

Mit einer Spannung von beispielsweise 300 V können Widerstände von etwa 1...30 000 M $\Omega$  gemessen werden, und zwar mit einer Genauigkeit von etwa  $\pm 3\%$ ; wobei  $\pm 2\%$  auf die Fehlergrenzen der Spannungsmessung und  $\pm 1\%$  auf die Toleranz des Eingangswiderstandes (10 M $\Omega$  bzw. 100 M $\Omega$ ) entfallen. Verwendet man als Spannungsquelle nicht eine vollkommen erd-freie Batterie, sondern zum Beispiel die Spannung U (100...300 V) des Labornetzgerätes Type NGU, so beachte man, daß dessen Minusbuchse mit der URU-Buchse 3 verbunden wird. Anderenfalls könnten, da die Gehäuse der beiden Geräte durch deren Schutzleiter miteinander verbunden sind, die im NGU zwischen Minusbuchse und Gehäuse sowie im URU zwischen Buchse 3 und Gehäuse bestehenden Isolationswiderstände dem zu messenden Widerstand parallelliegen und somit besonders beim Messen sehr hoch-ohmiger Widerstände einen erheblichen zusätzlichen Meßfehler verursachen.

### 3 Wirkungsweise und Aufbau

#### 3.1 Allgemeines

Da der Gesamt-Stromlauf des Gerätes URU insbesondere wegen des 5teiligen Drucktastensatzes in den einzelnen Betriebsarten -V, +V, V $\sim$  und  $\Omega$  nicht hinreichend leicht verfolgt werden kann, sind durch die Bilder 5, 6, 7, 8 und 9 Auszugsschaltungen gegeben, in denen jeweils nur die in der eingeschalteten Betriebsart beteiligten Schaltelemente enthalten sind. Hiermit werden die Verfolgung der Funktion sowie das Auffinden der Schaltelemente im Fehlerfalle wesentlich erleichtert.

Für alle Betriebsarten gemeinsam enthält das Gerät einen sekundärseitig zweiteiligen Stromversorgungsteil mit einer durch die Glimmröhre R $\Omega$ 2 stabilisierten Anodenspannung und einer durch die drei Transistoren T1-T2-T3 stabilisierten Gleichspannung für die Röhrenheizung und den  $\Omega$ -Meßteil, einen Gleichstrom-Anzeigeverstärker mit der Doppeltriode R $\Omega$ 1 und das Drehspul-Anzeigeelement I1.

6920  
50  
1. 31



Die beiden Triodensysteme von R01 und deren Katodenwiderstände R17-R18 bilden eine Brücke, in deren Diagonale das Anzeigeinstrument liegt. Während ein Triodensystem (R01II) mit einer festen Gitterspannung arbeitet, erhält das andere System (R01I) außer seiner Grundgittervorspannung vom Eingang her eine gegen das Gitter von R01II zusätzlich negative oder positive Gleichspannung, wobei auf Grund der an R17 entstehenden Potentialänderung durch das zwischen den beiden Katoden liegende Instrument ein der zugeführten Eingangsspannung proportionaler Strom fließt. Damit bei negativer (Betriebsart -V) wie bei positiver (Betriebsart +V) Eingangsspannung ein positiver Zeigerausschlag auftritt, wird das Instrument entsprechend umgepolt. Für den Zustand „0 V Eingangsspannung“ wird die Gitterspannung des nicht gesteuerten Triodensystems (R01II) so voreingestellt (Hauptabgleich), daß das Instrument stromlos ist. Die negative oder positive Eingangsspannung ist entweder die volle bzw. geteilte Gleichspannung des Meßobjekts oder die vom jeweils angeschlossenen Meßkopf gelieferte Richtspannung.

### 3.2 Betriebsart „-V“

Bild 5 zeigt die Schaltung bei gedrückter Taste „-V“; sie enthält nur die in dieser Betriebsart wirksamen Schaltelemente. Die 8 Meßbereichsstufen 0,3 V, 1 V, 3 V, 10 V, 30 V, 100 V, 300 V und 1000 V werden zum Teil durch den mit S2I umschaltbaren 1 : 10-Eingangsteiler (R32-R30-R31), zum Teil durch die mit S2V umschaltbaren Vorwiderstände (R40...R45) des Instrumentes hergestellt. Die Einstellung der Grundgittervorspannung des nicht gesteuerten Systems R01II für stromlosen Brücken-Diagonalzweig erfolgt mit dem Potentiometer R59 (Hauptabgleich) in der Meßbereichsstufe 0,3 V, d.h. bei größter Empfindlichkeit der Brücke (R01I-R01II-R17-R18).

In den Meßbereichsstufen 0,3 V bis 100 V arbeitet die Brücke mit der durch R02 stabilisierten Anodenspannung, wobei R26 den Vorwiderstand des Stabilisators bildet. Die beiden zwischen R02 und R01-Anoden liegenden Gleichrichter G14-G15 haben hierbei (in Durchlaßrichtung) nur einen geringen Widerstand. In den Bereichsstufen 300 V und 1000 V wird die Anodenspannung nicht von R02, sondern schon nach R27 abgezweigt und über den (mit der  $\Omega$ -Taste gekuppelten) Schalter S5 den Anoden von R01 zugeführt. R02 ist dabei also nicht wirksam. Die beiden Gleichrichter

6920  
50  
l. 32



G14-G15 bilden hierbei, da an den R01-Anoden eine höhere positive Spannung besteht als an der R02-Anode, einen Sperrwiderstand, der eine Überlastung des Stabilisators verhindert (R27 nur 10 kΩ). Dabei brennt R02 über R26 zwar normal weiter, sie hat aber, wie schon gesagt, für R01 keine stabilisierende Wirkung. Dies ist in diesen zwei Meßbereichstufen auch nicht nötig, da eine völlig ausreichende Stabilität der Brücke, d.h. Unabhängigkeit der Anzeige von Netzspannungsschwankungen, schon durch den relativ hochohmigen Diagonalzweig (R41 bzw. R40) gegeben ist.

Damit eine der zu messenden Gleichspannung überlagerte Wechselspannung auf die Anzeige keinen Einfluß haben kann, ist vor dem Gitter des gesteuerten Systems R01I das RC-Glied R16-C6 eingefügt. Wie unter 1.21 angegeben, darf der Spitzenwert einer überlagerten Wechselspannung 5mal größer sein als die Gleichspannung; er darf jedoch mit Rücksicht auf die vor der Röhre liegenden Schaltelemente nicht größer als 300 V sein.

### 3.3 Betriebsart „+V“

Bild 6 zeigt die Auszugsschaltung mit gedrückter Taste „+V“; es sind wiederum nur die hierbei wirksamen Schaltelemente dargestellt. Die Arbeitsweise ist grundsätzlich gleich wie bei gedrückter Taste „-V“; die Schaltung unterscheidet sich nur durch die Drucktastenschalter.

### 3.4 Betriebsart „V~“

Bild 7 zeigt die Auszugsschaltung bei gedrückter Taste „V~“, und zwar für die hier dargestellten Fälle A) bis D), in denen das Triodensystem R01I von einer negativen Richtspannung gesteuert wird. In dieser Betriebsart arbeitet die Brücke (R01I-R01II-R17-R18) zwar ebenfalls mit stabilisierter Heizspannung, aber ohne Stabilisierung der Anodenspannung. Die Anoden von R01 erhalten ihre Anodenspannung über den nur bei gedrückter V~Taste geschlossenen Schalter S4. Die beiden Gleichrichter G14-G15 haben hierbei zum Schutz des Stabilisators R02 die gleiche sperrende Wirkung wie in den Gleichspannungs-Meßbereichstufen 300 und 1000 V.

Der Bezugspunkt des Eingangs (Masse und Fußpunkt des Gitterableitwiderstandes R15) liegt ungefähr im elektrischen Mittel (zwischen R8 und R9)

6920  
0  
. 33



der Heizspannungsquelle. Eine Kompensation des Anlaufstromes der Tastkopf- bzw. Durchgangskopf-Diode wird nicht vorgenommen. Der jeder Diode eigentümliche Anlaufstrom bewirkt wohl eine geringe zusätzliche Gittervorspannung für das System R01I, die hierdurch entstehende Unsymmetrie der Brücke wird jedoch durch die in allen Betriebsarten erforderliche Einstellung der Gittervorspannung des Systems R01II kompensiert. Diese Einstellung erfolgt mit dem Potentiometer R12. Das im Gerät zugängliche Potentiometer R29 (vor dem Gitter von R01II) dient zur Einstellung der Röhrenbrücke für minimale Netzspannungsabhängigkeit des elektrischen Nullpunktes bzw. der Anzeige. Die Brücke wird jedoch nur soweit symmetriert, daß sich für Meßspannungen über 1 V eine gute Deckung der Skalenverläufe ergibt. Für Meßspannungen unter 1 V ist diese Deckung auf Grund der gekrümmten Diodenkennlinien nicht zu erreichen. Deshalb ist für diese Spannungen eine eigene Skala nötig. Dieser Umstand macht es auch erforderlich, den Nullpunkt der 1-V-Bereichstufe nicht auf den mechanischen Instrument-Nullpunkt zu legen, wie für die Gleichspannungs-Meßbereiche, sondern auf etwa 10 % des Vollausschlages. In diesem Zusammenhang sei auf eine Erscheinung, die unter Umständen als Fehler gedeutet werden kann, hingewiesen: Nachdem man in der 1-V-Bereichstufe mit R12 auf den hochliegenden Nullpunkt dieser eigenen Skala eingestellt hat, kann dieser Ausschlag nicht auch in den anderen Bereichstufen bestehen bleiben, sondern wird wegen des zunehmenden Diagonalzweigwiderstandes ( $R39+R43+R37 \approx 80 \text{ k}\Omega$  im 3-V-Bereich,  $R39+R42+R36 \approx 300 \text{ k}\Omega$  im 10-V-Bereich usw.) schrittweise zurückgehen. In den Bereichstufen 3 V bis 100 V hat also der elektrische Nullpunkt keine näher gekennzeichnete Lage.

Der Tastkopf des URU erfüllt schaltungsmäßig zwei Aufgaben: Einerseits dient er als Gleichrichter für die dem Buchsen-Eingang 7-8 bzw. 7-9 zugeführte Spannung (0,1...100 V bzw. 1...1000 V, 10 Hz...1 MHz), andererseits wird er unmittelbar an das Meßobjekt gelegt. Dabei unterscheidet sich die Schaltung nur durch den Ladekondensator. Beim Messen über den Buchsen-Eingang wirkt der im URU-Gehäuse eingebaute Kondensator C1 als Ladekondensator, beim Messen mit dem Tastkopf am Meßobjekt ist der im Tastkopf eingebaute Kondensator C101 wirksam. Auch in diesem zweiten Fall umfaßt der Tastkopf den Meßbereich von 0,1...100 V, sein Frequenzbereich reicht jedoch von 10 kHz bis 800 MHz hinauf.

6920  
160  
Bl. 34



Der Tastkopf verfügt über zwei Zubehörteile: mit dem Vorsteckteiler BN 10802 wird sein Meßbereich auf das 100fache erweitert; in Verbindung mit dem Durchgangsadapter BN 10803/50 oder /60 oder /75 wird er ein Durchgangskopf mit 50  $\Omega$ , 60  $\Omega$  oder 75  $\Omega$  Wellenwiderstand. Die in Bild 7 mit einheitlicher Schaltung dargestellten Durchgangsköpfe arbeiten wie der Tastkopf mit Durchgangsadapter, weisen aber einen größeren Frequenzbereich und eine geringere Welligkeit auf. Außerdem enthalten sie einen kapazitiven 1:10- bzw. 1:100-Teiler, so daß je nach Frequenz Spannungen bis 1500 V meßbar sind.

Bild 8 zeigt die Auszugsschaltung bei gedrückter Taste „V $\sim$ “ in Verbindung mit dem Durchgangskopf BN 10804/50 oder /60 oder /75, der auf Grund seines besonderen Aufbaues an das Triodensystem R $\ddot{0}$ 1I eine positive Richtspannung liefert. Damit sich auch mit dieser ein positiver Instrumentausschlag ergibt, ist das Relais R<sub>SA</sub> eingebaut, das nur bei eingestecktem Kabelstecker (über die Verbindung 2-5) durch die Heizstromquelle erregt ist und das Instrument über die Kontakte aI5-6 und aII5-6 mit umgekehrter Polung betreibt. Außerdem liegen das System R $\ddot{0}$ 1III über den Kontakt aI2-3 an dem Potentiometer R28 und der 1-V-Bereich-Schalterkontakt von S1 über den Kontakt aII2-3 an dem eigenen Eichregler R68. Falls das Meßgerät mit diesem Durchgangskopf geliefert wird, ist dieser Eichregler bereits vom Herstellerwerk aus richtig eingestellt, d.h. bei 1 V sinusförmiger Spannung im 1-V-Bereich auf 1 V Ausschlag. Wird das Meßgerät ohne einen solchen Durchgangskopf geliefert, so ist der Eichregler R68 so voreingestellt wie der für den Tastkopf wirksame Regler R67; das heißt, man nimmt zunächst an, daß die Diode des eventuell später hinzukommenden Durchgangskopfes im 1-V-Bereich dieselbe Richtspannung liefert wie die Diode des bereits vorhandenen Tastkopfes. Diese Gleichheit der Richtspannungen ist bei unter 1 V liegenden Wechselspannungen auf Grund der fast immer etwas unterschiedlichen Dioden-Kennlinien natürlich nur selten gegeben. Deshalb muß ohne eine individuelle Zusammeneichung mit einem zusätzlichen Anzeigefehler von etwa 2 % gerechnet werden.

6920  
60  
Bl. 35



### 3.5 Betriebsart „Ω“

Bild 9 zeigt die Auszugsschaltung bei gedrückter Taste „Ω“. Hierbei ist die Schaltung ähnlich wie bei Gleichspannungsmessung, nur daß am Buchsen-Eingang der zu messende Widerstand liegt, der über die umschaltbaren Meßwiderstände R47...R52 eine seiner Größe entsprechende Spannungsteilung bewirkt. In der Bereichstufe  $\times 10 \Omega$  wirkt überwiegend R46 als Meßwiderstand. In den Bereichstufen  $\times 10 \Omega$ ,  $\times 100 \Omega$ ,  $\times 1 \text{ k}$ ,  $\times 10 \text{ k}$ ,  $\times 100 \text{ k}$  und  $\times 1 \text{ M}$  wird bei gleichbleibender (an R46 abgegriffener) Meßspannung sowie bei gleichbleibender Brücken-Empfindlichkeit (R45) gearbeitet. Nur in der Bereichstufe  $\times 100 \text{ M}$  wird auf eine höhere (an R55 abgegriffene) Meßspannung und auf eine geringere Brücken-Empfindlichkeit (R42) umgeschaltet. Die beiden Meßspannungen, die Meßwiderstände und die beiden Brücken-Empfindlichkeiten sind so bemessen, daß für alle 7 Bereichstufen dieselbe (von 0...30 geeichte) Instrumentenskala geeignet ist. Bei freiem Buchsen-Eingang ( $R_x = \infty$ ) wird die Meßspannung mit dem Potentiometer R54 so eingestellt, daß das Instrument Vollausschlag zeigt (Eichstrich  $\infty$ ). Wird nun ein Widerstand angeschlossen, der gleich groß ist wie der eingeschaltete Meßwiderstand, dann geht der Instrumentausschlag auf die Hälfte zurück. Diesem Ausschlag entspricht der mit 1 beschriftete Eichstrich. Bei kurzgeschlossenem Eingang ( $R_x = 0$ ) geht der Ausschlag auf 0 zurück; dies allerdings nur unter der Voraussetzung, daß vor der Einstellung auf  $\infty$  der an R59 auszuführende Hauptabgleich (wie für die Gleichspannungsmessung) vorgenommen wurde.

6920  
0  
. 36

