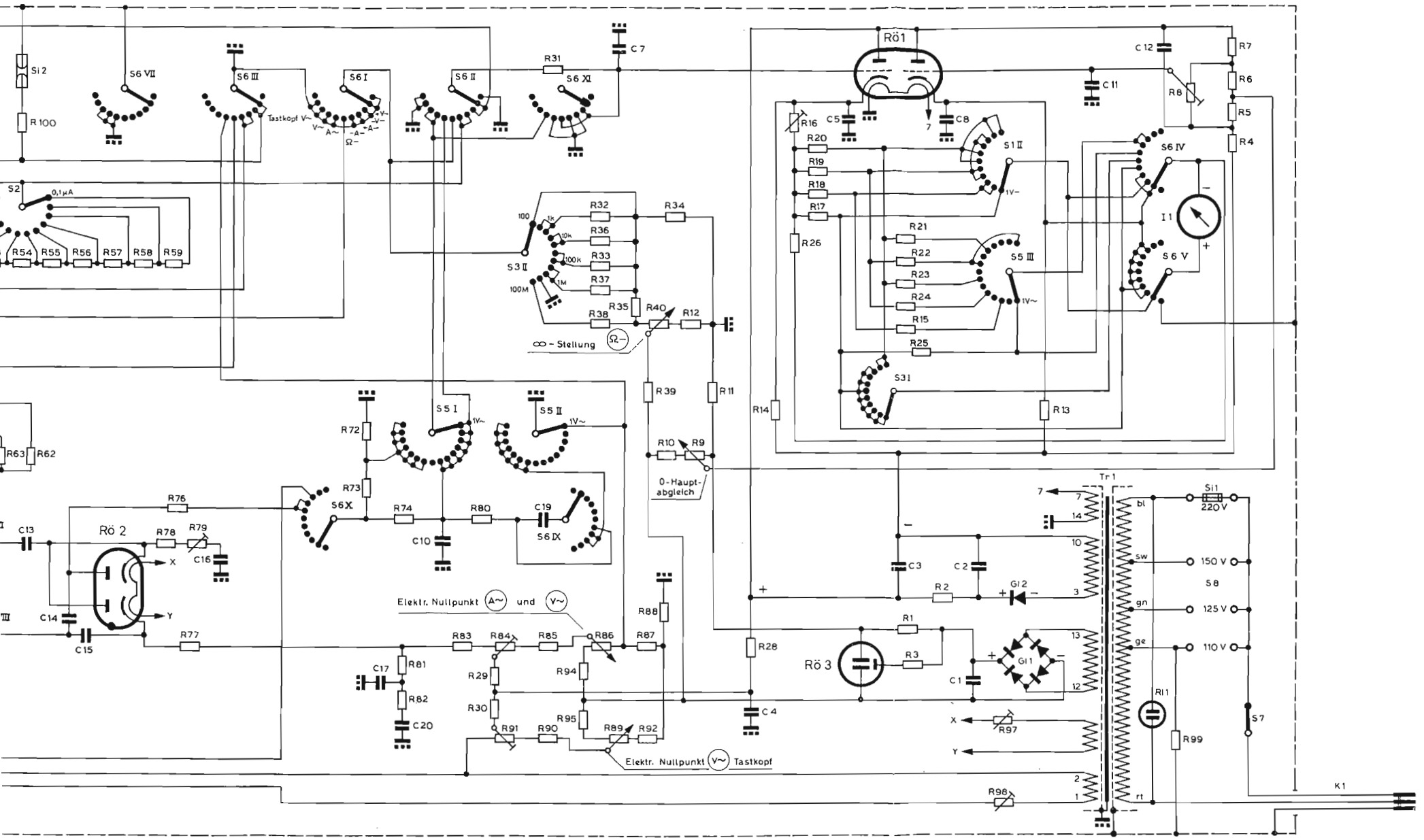
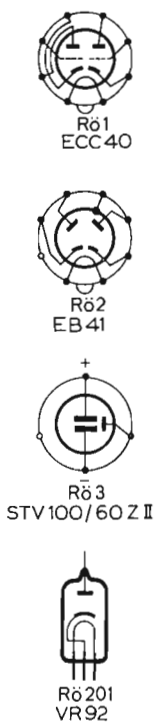


Bild 4. Stromlauf des Spannungs-Strom-Widerstands-Meßgerätes Type URI BN 1050



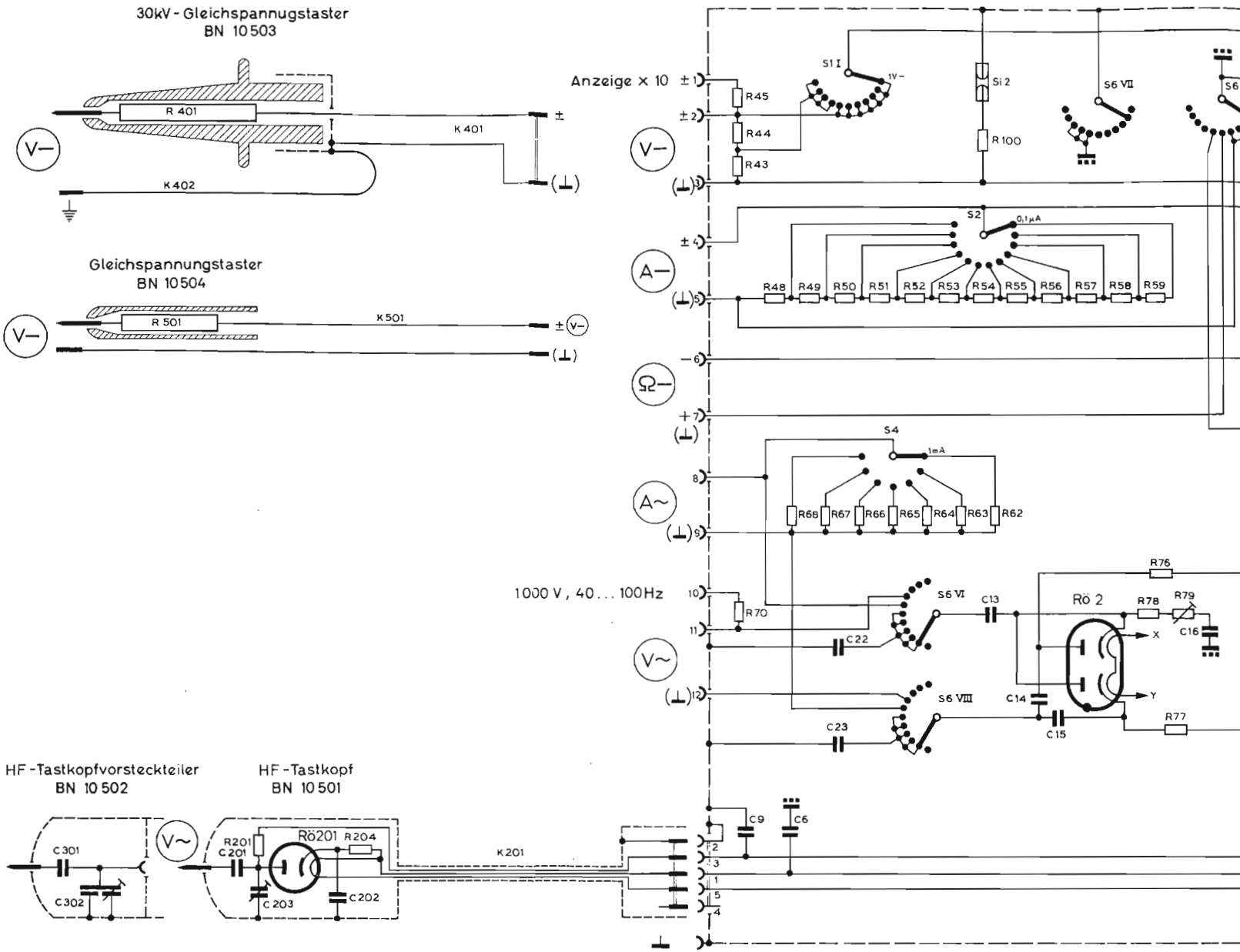
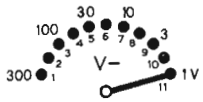
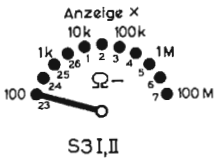


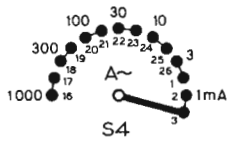
Bild 4. Stromlauf des Spannungs-Strom

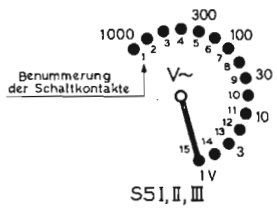


S1 I,II

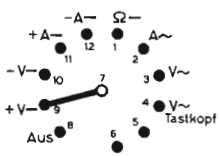


S3 I,II

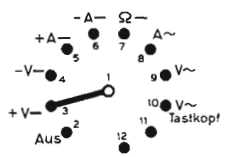




S5 I, II, III



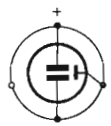
S6 I, III, V, VII, IX, XI



S6 II, IV, VI, VIII, X

Rö1
ECC40

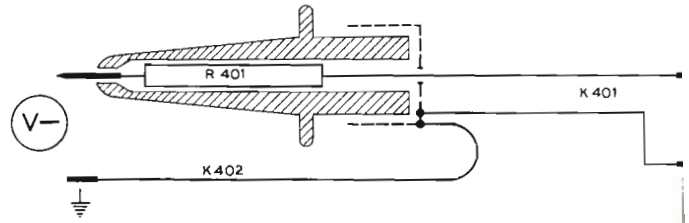
Rö2
EB41



Rö3
STV100/60 Z II

Rö201
VR92

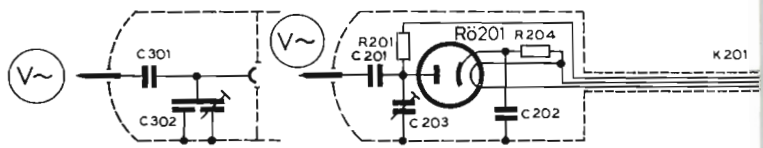
30kV - Gleichspannugstaster
BN 10503



Gleichspannungstaster
BN 10504

HF-Tastkopfvorsteckteiler
BN 10502

HF-Tastkopf
BN 10501



Wir übernehmen für Mängel unserer Geräte, die als Folgen von Fertigungs- oder Materialfehlern auftreten (ausgenommen Röhrenschäden)

1 JAHR GARANTIE

Plomben und Siegel des Geräts dürfen nicht verletzt sein, die Einsendung in unser Werk und die Rücksendung erfolgen auf Rechnung und Gefahr des Auftraggebers.

Der Garantieanspruch ist bei Einlieferung des Geräts schriftlich zu erheben. Dabei bitten wir, unbedingt Nummer und Datum unseres Lieferscheins anzugeben.

54 1000 Wilko-Druck, München 22

ROHDE & SCHWARZ · MÜNCHEN