



ROHDE & SCHWARZ

BESCHREIBUNG

LABORNETZGERÄT Type NGU

BESCHREIBUNG

LABORNETZGERÄT

Type NGU

BN 95140

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 95140 A/1161

Inhaltsübersicht

1. Eigenschaften	3
2. Anwendung	5
3. Inbetriebnahme und Bedienung	6
3.1. Umstellung auf 110 V Netzspannung und Einschalten	6
3.2. Hinweise für die Anwendung des NGU	6
3.2.1. Vorsichtsmaßnahmen	6
3.2.2. Beachtung der Verbindungsleitungen	8
3.2.3. Kleinhalten der Brummspannung	10
3.3. Entnahme der Spannungen U , E_1 und E_2	12
3.4. Entnahme der Wechselspannungen	13
3.5. Hintereinanderschalten der Spannungen U zweier Geräte NGU	13
3.6. Parallelschalten der Spannungen U zweier Geräte NGU	14
3.7. Gegeneinanderschalten der Spannungen U zweier Geräte NGU	14
4. Wirkungsweise und Aufbau	18
5. Röhrenwechsel	20
6. Schalteilliste	22
Garantieverpflichtung	26
Bild 8. Ansicht von oben	27
Bild 9. Ansicht von hinten	29
Bild 10. Ansicht von unten	31
Stromlauf zum NGU	33

1. Eigenschaften

Gleichspannung U	100 ... 300 V, erdfrei, Minuspol verbunden mit Pluspol der Spannungen E_1 und E_2
Einstellung	durch Schalter mit 21 10-V-Stufen und Regler 0 ... 11 V
Fehlergrenzen der ein- gestellten Spannung	$\pm 2\% \pm 1 \text{ V}$
Änderung der Spannung bei Netzspannungsänderung von - 15 bis +10%	etwa $\pm 0,2 \text{ V}$
Belastbarkeit	max. 100 mA
Innenwiderstand	etwa 1Ω bei Gleich- und Wechselstrom
Brummspannung	etwa $1 \cdot 10^{-6}$ der eingestellten Spannung, jedoch kleiner als $200 \mu\text{V}$, wenn Minus- oder Plusbuchse mit Massebuchse verbunden
Gleichspannung E_1	0 ... - 100 V im Leerlauf, erdfrei
Einstellung	durch Regler 0 ... 100 V
Fehlergrenzen der ein- gestellten Spannung	$\pm 3 \text{ V}$ im Leerlauf
Änderung der Spannung bei Netzspannungsänderung von - 15 bis +10%	$< \pm 0,1\%$
Belastbarkeit	bis zum Kurzschluß ($\approx 5 \text{ mA}$)
Innenwiderstand	$< 25 \text{ k}\Omega \parallel 16 \mu\text{F}$
Brummspannung	$< 30 \mu\text{V}$, wenn Plusbuchse „0“ mit „Masse- buchse“ verbunden
Gleichspannung E_2	0 ... - 10 V im Leerlauf, erdfrei
Einstellung	durch Regler 0 ... 10 V
Fehlergrenzen der ein- gestellten Spannung	$\pm 0,3 \text{ V}$ im Leerlauf
Änderung der Spannung bei Netzspannungsänderung von - 15 bis +10%	$< \pm 0,1\%$
Belastbarkeit	bis zum Kurzschluß ($\approx 1 \text{ mA}$)
Innenwiderstand	$< 10 \text{ k}\Omega \parallel 50 \mu\text{F}$
Brummspannung	$< 10 \mu\text{V}$, wenn Plusbuchse „0“ mit „Masse- buchse“ verbunden

Wechselspannung	nicht stabilisiert, erdfrei
Wicklung 1	6,3 V, max. 2 A
Wicklung 2	0/4/6,3 V; max. 2 A
Wicklung 3	0/15/18/21,5 V; max. 1 A
Spannungsänderung zwischen Leerlauf und Vollast	$\leq 5\%$
Netzanschluß	110/220 V; 47 ... 63 Hz; max. 200 VA
Bestückung	1 Röhre EL 34 1 Röhre EF 80 1 Röhre ECC 82 2 Stabilisatoren 85 A 2 2 Schmelzeinsätze 1 C DIN 41571 1 Schmelzeinsatz 0,1 C DIN 41571 2 Zwergglühlampen 220 V
Abmessungen	286 x 227 x 226 mm (R&S-Normkasten Größe 35)
Gewicht	etwa 12 kg



LABORNETZGERÄT Type NGU

2. Anwendung

Das Labornetzgerät Type NGU eignet sich besonders zur Stromversorgung von Versuchsaufbauten mit Röhrenschaltungen. Es liefert hierfür eine sehr konstante, von 100 bis 300 V stetig regelbare Anodenspannung, zwei unabhängig voneinander regelbare und gut stabilisierte negative Spannungen von 0...10 V und von 0...100 V sowie alle zur Röhrenheizung üblichen Wechselspannungen.

Durch die Eichung der Regler, an denen die gewünschte Anodenspannung U und die beiden Gittervorspannungen E_1 und E_2 einstellbar sind, ist in den meisten Fällen eine Nachmessung dieser Spannungen nicht notwendig. Hierdurch wird ein Versuchsaufbau übersichtlicher und das Arbeiten erleichtert. Eine weitere Vereinfachung des Aufbaus ermöglicht das NGU durch seine außergewöhnlich kleine Brummspannung, da man hierdurch die oft kostspieligen und Arbeitsplatz beanspruchenden Siebmittel einsparen kann. Mit diesem Netzgerät können auch solche Schaltungen ohne weiteres gespeist werden, bei denen für einwandfreies Arbeiten ein sehr kleiner Innenwiderstand der Anodenspannungsquelle unbedingte Voraussetzung ist.

Besonders wirtschaftlich ist es, wenn in einem Arbeitsraum zwei Netzgeräte dieser Type vorhanden sind, da das Gerät so gebaut ist, daß zur Erzeugung einer höheren Anodenspannung oder eines höheren Anodenstromes zwei Geräte zusammengeschaltet werden können. So kann man zum Beispiel durch Hintereinanderschalten der Gleichspannungen U zweier Geräte eine von 200 bis 600 V regelbare und bis 100 mA belastbare Anodenspannungsquelle herstellen. Dabei kann man auch, da beide Spannungsquellen erdfrei sind, wahlweise den negativen oder den positiven Pol mit Masse verbinden. Den positiven Pol an Masse zu legen, kann zum Beispiel bei einem mit einer Scheibentriode bestückten Oszillator erforderlich sein. Schaltet man zwei Geräte parallel, so erhält man eine von 100 bis 300 V stetig regelbare und bis 200 mA belastbare Anodenspannungsquelle. Auch hier kann man wahlweise den negativen oder den positiven Pol erden.

Eine weitere Möglichkeit ist die Gegeneinanderschaltung zweier Geräte, wodurch eine von 0 bis 100 V regelbare und bis 100 mA belastbare Stromquelle entsteht. Da sich bei dieser Gegeneinanderschaltung die durch Netzspannungsschwankungen verursachten Gleichspannungsänderungen teilweise kompensieren, wird auch bei kleinen Spannungen etwa die gleiche relative Spannungskonstanz erreicht wie bei größeren Spannungen. Mit der Kombination aus zwei Geräten dieser Type werden also die Anwendungsmöglichkeiten in dem Maße vermehrt, daß sich in vielen Fällen die Anschaffung eines größeren Netzgerätes erübrigt.

3. Inbetriebnahme und Bedienung

3.1. Umstellung auf 110 V Netzspannung und Einschalten

Ab Werk ist das Gerät für 220 V Netzspannung eingestellt. Wenn die Netzspannung 110 V beträgt, muß man an den vier Ecken der Frontplatte die Schrauben lösen, das Gerät aus dem Gehäuse nehmen und die beiden 1-A-Sicherungen in die mit 110 V bezeichneten Kontaktfedernpaare einsetzen. Dann kann das Gerät wieder eingebaut, an das Netz angeschlossen und mit dem Kippschalter an der Frontplatte rechts unten eingeschaltet werden. Zur Überwachung des Einschaltzustandes dient die kleine Glimmlampe über dem Netzschalter. Die etwa in der Mitte der Frontplatte eingesetzte Sicherung gehört zur Spannung U und muß unabhängig von der Netzspannung den Nennwert 100 mA aufweisen.

3.2. Hinweise für die Anwendung des NGU

3.2.1. Vorsichtsmaßnahmen

Das Gehäuse des NGU ist (durch den Schutzleiter im Netzkabel) mit dem Schutzkontakt des Netzsteckers verbunden. Wenn also der Netzstecker in einer Schukodose eingesteckt ist, deren Schutzkontakt mit dem (nicht abgesicherten) Nulleiter bzw. Erdleiter verbunden ist, dann ist das NGU-Gehäuse geerdet, das heißt, es führt zum Beispiel gegenüber einer Wasserleitung überhaupt keine oder nur eine völlig bedeutungslos kleine Spannung. Auf diese Weise sollten auch die anderen am Meßaufbau beteiligten Geräte geerdet sein; dann besteht auch in einem Fehlerfall bei gleichzeitiger Berührung zweier Gerätegehäuse keine Gefahr. Besonders gefährlich sind (im Falle nicht geerdeter Gehäuse) großflächige Berührungsstellen, wie zum Beispiel blanke Griffe, Meßköpfe oder Rohrleitungen, die mit einer Hand umklammert werden können.

Eine nicht geringere Beachtung erfordert die vom NGU abgegebene Spannung U (bis 300 V) beziehungsweise der Strom, der auf Grund des kleinen NGU-Innenwiderstandes ($\approx 1 \Omega$) durch den menschlichen Körper fließen kann, falls die beiden Pole dieser Spannungsquelle unvorsichtigerweise großflächig berührt werden. Noch größere Vorsicht ist geboten, wenn durch Hintereinanderschalten zweier Geräte NGU eine Spannung bis 600 V hergestellt wird. Man bedenke, daß Ströme ab etwa 1 mA, die durch den menschlichen Körper fließen, starke Schockwirkungen hervorrufen und daß Ströme von über etwa 10 mA lebensgefährlich sind. Bei der sehr vielseitigen Anwendungsmöglichkeit des NGU müssen wir es dem Gerätebenützer überlassen, für

den jeweiligen Meßfall entsprechende Vorsichtsmaßnahmen zu treffen. Am NGU selbst ist alles getan, um die Arbeit zu erleichtern und Gefahren auszuschließen. Das NGU verfügt nämlich außer über dem Netzschalter noch über einen Schalter (Frontplatte Mitte), der die gefährliche Gleichspannung abzuschalten erlaubt, während die völlig ungefährliche Heizspannung weiter in Betrieb bleibt.

In der Laborpraxis kann man oft feststellen, daß ein zu untersuchendes Gerät, an dem nur kurzzeitige Arbeiten vorgenommen werden müssen, meist nur deshalb nicht abgeschaltet wird, weil man die nach dem Wiedereinschalten erforderliche Anheizzeit nicht in Kauf nehmen will. Bei der Anwendung des NGU liegt hierzu kein Anlaß vor. Bei zwei in Reihe geschalteten NGU muß man natürlich an beiden Geräten die Gleichspannung abschalten. Dabei müssen die über diesen Schaltern eingebauten (roten) Signallampen verlöschen. Falls diese Lampen nicht mehr ausreichend hell brennen, soll man sie rechtzeitig durch neue ersetzen, sonst können sie ihren Zweck, nämlich auf den Einschaltzustand aufmerksam zu machen, nicht mehr erfüllen.

Wenn nicht ausnahmsweise eine ungeerdete (hochliegende) Spannung gebraucht wird, soll man stets einen Pol (vorzugsweise den negativen) der Spannung U mit dem NGU-Gehäuse (Schutzleiter) verbinden und dieses wiederum mit dem Chassis der zu untersuchenden Schaltung. Diese Anordnung bietet nicht nur einen vorteilhaften Schutz, sondern ist auch hinsichtlich einer besonders kleinen Brummspannung (siehe unter 3.2.3.) sehr günstig. Bei zwei hintereinander- oder gegeneinandergeschalteten NGU zur Herstellung einer über 300 V oder unter 100 V liegenden Spannung U darf natürlich nur eine der Minus-Buchsen mit dem NGU- und Verbraucher-Chassis verbunden werden. Die am NGU-Gehäuse (Schutzleiter) liegende Buchse ist mit einem Massezeichen gekennzeichnet.

Eine oft zu wenig beachtete Gefahrenquelle sind abgeschaltete, aber noch aufgeladene Kondensatoren mit einer Kapazität von über etwa $0,1 \mu\text{F}$. Solchen Kondensatoren sollte man immer einen entsprechend bemessenen Entladewiderstand parallel schalten, sofern ein solcher Widerstand nicht schon durch die Schaltung gegeben ist. Zur Entladung auf etwa $1/10$ der Betriebsspannung, zum Beispiel von 600 V auf 60 V, muß die RC-Zeitkonstante das 0,4fache der gewünschten Entladezeit sein. Für eine Entladezeit von beispielsweise 2 Sekunden müßte man wählen: $1 \mu\text{F} \parallel 800 \text{ k}\Omega$, $10 \mu\text{F} \parallel 80 \text{ k}\Omega$, $100 \mu\text{F} \parallel 8 \text{ k}\Omega$ usw. Dabei hat sich die Belastbarkeit des Widerstandes nach dem Ohmwert und der Betriebsspannung zu richten. Somit werden die Kondensatoren nach dem Abschalten der Gleichspannung rasch ausreichend entladen, so daß auch eine großflächige Berührung der Anschlüsse völlig ungefährlich ist. Zum Abtasten der Spannungen (beim Messen) verwende man nur einwandfrei isolierte

Meßspitzen, wie zum Beispiel für unsere Spannungs-Strom-Widerstands-Meßgeräte Type URI und URU vorgesehen. Mit der zweiten Hand soll man keinerlei Leiter anfassen, und zwar auch dann nicht, wenn es sich zum Beispiel um solche mit einer Lackierung oder Umspinnung versehene handelt.

Bei der Untersuchung von Schaltelementen, deren Widerstand nur klein ist oder mit steigender Spannung abfällt, wie es zum Beispiel bei Heißleitern, Kristalldioden, Zehnerdioden und Transistoren der Fall ist, sollte man zwischen NGU und Verbraucher immer einen entsprechend hochohmigen Widerstand einfügen, um den Kurzschlußstrom zu begrenzen und hiermit solche Schaltelemente vor Zerstörung zu schützen. Man wähle am NGU lieber eine möglichst hohe Spannung und dafür einen großen Vorwiderstand, der den Strom auf die für den Verbraucher unbedingt notwendige Stärke begrenzt. Es empfiehlt sich, diesen hochohmigen Vorwiderstand unmittelbar am NGU anzubringen, dann kann er gleichzeitig als Schutzvorrichtung für die messende Person dienen.

3.2.2. Beachtung der Verbindungsleitungen

Wie unter „1. Eigenschaften“ angegeben, beträgt der dynamische Innenwiderstand der mit U bezeichneten Spannungsquelle für Gleich- wie für Wechselstrom etwa 1Ω . Diese Angabe bezieht sich auf den Ort der beiden Ausgangsbuchsen. Dieser kleine Innenwiderstand kann aber verständlicherweise nur dann dem zu speisenden Verbraucher zugute kommen, wenn auch der Widerstand der Verbindungsleitungen zwischen NGU und Verbraucher sehr klein ist. Einen besonders kleinen Innenwiderstand der speisenden Stromquelle kann zum Beispiel ein mehrstufiger und breitbandiger NF-Verstärker fordern. Hierbei kann ein nicht genügend kleiner Innenwiderstand, zum Beispiel in der Größe von einigen Ohm, zur Selbsterregung des Verstärkers führen. Einem solchen Anwendungsfall kommt also der kleine Innenwiderstand des NGU besonders zugute, falls auch den Verbindungsleitungen entsprechende Beachtung geschenkt wird. Der kleine Innenwiderstand ist um so beachtenswerter, je tiefer die untere Grenzfrequenz des Verstärkers ist. Man bedenke nur, daß ein Kondensator eine Kapazität von über $200 \times 25 \mu\text{F}$ aufweisen müßte (bei z. B. 500 V Prüfspannung), um für 30 Hz einen Innenwiderstand von 1Ω herstellen zu können; ganz abgesehen von dem untragbaren Reststrom einer solchen Elektrolyt-Kondensatoren-Batterie.

Wegen der eingebauten Stromregelröhre (siehe Abschnitt „Wirkungsweise und Aufbau“) weist die Spannungsquelle U den kleinen dynamischen Innenwiderstand nur im Betriebsfall auf, das heißt dann, wenn sie als Spannungsquelle wirkt. Sie hat nicht

die Eigenschaft einer Batterie, die auch in umgekehrter Richtung von einem Strom durchflossen werden kann (wie z. B. bei der Ladung). Speist man in die Spannungsquelle U zum Beispiel einen Wechselstrom ein, der den entnommenen Gleichstrom überwiegt, so bewirkt die Stromregelröhre in jeder Periode eine zeitweilige Sperrung des Stromkreises. Dadurch kann die Ausgangsspannung nicht mehr konstant gehalten werden. Außerdem erscheint der Innenwiderstand höher.

Ebenso beachtet werden müssen die Eigenschaften der Zuleitung, wenn mit dem NGU ein hochfrequentes Gerät, z. B. ein HF-Oszillator, gespeist wird und am Einspeisungspunkt selbst keine genügend wirksame Verblockung vorhanden ist. Das NGU weist auch bei hohen Frequenzen den kleinen Innenwiderstand auf; man bedenke jedoch, daß ein Zuleitungsdraht von 1 m Länge eine Induktivität von etwa $1 \mu\text{H}$ darstellt und daß dies bei zum Beispiel 1 MHz einem Blindwiderstand von über 6Ω entspricht. Durch eine solche Zuleitung könnte die zu untersuchende Schaltung völlig versagen. Noch untragbarer kann die Zuleitungsinduktivität sein, wenn sie mit der am Einspeisungspunkt bestehenden Kapazität einen Parallelschwingkreis bildet und hiermit innerhalb eines durch L-C-R bestimmten Frequenzbandes einen relativ sehr hohen (Resonanz-) Innenwiderstand bewirkt. Wenn der an sich kleine Innenwiderstand des NGU auf Grund der benötigten Zuleitungen bei der Speisung eines Hochfrequenzaufbaues nicht ausgenutzt werden kann, so muß eben am Einspeisungspunkt der kleine Innenwiderstand durch einen genügend großen und induktivitätsarmen Kondensator hergestellt werden; so zum Beispiel

nach Bild 1 a durch den Kondensator C. Der Widerstand R sorgt dafür, daß der durch C und L gebildete Schwingkreis stark bedämpft wird und daß die Zuleitung L nur wenig Energie abstrahlen kann. Hierbei genügt meist schon ein kleiner Widerstand (z. B.

100Ω), so daß der hierdurch bedingte Spannungsabfall (z. B. 5 V bei 100Ω und 50 mA) nur unbedeutend ist. Noch zweckmäßiger ist eine Anordnung nach Bild 1 b, wobei C1 den kleinen Innenwiderstand herstellt und das Glied R-C2, bestehend aus einem kleinen Widerstand und einem Durchführungskondensator, den Austritt von Hochfrequenz-Energie unterbindet.

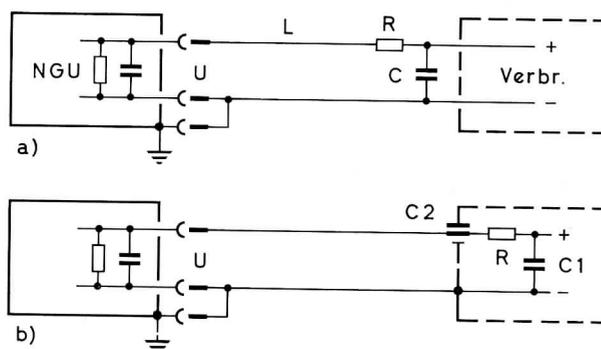


Bild 1. Herstellung eines kleinen Innenwiderstandes am Verbraucher, z. B. an einem HF-Oszillator

3.2.3. Kleinhalten der Brummspannung

Die Ausgangs-Brummspannung des NGU ist so klein, daß sie bei einem NF-Verstärker nur etwa ebenso viel stört, wie die Eigenbrummstörung einer brummarmen Eingangsröhre. Da die besten mit Wechselstrom geheizten Eingangsröhren bei nur 50facher Verstärkung und $5\ \mu\text{V}$ äquivalenter Gitterbrummspannung im Anodenkreis bereits selbst $250\ \mu\text{V}$ Brummspannung erzeugen, lohnt sich im allgemeinen keine zusätzliche Brummsiebung. Nur bei einem sehr empfindlichen NF-Verstärker, dessen Eingangsröhren mit Gleichstrom geheizt sind, kann eine zusätzliche Brummsiebung notwendig sein; aber auch hier nur im Falle eines Verstärkers mit schmaler Bandbreite; denn bei einem sehr breitbandigen Verstärker kann dessen Eigenrauschspannung unter Umständen wesentlich höher liegen, als die durch das NGU verursachte Brummspannung. Zur Erzielung dieser kleinen Brummspannung ist es allerdings notwendig, einen Pol der Spannung U , vorzugsweise den Minuspol, mit der Massebuchse des NGU zu verbinden. Bei erdfreier Spannung kann die Ausgangs-Brummspannung auf Grund einer inneren kapazitiven Verkopplung, z. B. über die Wicklungen des Netztransformators, um das 10- bis 20fache ansteigen. Wie unter 3.2.1. schon erwähnt, ist das Arbeiten mit geerdeter Spannung U auch aus Sicherheitsgründen vorzuziehen.

Aber auch bei geerdeter Spannung kann eine beträchtliche Brummstörung auftreten, wenn man, wie es in Laboratorien aus Gründen der Vereinfachung oft geschieht, dem Verbraucher die Heizspannung nicht über eine eigene Leitung zuführt, sondern, wie Bild 2

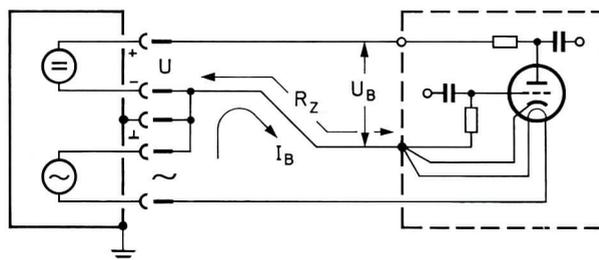


Bild 2. Entstehung einer Brummstörung durch falsche Verbindung zwischen NGU und Verbraucher; die Verdrahtung im Verbraucher ist jedoch richtig

zeigt, z. B. für den Minuspol der Spannung U und für eine Heizverbindung eine gemeinsame Verbindung herstellt. Hier fällt am Widerstand R_z dieser Zuleitung eine Wechselspannung ab, die sich der Anodenspannung U überlagert und somit am Verbraucher als zusätzliche Brummspannung U_B zur Wirkung kommt. Beträgt der Heizstrom der Röhre beispielsweise $0,3\ \text{A}$ und der Zuleitungswiderstand nur $0,1\ \Omega$, was einem durchaus normalen Betriebsfall entspricht, so entsteht eine für die meisten Fälle völlig untragbare Brummspannung von $U_B = I_B \cdot R_z = 0,3 \cdot 0,1 = 0,03\ \text{V}$. Zur Vermeidung dieser Brummstörung muß man also für die Anoden- und Heizspannung getrennte Verbindungen herstellen, wie in Bild 3 dargestellt. Entsprechende Voraussetzungen müssen auch im Verbraucher erfüllt sein. In Bild 3 beispielsweise ist dies nicht der Fall; denn hier liegen der Fußpunkt des Gitterwiderstandes und die Katode

an zwei Chassispunkten, zwischen denen ein durch den Heizstrom bedingter Wechselspannungsabfall U_B auftritt. Dieser Spannungsabfall wird im Vergleich zu einer flexiblen Verbindungsleitung (wie in Bild 2) zwar wesentlich kleiner sein, dafür ist er aber zwischen Katode und Gitter wirksam, so daß bei zum Beispiel 50facher Verstärkung, 0,3 A Heizstrom und einem Chassis-Widerstand von $2\text{ m}\Omega$ im Anodenkreis der Röhre wieder eine Brummspannung von 30 mV auftritt. Führt man die Verdrahtung im Verbraucher dagegen nach Bild 2 aus, so läßt sich dieser Brummeinfluß vollkommen vermeiden.

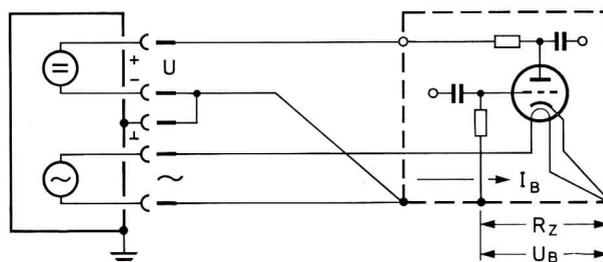


Bild 3. Richtige Verbindung zwischen NGU und Verbraucher, aber Entstehung einer Brummspannung durch falsche Verdrahtung im Verbraucher

Eine weitere Brummstörung kann auftreten, wenn im Verbraucher ein vom Netz gespeister Stromversorgungsteil bereits vorhanden ist und eine der NGU-Spannungen, beispielsweise die Spannung $E_2 = 0 \dots -10\text{ V}$, zur Ausführung eines Versuches zusätzlich gebraucht wird. In einem solchen Fall hängt die Brummspannung nicht nur von der Eigen-Brummspannung des NGU und von den mit Bild 2 und Bild 3 gezeigten Störursachen ab, sondern auch von der Erdung der beiden netzgespeisten Geräte. Diesen Störeinfluß veranschaulicht Bild 4. Auch hier kommt die im Verbraucher störende Brummspannung dadurch zustande, daß durch die erdseitige Zuleitung zwischen NGU und Verbraucher ein Störstrom I_B fließt. Die Quelle dieses Stromes ist meist der zwischen den Schutzleiteranschlüssen A und B bestehende Spannungsabfall U_Q , der besonders dann verhältnismäßig groß sein kann, wenn eine der beiden Netzphasen (der Nulleiter) gleichzeitig Schutzleiter ist und wenn sich zwischen den beiden Schukodosen eine längere Leitung befindet. Dabei kann dieser Spannungsabfall

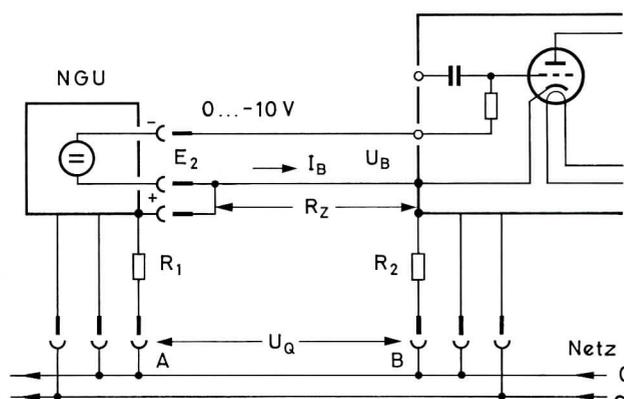


Bild 4. Entstehung einer Brummspannung, wenn zwischen den Schutzleiteranschlüssen A und B der Netzsteckdosen ein Spannungsabfall U_Q besteht

nicht nur durch die Stromaufnahme des NGU bedingt sein, sondern auch noch durch weitere Geräte, die nach dem NGU an der gleichen Leitung angeschlossen sind.

Da der Erdung von Geräten in Laboratorien und Prüffeldern nicht immer gebührende Beachtung geschenkt wird, sei zur Anordnung nach Bild 4 ein Zahlenbeispiel angeführt, um zu erweisen, wie sich ein solcher zunächst belanglos erscheinender Spannungsabfall U_Q auswirkt: Die Leitung zwischen den beiden Schukodosen habe eine Länge von etwa 1 m, einen Querschnitt von 2 mm^2 ($\approx 0,0087 \Omega$) und werde von 2 A durchflossen. Die Widerstände R_1 und R_2 der Schutzleiter (in den Netzkabeln) sowie der Widerstand R_z der Zuleitung betragen je $0,1 \Omega$. Hiermit besteht zwischen den Schutzleiteranschlüssen A und B ein Spannungsabfall $U_Q = 2 \cdot 0,0087 = 0,017 \text{ V}$ und an der erdseitigen Zuleitung (R_z) ein Spannungsabfall, der sich am Verbraucher als Brummspannung

$$U_B = U_Q \frac{R_z}{R_1 + R_z + R_2} = 0,017 \frac{0,1}{0,1 + 0,1 + 0,1} = 0,0051 \text{ V}$$

auswirkt. Das ist also die rund 500fache Brummspannung des NGU ($< 10 \mu\text{V}$ für E_2). Die Unterbindung dieser so entstandenen Brummspannung ist sehr einfach: Man braucht ja nur dafür zu sorgen, daß zwischen den beiden Steckdosen kein Spannungsabfall auftreten kann. Das geschieht am einfachsten dadurch, daß man die beiden Netzstecker in möglichst benachbarte Schukodosen steckt, am besten in eine Doppel-Steckdose.

Weitere Störquellen, die oft nicht genügend beachtet werden, sind stark streuende Netztransformatoren (z. B. von magnetischen Spannungskonstanzhaltern). Wenn das Streufeld eines solchen Transformators in die Leiterschleife $R_1-R_z-R_2$ (nach Bild 4) eine Spannung induziert, so hat diese die gleiche Auswirkung wie ein zwischen den Schutzleiteranschlüssen A und B bestehender Spannungsabfall. Falls eine solche Störquelle vorhanden ist und durch Verändern der örtlichen Lage nicht beseitigt werden kann, so empfiehlt es sich, die Netzkabel von NGU und Verbraucher so zu führen, daß die induzierte Spannung unmerklich klein ist.

3.3. Entnahme der Spannungen U, E_1 und E_2

Durch die Beschriftung der Frontplatte ist deutlich gekennzeichnet, mit welchen Knöpfen die drei Gleichspannungen geregelt und an welchen Buchsen sie entnommen werden können. Hinzu sei nur erwähnt, daß die von 100 bis 300 V regelbare Spannung U jeweils die Summe von Schalterspannung und Reglerspannung ist. Durch einen Verbindungsstrich ist auch angedeutet, daß die Minusbuchse der Spannung U mit der gemeinsamen Plusbuchse der Spannungen E_1 und E_2 im Gerät verbunden ist.

Alle drei Spannungen sind erdfrei, d. h., es ist keine der fünf Anschlußbuchsen mit dem Gerätegehäuse (Masse) verbunden. Falls zum Beispiel der U-Minuspol und der

E_1 - E_2 -Pluspol an Masse (Erde) gelegt werden sollen, so kann dies am Verbraucher oder am Netzgerät geschehen. Vorzugsweise soll man am Netzgerät und am Verbraucher erden. Am NGU dient hierzu die mit einem Massezeichen gekennzeichnete Buchse. Somit sind alle drei Spannungen durch den Schutzleiter des Netzkabels mit dem Nulleiter (Erde) des Netzes verbunden und die im Abschnitt 3.2.1. empfohlene Sicherheitsmaßnahme getroffen.

Mit dem Kippschalter „Gleichspannung“ (etwa in der Mitte der Frontplatte) kann man, wie es beim Arbeiten an Versuchsgeräten meist erwünscht ist, die Spannung U und die beiden Spannungen E_1 und E_2 gemeinsam ausschalten. Die über diesem Schalter eingebaute Lampe macht durch ihr Leuchten darauf aufmerksam, daß die Gleichspannungen eingeschaltet sind.

3.4. Entnahme der Wechselspannungen

Diese an der unteren Buchsenreihe entnehmbaren Spannungen sind weder regelbar noch stabilisiert. Sie sind jedoch so bemessen, daß fast alle üblichen Röhrenheizungen unmittelbar gespeist werden können. Die drei Wicklungen 0–6,3 V, 0–4 V–6,3 V und 0–15 V–18 V–21,5 V sind voneinander galvanisch getrennt und erdfrei. Man kann die Wicklungen auch in Reihe schalten und so weitere Spannungswerte herstellen. Auf die Buchsenreihe gesehen, haben alle drei Wicklungen den gleichen Wicklungssinn. Verbindet man zum Beispiel (von links nach rechts) die zweite Buchse mit der dritten und die fünfte mit der sechsten, dann erhält man von der ersten Buchse ausgegangen die Spannungsreihe 0–6,3–10,3–12,6–27,6–30,6–34,1 V und von der neunten Buchse ausgegangen die Reihe 0–3,5–6,5–21,5–23,8–27,8–34,1 V. Weitere Zwischenwerte kann man herstellen, indem man Wicklungen gegeneinanderschaltet. So erhält man beispielsweise die Differenzspannung 2,4 V, wenn man die 15-V-Wicklung und die beiden (in Reihe geschalteten) 6,3-V-Wicklungen gegeneinanderschaltet. Hierbei sind also die zweite Buchse mit der dritten, die fünfte mit der siebenten zu verbinden und die Spannung 2,4 V an der ersten und sechsten Buchse zu entnehmen. Verbindet man die erste Buchse mit der achten, so erhält man an der zweiten und sechsten Buchse 11,7 V. Werden die dritte und achte Buchse verbunden, so stehen an der vierten und sechsten Buchse 14 V zur Verfügung. So kann man durch Reihen- und Gegeneinanderschalten rund 30 verschiedene, zwischen 0 und 34,1 V liegende Wechselspannungen herstellen.

3.5. Hintereinanderschalten der Spannungen U zweier Geräte NGU

Durch Hintereinanderschalten der Spannungen U zweier Netzgeräte dieser Type kann man eine von 200 bis 600 V regelbare und bis 100 mA belastbare Spannungsquelle herstellen. Es empfiehlt sich eine Anordnung nach Bild 5. Die beiden Geräte kann man so ohne Abgleitgefahr übereinanderstellen und beansprucht dabei keinen zusätzlichen

Platz. Die Ausgangsspannung U der Reihenschaltung ist jeweils die Summe der an den beiden U-Schaltern und an den beiden U-Reglern eingestellten Spannung, das heißt, nach der im Bild benutzten Schalter- und Reglerkennzeichnung ist $U = A + B + C + D$.

Wenn der zu speisende Verbraucher die Erdung des negativen Pols der Spannung U zuläßt, so kann man neben U auch die beiden negativen Spannungen $E_1 = 0 \dots -100\text{V}$ und $E_2 = 0 \dots -10\text{V}$ jedes Gerätes verwenden. Verlangt der Verbraucher dagegen die Erdung des Pluspols, wie es zum Beispiel bei einem mit einer Scheibentriode bestückten Dezimeterwellen-Oszillator der Fall sein kann, so müssen die Buchsen von E_1 und E_2 an beiden Geräten frei bleiben.

3.6. Parallelschalten der Spannungen U zweier Geräte NGU

Eine von 100 bis 300 V stetig regelbare und bis 200 mA belastbare Spannungsquelle erhält man durch Parallelschalten der Spannungen U zweier Netzgeräte dieser Type. Bild 6 zeigt die Anordnung. Man beachte hierbei, daß vor dem Belasten eine Verbindung hergestellt werden muß von der Buchse P des einen Gerätes zur Buchse P des anderen Gerätes. Würde man die parallelgeschalteten Geräte ohne diese Verbindung belasten, so würde die ganze Last auf das Gerät entfallen, das gerade auf die größere Spannung eingestellt ist. Hierdurch könnte dieses Gerät, wenn es sich nicht um eine kurzzeitige Überlastung handelt, beschädigt werden.

Bei der Parallelschaltung erhält man stets die Spannung desjenigen Gerätes, das auf die kleinere Spannung eingestellt ist, das heißt, nach der im Bild benutzten Schalter- und Reglerkennzeichnung ist $U = A + B$, wenn $A + B$ kleiner ist als $C + D$, oder $U = C + D$, wenn $A + B$ größer ist als $C + D$. Man muß natürlich wenigstens die Schalter A und C auf die gleiche Spannungsstufe stellen, damit die beiden Geräte annähernd gleich belastet sind und der größtmögliche Strom entnehmbar ist. Dabei läßt man den Regler D auf 11 V eingestellt, dann kann man U mit dem Regler B um 11 V stetig verändern.

3.7. Gegeneinanderschalten der Spannungen U zweier Geräte NGU

Eine von 0 bis 100 V stetig regelbare und bis 100 mA belastbare Spannungsquelle, wie sie nicht nur in Laboratorien, sondern auch in Prüffeldern für viele Meßzwecke oft gebraucht wird, erhält man durch Gegeneinanderschalten der Spannungen U zweier Netzgeräte dieser Type. Eine solche Spannungsquelle benötigt man zum Beispiel zur Vormagnetisierung von Drosselspulen oder Übertragern beim Messen der betriebsmäßigen Selbstinduktion oder wegen ihrer guten Stabilität zur Eichung von Gleichstrominstrumenten. Bild 7 zeigt die Anordnung der Gegeneinanderschaltung. Da in

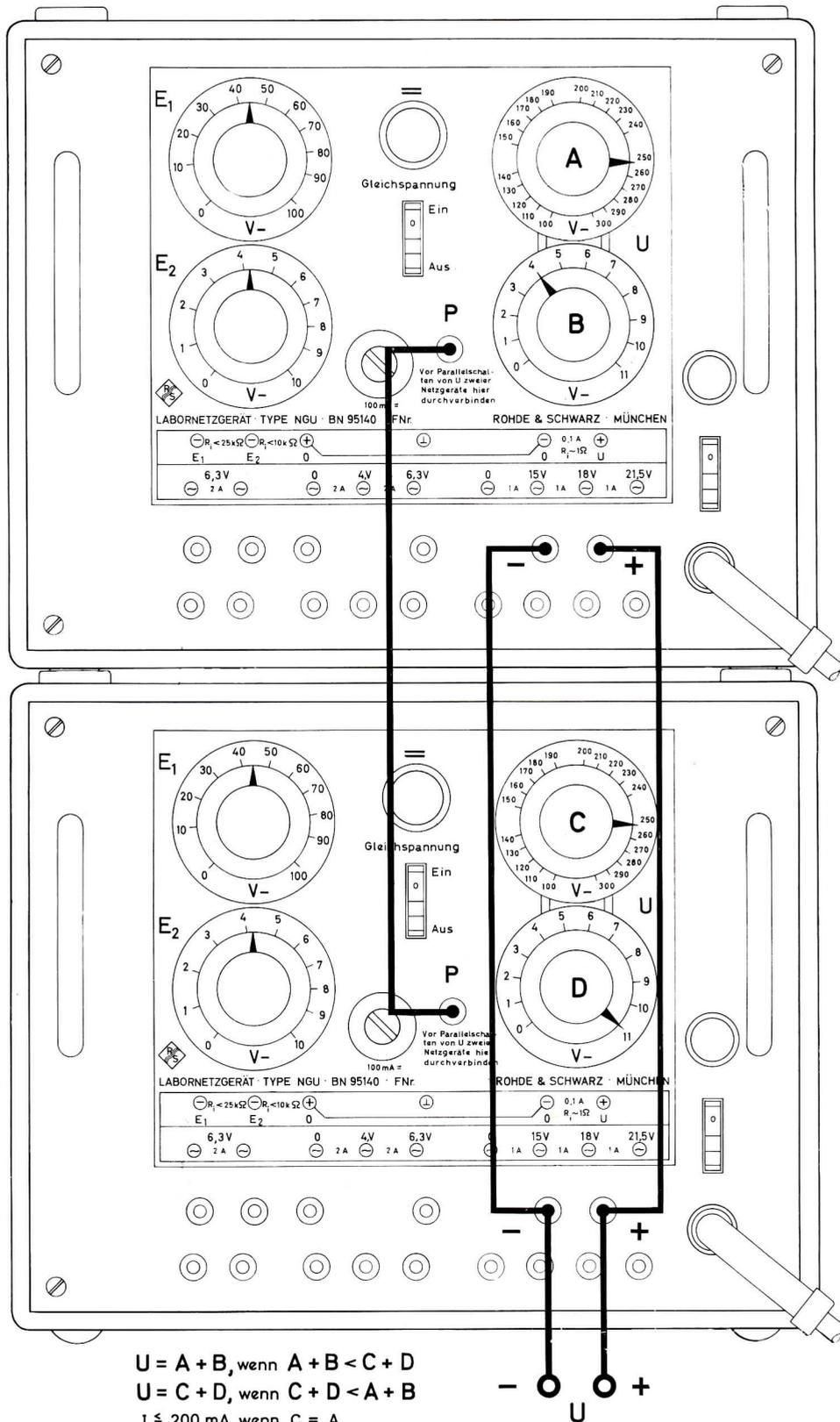


Bild 6. Parallelschalten der Spannungen U zweier Netzgeräte NGU zur Herstellung einer von 100 bis 300 V regelbaren und bis 200 mA belastbaren Spannungsquelle. Die Verbindung P-P muß vor dem Belasten hergestellt werden

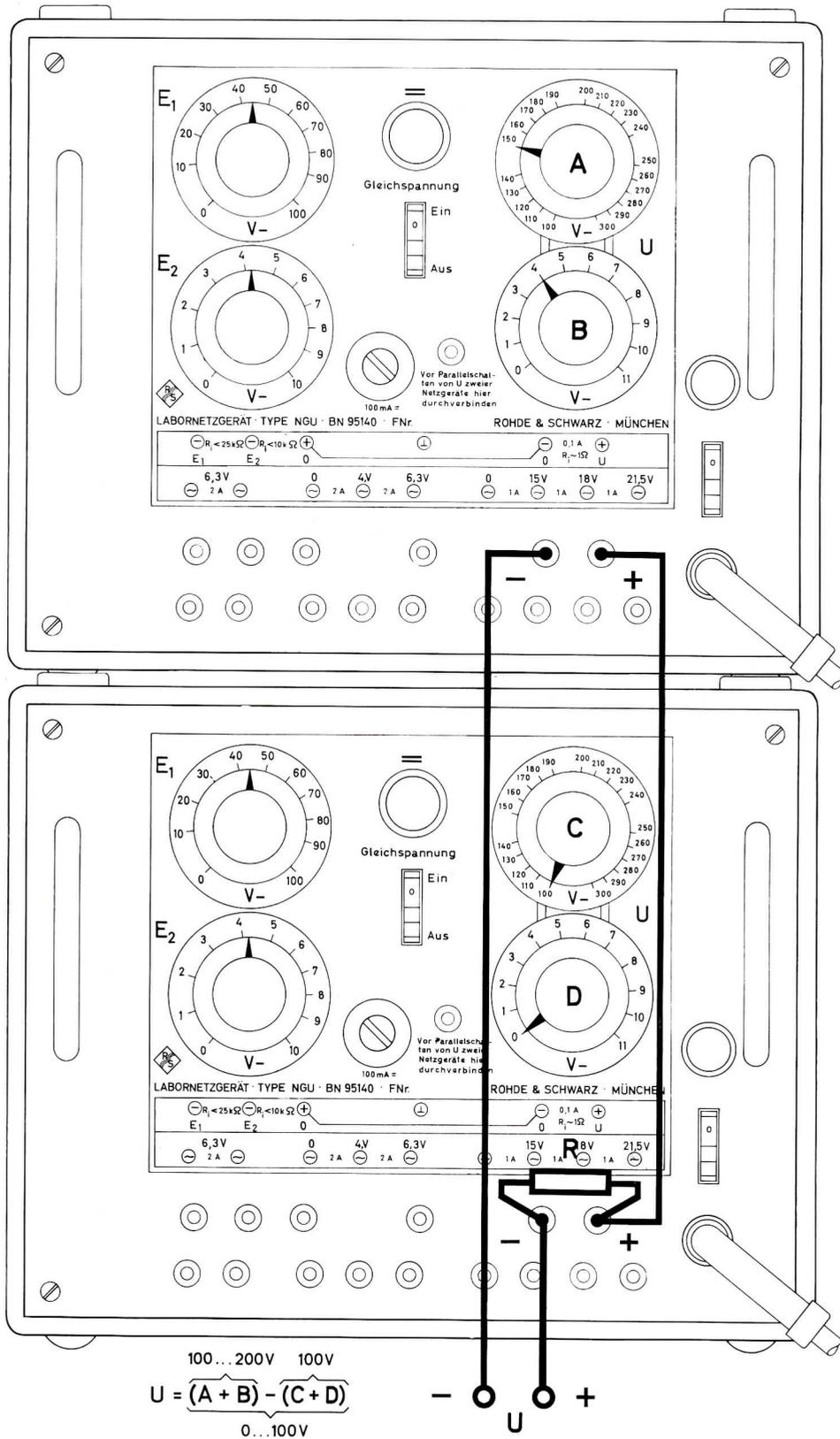


Bild 7. Gegeneinanderschalten der Spannungen U zweier Netzgeräte NGU zur Herstellung einer von $0 \dots 100V$ regelbaren und bis $100mA$ belastbaren Spannungsquelle

jedem Gerät wegen der eingebauten Stromregelröhre der Strom nur in einer Richtung fließen kann, muß das eine oder andere Gerät mit einem entsprechend bemessenen Widerstand belastet werden. In Bild 7 ist das untere Gerät belastet; denn hierbei kann dieses Gerät auf die kleinste Spannung $C+D = 100\text{ V} + 0\text{ V}$ eingestellt bleiben und die gewünschte Differenzspannung $U = (A+B) - (C+D)$ am oberen Gerät mit $A+B = 100 \dots 200\text{ V}$ bequem geregelt werden. Der Ohmwert und die Belastbarkeit des der Spannung $C+D$ parallelgeschalteten Widerstandes R richtet sich einerseits nach dem erforderlichen Verbraucherstrom I , andererseits nach dem höchstzulässigen Strom $I_{zul.} = 100\text{ mA}$. Für die empfohlene Spannungseinstellung $A+B \geq C+D$ wird gefordert, daß

$$\frac{C+D}{I} \geq R \geq \frac{C+D}{I_{zul.}}$$

ist. Man wird also der Spannung $C+D$ einen Widerstand mit $1000\ \Omega$ und 10 W Belastbarkeit parallelschalten müssen, um bei einer maximalen Differenzspannung von 100 V einen maximalen Verbraucherstrom von 100 mA entnehmen zu können.

4. Wirkungsweise und Aufbau

Primärseitig ist das Gerät für die Netzwechselfspannungen 110 V und 220 V eingerichtet und mit den beiden 1-A-Sicherungen $Si1-Si2$ versehen. (Siehe Stromlauf.) Bei 110 V sind die beiden Primärwicklungen 1-19 und 2-20 parallelgeschaltet. Hierbei liegt jede dieser Wicklungen mit einer 1-A-Sicherung in Reihe. Bei 220 V sind die beiden Wicklungen und die beiden 1-A-Sicherungen hintereinandergeschaltet.

Die von 100 bis 300 V regelbare **Gleichspannung U** wird durch den Gleichrichter $Gl1-Gl2$ erzeugt und durch die drei Röhren $Rö1-Rö2-Rö5$ stabilisiert. Hiervon ist $Rö1$ die vom gesamten entnehmbaren Strom durchflossene Stromregelröhre, $Rö2$ ist die Steuerröhre von $Rö1$, und $Rö5$ ist eine Stabilisatorröhre zur Aufrechterhaltung einer bestimmten Grundgittervorspannung von $Rö2$. Sinkt zum Beispiel die Netzspannung, so sinkt zunächst auch die zwischen $Rö1$ -Katode und Minusleitung bestehende Spannung. Hierdurch wird die am $Rö2$ -Steuergitter wirksame Vorspannung negativer und somit der Anodenstrom dieser Röhre kleiner. Dadurch wird der Spannungsabfall am Anodenwiderstand $R1+R2$ kleiner und somit auch die Gittervorspannung der Stromregelröhre weniger negativ. Dies wiederum hat eine entsprechende Verkleinerung des Spannungsabfalles an der Anoden-Katodenstrecke zur Folge, so daß die zwischen $Rö1$ -Katode und Minusleitung auftretende Ausgangsspannung U nahezu auf den ursprünglichen Betrag ansteigt.

Die stufenweise Regelung der Spannung U geschieht einerseits durch Umschalten der dem Gleichrichter G11–G12 zugeführten Wechselspannung, andererseits durch Umschalten der Steuergitter- und Schirmgitterspannung von RÖ2. Die Wicklungsabgriffe am Netztransformator und die mittels S3II–S3III umschaltbaren Teilerwiderstände sind so bemessen, daß sich die Ausgangsspannung um genau 10 V je Schaltstufe ändert. Zur Einstellung beliebiger Zwischenwerte innerhalb jeder 10-V-Stufe dient der von 0...11 V geeichte Regelwiderstand R32.

Zur Herabsetzung der Brummspannung auf weniger als ein Millionstel der jeweils eingestellten Ausgangsspannung sind verschiedene Schaltmaßnahmen getroffen. Einerseits sind hierzu die Schirmgitterspannung von RÖ1 durch das LC-Glied L1–C2 und die Anodenspannung von RÖ2 durch das anschließende RC-Glied R1–C3 gut gefiltert, andererseits ist eine Brummkompensation wirksam, die kurz folgendermaßen arbeitet: die zwischen RÖ1-Katode und Minusleitung bestehende Brummspannung gelangt über C4 an das Steuergitter von RÖ2 und tritt an deren Anode um 180° phasenverschoben und verstärkt auf. Diese gegenphasige Spannung besteht hiermit auch am Steuergitter der Stromregelröhre RÖ1 und kompensiert so die zwischen RÖ1-Katode und Minusleitung auftretende Brummspannung auf einen kleinen Betrag herab, der auch bei der größten eingestellten Ausgangsspannung (300 V) stets unter etwa $200 \mu\text{V}$ bleibt.

Gegenüber anderen Stabilisatorschaltungen ähnlicher Art weist diese Schaltung den beachtenswerten Vorteil auf, daß zur Erzeugung eines höheren Verbraucherstromes ($> 100 \text{ mA}$) zwei Geräte dieser Type parallelgeschaltet werden können. Hierzu ist die an der RÖ2-Anode liegende Spannung über das Kabel K3 an die von außen zugängliche Buchse P geführt, die vor dem Parallelschalten der Spannungen U mit der gleichen Buchse des zweiten Gerätes verbunden werden muß. Durch diese Verbindung ist stets die Steuerröhre RÖ2 desjenigen Gerätes stromführend und somit für die Höhe der Ausgangsspannung bestimmend, an dem die kleinere Spannung U eingestellt ist. Verständlicherweise muß man hierbei an beiden Geräten auf die gleiche Spannungsstufe einstellen, damit sie annähernd gleich belastet werden und der größtmögliche Strom (200 mA) entnehmbar ist. Zur stetigen Spannungsregelung innerhalb jeder der 21 10-V-Stufen dient auch hierbei der Regelwiderstand R32 des einen oder anderen Gerätes.

Beim Arbeiten an Versuchsaufbauten ist es meist erwünscht, die Anodenspannung ausschalten zu können, während man die Heizspannung in Betrieb läßt. Dies ermöglicht auf bequeme Weise der in der Mitte der Frontplatte eingebaute Schalter S2I. Während man an der (über dem Netzschalter eingebauten) Zwergglimmlampe R11 ersehen kann, ob das ganze Gerät in Betrieb ist, kann man an der (über dem Schalter S2I eingebauten) Zwergglimmlampe R12 erkennen, ob die Gleichspannung eingeschaltet ist.

Die beiden **Gleichspannungen E_1 und E_2** werden durch den Gleichrichter G13 erzeugt, durch das LC-Glied L2–C8 gefiltert und durch die beiden Röhren Rö3 und Rö4 auf ganz ähnliche Weise stabilisiert wie die Gleichspannung U. Für die Stromregelröhre (Rö3I) und die Steuerröhre (Rö3II) ist hier eine Doppeltriode eingesetzt; denn von dieser Spannungsquelle, die ja vorwiegend zur Lieferung von Gittervorspannungen bestimmt ist, wird keine größere Leistung gefordert. Die Stabilisierung arbeitet hier kurz wie folgt: Steigt zum Beispiel die Netzspannung, so steigt zunächst auch die am Teiler R20–R21–R22 bestehende Spannung. Hierdurch wird das Gitter der Steuerröhre Rö3II weniger negativ, deren Anodenstrom größer und damit auch der Spannungsabfall am Anodenwiderstand R18 größer. Hiermit wird auch das Gitter der Stromregelröhre Rö3I negativer und der Spannungsabfall an der Anoden-Katodenstrecke in dem Maße größer, daß die an R20–R21–R22 liegende Spannung nahezu auf den ursprünglichen Betrag sinkt.

Zur Regelung der Spannung E_1 dient das von 0 ... 100 V geeichte Potentiometer R35, zur Regelung der Spannung E_2 das Potentiometer R36. Die Spannungen sind durch R26–R33–C10 bzw. durch R27–R34–C11 so gut gefiltert, daß die Brummspannung nur noch max. 30 μV bzw. 10 μV beträgt. Der Schalter S2II ist mit dem Schalter S2I gekuppelt und hat dieselbe Aufgabe.

5. Röhrenwechsel

Die Röhren Rö1 = EL 34, Rö2 = EF 80 und Rö3 = ECC 82 kann man ohne weiteres durch typengleiche Exemplare ersetzen. Irgendwelche Nachregelungen sind nicht erforderlich. Von diesen Röhren ist Rö1 der größten Belastung ausgesetzt. Verminderte Leistungsfähigkeit macht sich durch eine größere Brummspannung und durch eine verringerte Spannungs Konstanz bemerkbar. Beides läßt sich mit einem geeigneten Voltmeter an den Ausgangsbuchsen nachprüfen. Die Brummspannung der Spannung U darf 200 μV nicht überschreiten. Die Änderung von U darf bei einer Netzspannungsänderung von –15 bis +10% nicht größer sein als etwa $\pm 0,2\text{V}$.

Nach dem Auswechseln der Stabilisatorröhre Rö5 = 85 A 2 empfiehlt es sich, die Ausgangsspannung nachzumessen. Eine Abweichung ist auf unterschiedliche Brennspannung zurückzuführen. Die Messung führt man am besten bei $U = 150\text{V}$ aus, d. h. bei Schaltstufe = 150 V und Reglerstellung = 0 V. Zur Wiederherstellung der Soll-Ausgangsspannung kann man entweder eine geeignete Röhre aussuchen oder den (im

Gerät zugänglichen) Regler R31 entsprechend nachstellen. Zum Messen kann eines der üblichen Instrumente mit $1000 \Omega/V$ verwendet werden; es soll jedoch eine Genauigkeit von etwa $\pm 1\%$ aufweisen.

Für die Auswechslung der Stabilisatorröhre R_{ö4} = 85 A 2 gilt grundsätzlich das über R_{ö5} Gesagte. Die Ausgangsspannungen E_1 und E_2 muß man hier jedoch (wegen $R_i = 25 \text{ k}\Omega$) mit einem Voltmeter nachmessen, das einen Eingangswiderstand von mindestens $2,5 \text{ M}\Omega$ aufweist. Man benötigt also ein Röhrenvoltmeter, so zum Beispiel unser Spannungs-Strom-Widerstands-Meßgerät Type URI mit einem Eingangswiderstand von $10 \text{ M}\Omega$ und einer Genauigkeit von $\pm 2\%$. Zur Berichtigung der Ausgangsspannungen E_1 und E_2 stellt man beide Regler auf die höchste Spannung und gleicht dann die (im Gerät zugänglichen) Regelwiderstände R33 und R34 entsprechend ab.

6. Schalteilliste

Kenn- zeichen	Benennung	Wert	R & S-Sach-Nr.	Örtliche Lage im Gerät		
				Bild	Planquadrat	Bemerkung
C 1	MP-Kondensator	16 μ F/500 V	CMR 16/500	10	M - 11	
C 2	MP-Kondensator	8 μ F/500 V	CMR 8 + 8/500	10	J - 11	
C 3	MP-Kondensator	8 μ F/500 V				
C 4	MP-Kondensator	2 μ F/500 V	CMR 2/500	8	J - 16	
C 5	MP-Kondensator	16 μ F/350 V	CMR 8 + 8/350 parallel	10	K - 8	
C 6	Papierkondensator	100 000 pF/630 V	CPK 100 000/630	8	F - 10	
C 7	MP-Kondensator	8 μ F/350 V	CMR 8/350	8	N - 3	
C 8	MP-Kondensator	8 μ F/350 V	CMR 8/350	8	K - 3	
C 9	MP-Kondensator	2 μ F/160 V	CMR 2/160	8	D - 19	
C 10	MP-Kondensator	16 μ F/160 V	CMR 16/160	10	G - 9	
C 11	Elektrolytkondensator	50 μ F/15 V	CED 21/50/15	8	D - 17	
C 12	Kf-Kondensator	1000 pF/500 V	CKS 1000/500	10	O - 3	
G 1	Netzgleichrichter	250 V/120 mA	GNV 19/250/120 M	8	I - 19	
G 2	Netzgleichrichter	250 V/120 mA	GNV 19/250/120 M	8	F - 19	
G 3	Netzgleichrichter	300 V/75 mA	GNB 19/300/75 M	8	F - 8	
K 1	Hochfr.-Kabel		LKK 61900	10	D - 3	
K 2	Hochfr.-Kabel		LKK 61900	10	D - 15	
K 3	Hochfr.-Kabel		LKK 61900	10	O - 11	
K 4	Abgesch. Leitung		LFA 03022	8	G - 17	
K 5	Anschlußkabel		LK 303	8	A - 2	

Kenn- zeichen	Benennung	Wert	R & S-Sach-Nr.	Örtliche Lage im Gerät		Bild	Planquadrat	Bemerkung
L 1	Drossel		95140 - 23			8	G - 15	
L 2	Drossel							
R 1	Schichtwiderstand	200 k Ω /0,5 W	WF 200 k/0,5			10	I - 11	
R 2	Schichtwiderstand	500 k Ω /0,5 W	WF 500 k/0,5			10	K - 4	
R 3	Schichtwiderstand	10 k Ω /0,5 W	WF 10 k/0,5			10	O - 7	
R 4	Drahtwiderstand	1,25 Ω /0,5 W	WD 1,25/0,5			10	N - 6	
R 5	Schichtwiderstand	20 k Ω /0,5 W	WF 20 k/0,5			10	F - 4	
R 6	Schichtwiderstand	20 k Ω /0,5 W	WF 20 k/0,5			8	G - 5	
R 7	Schichtwiderstand	20 k Ω /0,5 W	WF 20 k/0,5			8	F - 4	
R 8	Schichtwiderstand	20 k Ω /0,5 W	WF 20 k/0,5			8	G - 4	
R 9	Schichtwiderstand	30 k Ω /0,5 W	WF 30 k/0,5			8	F - 7	
R 10	Schichtwiderstand	160 k Ω \pm 1%/0,5 W	WF 160 k/1/0,5			8	I - 6	
R 11	Schichtwiderstand	80 k Ω /0,5 W	WF 80 k/0,5			8	H - 1	
R 12	Schicht-Drehwiderstand	1 M Ω lin.	WS 9122 F/1 M			8	H - 1	
R 14	Schichtwiderstand	2,5 k Ω /0,5 W	WF 2,5 k/0,5			10	F - 4	
R 15	Drahtwiderstand	1 Ω /0,5 W	WD 1/0,5			10	L - 7	
R 16	Schichtwiderstand	30 k Ω /0,5 W	WF 30 k/0,5			10	M - 1	
R 18	Schichtwiderstand	500 k Ω /0,5 W	WF 500 k/0,5			10	K - 2	
R 19	Schichtwiderstand	1 M Ω /0,5 W	WF 1 M/0,5			10	I - 4	
R 20	Schichtwiderstand	10 k Ω /0,25 W	WF 10 k/0,25			10	H - 4	
R 21	Schichtwiderstand	160 k Ω \pm 1%/0,5 W	WF 160 k/1/0,5			10	H - 4	
R 22	Schichtwiderstand	160 k Ω \pm 1%/0,5 W	WF 160 k/1/0,5			10	G - 4	
R 23	Schichtwiderstand	80 k Ω /0,25 W	WF 80 k/0,25			10	N - 4	

Kenn- zeichen	Benennung	Wert	R & S-Sach-Nr.	Örtliche Lage im Gerät		
				Bild	Planquadrat	Bemerkung
R 24	Schichtwiderstand	$125\text{ k}\Omega \pm 1\%/0,5\text{ W}$	WF 125 k/1/0,5	10	K-4	
R 25	Schichtwiderstand	$2,5\text{ k}\Omega/0,5\text{ W}$	WF 2,5 k/0,5	10	J-4	
R 26	Schichtwiderstand	$8\text{ k}\Omega/1\text{ W}$	WF 8 k/1	10	I-16	
R 27	Schichtwiderstand	$125\text{ k}\Omega \pm 1\%/0,5\text{ W}$	WF 125 k/1/0,5	10	I-15	
R 28	Schichtwiderstand	$500\text{ k}\Omega/0,5\text{ W}$	WF 500 k/0,5	10	E-11	
R 30	Schichtwiderstand	$16\text{ k}\Omega/0,5\text{ W}$	WF 16 k/0,5	10	F-10	
R 31	Schicht-Drehwiderstand	$10\text{ k}\Omega\text{ lin.}$	WS 9122 F/10 k	8	K-17	Bild 9 / B-17
R 32	Draht-Drehwiderstand	$20\text{ k}\Omega\text{ lin.}$	WR 10/20 k	10	C-15	
R 33	Draht-Drehwiderstand	$8\text{ k}\Omega\text{ lin.}$	WR 4 F/8 k	8	E-16	
R 34	Schicht-Drehwiderstand	$50\text{ k}\Omega\text{ lin.}$	WS 9122 F/50 k	8	K-15	Bild 9 / B-15
R 35	Draht-Drehwiderstand	$20\text{ k}\Omega\text{ lin.}$	WR 10/20 k	8	D-15	
R 36	Draht-Drehwiderstand	$10\text{ k}\Omega\text{ lin.}$	WR 10/10 k	10	D-6	
R 37	Schichtwiderstand	$1\text{ M}\Omega/0,25\text{ W}$	WF 1 M/0,25	8	G-16	
R 38	Schichtwiderstand	$500\text{ k}\Omega/0,25\text{ W}$	WF 500 k/0,25	8	G-14	
R 40	Schichtwiderstand	$16\text{ k}\Omega \pm 1\%/0,1\text{ W}$	WF 16 k/1/0,1	9	A-6	
R 41	Schichtwiderstand	$16\text{ k}\Omega \pm 1\%/0,1\text{ W}$	WF 16 k/1/0,1	9	A-5	
R 42	Schichtwiderstand	$16\text{ k}\Omega \pm 1\%/0,1\text{ W}$	WF 16 k/1/0,1	9	A-5	
R 44	Schichtwiderstand	$16\text{ k}\Omega \pm 1\%/0,1\text{ W}$	WF 16 k/1/0,1	9	C-5	
R 45	Schichtwiderstand	$16\text{ k}\Omega \pm 1\%/0,1\text{ W}$	WF 16 k/1/0,1	9	C-5	
R 46	Schichtwiderstand	$16\text{ k}\Omega \pm 1\%/0,1\text{ W}$	WF 16 k/1/0,1	9	C-5	
R 47	Schichtwiderstand	$16\text{ k}\Omega \pm 1\%/0,1\text{ W}$	WF 16 k/1/0,1	9	C-5	
R 48	Schichtwiderstand	$16\text{ k}\Omega \pm 1\%/0,1\text{ W}$	WF 16 k/1/0,1	9	C-5	
R 49	Schichtwiderstand	$16\text{ k}\Omega \pm 1\%/0,1\text{ W}$	WF 16 k/1/0,1	9	C-5	
R 50	Schichtwiderstand	$16\text{ k}\Omega \pm 1\%/0,1\text{ W}$	WF 16 k/1/0,1	9	C-5	
R 51	Schichtwiderstand	$16\text{ k}\Omega \pm 1\%/0,1\text{ W}$	WF 16 k/1/0,1	9	C-5	

Kenn- zeichen	Benennung	Wert	R & S-Sach-Nr.	Ortliche Lage im Gerät	
				Bild	Planquadrat
R 52	Schichtwiderstand	16 kΩ ± 1%/0,1 W	WF 16 k/1/0,1	9	C - 5
R 53	Schichtwiderstand	16 kΩ ± 1%/0,1 W	WF 16 k/1/0,1	9	C - 5
R 54	Schichtwiderstand	16 kΩ ± 1%/0,1 W	WF 16 k/1/0,1	9	D - 6
R 55	Schichtwiderstand	16 kΩ ± 1%/0,1 W	WF 16 k/1/0,1	9	D - 7
R 56	Schichtwiderstand	16 kΩ ± 1%/0,1 W	WF 16 k/1/0,1	9	C - 7
R 57	Schichtwiderstand	16 kΩ ± 1%/0,1 W	WF 16 k/1/0,1	9	C - 7
R 58	Schichtwiderstand	16 kΩ ± 1%/0,1 W	WF 16 k/1/0,1	9	B - 7
R 59	Schichtwiderstand	16 kΩ ± 1%/0,1 W	WF 16 k/1/0,1	9	B - 7
RI 1	Zwergglimmlampe	220 V	RL 210	8	B - 2
RI 2	Zwergglimmlampe	220 V	RL 210	8	B - 10
Rö 1	End-Pentode		EL 34	8	M - 13
Rö 2	Pentode		EF 80	8	M - 15
Rö 3	Duo-Triode		ECC 82	8	M - 17
Rö 4	Stabilisator		85 A 2	8	N - 18
Rö 5	Stabilisator		85 A 2	8	L - 18
S 1	Netzschalterkombination		SRK 2	10	C - 19
S 2	Kippschalter		SR 122/3	10	C - 10
S 3	Stufenschalter		SRW 13315	8	C - 5
S 4	Spannungswähler		95140 - 24	8	E - 1
Si 1	Schmelzeinsatz	1 A	1 C DIN 41571	8	F - 1
Si 2	Schmelzeinsatz	1 A	1 C DIN 41571	8	F - 1
Si 3	Schmelzeinsatz	100 mA	0,1 C DIN 41571	10	B - 9
Tr 1	Netztransformator		95140 - 20	9	J - 3

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 derselben einsenden. Dabei bitten wir, unbedingt anzugeben:

Nummer, Datum und Diktatzeichen der Rechnung;

Type und Fertigungsnummer (FNr.) des Gerätes;

Bezeichnung des Röhrenschadens.

ROHDE & SCHWARZ · MÜNCHEN

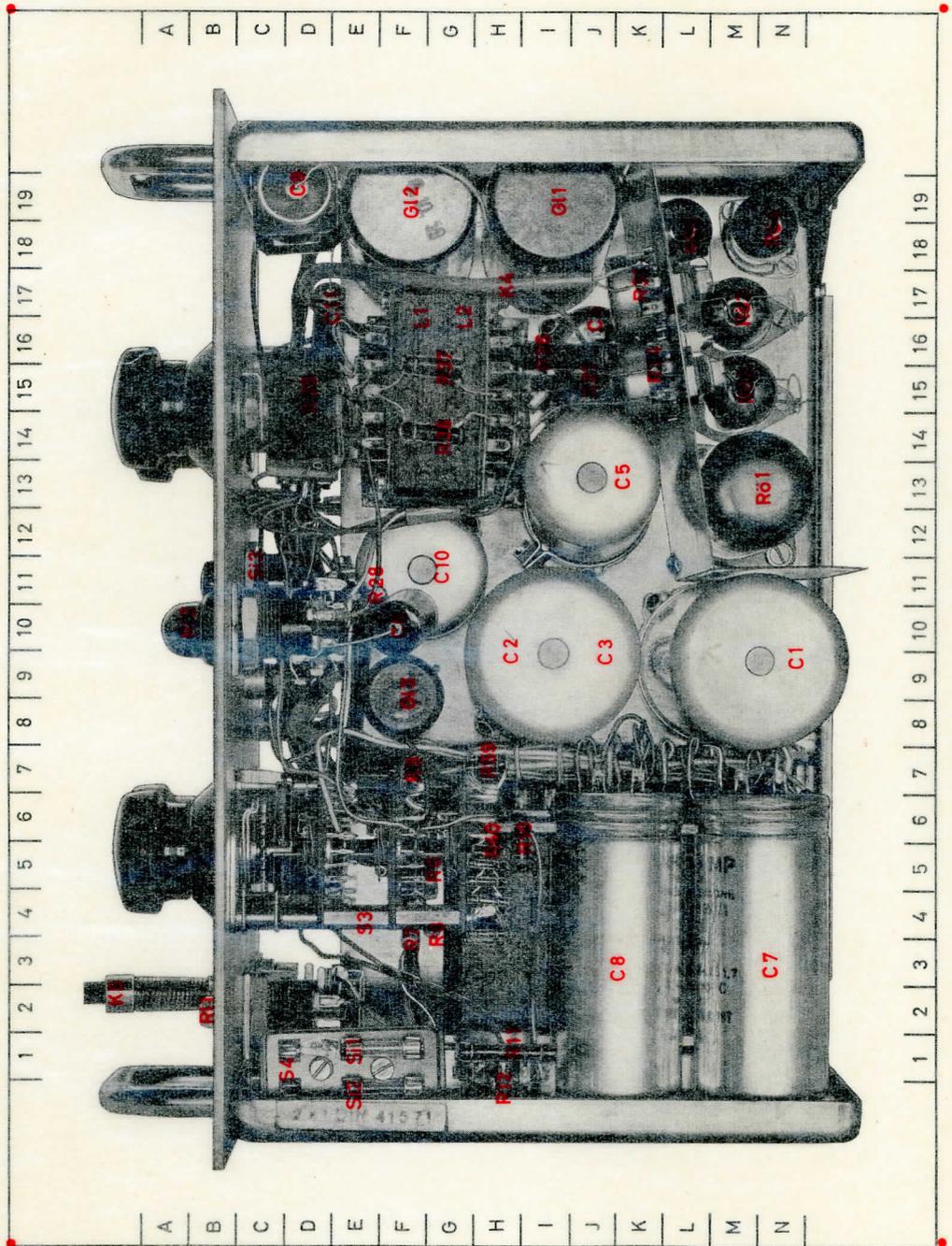


Bild 8. Ansicht von oben

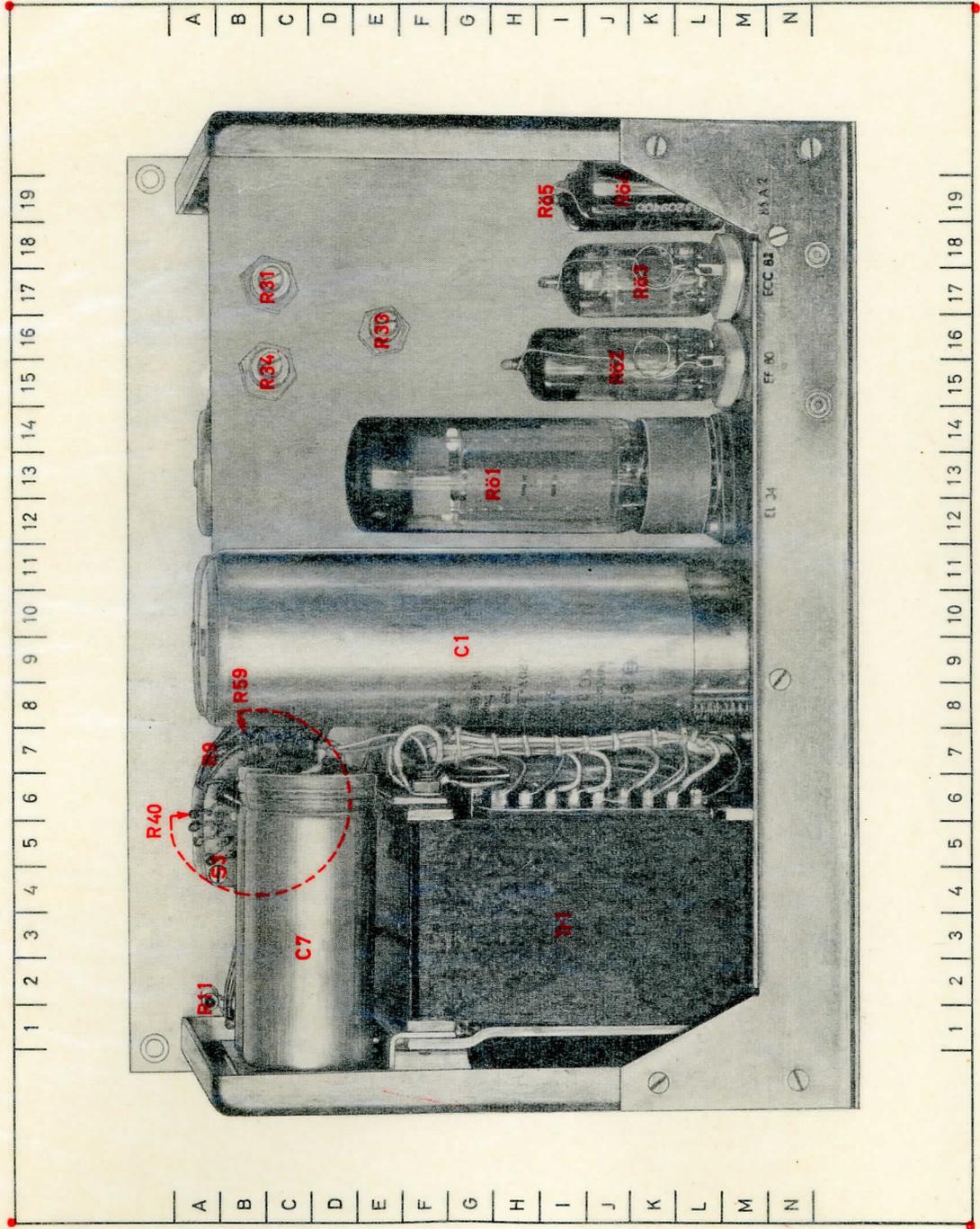


Bild 9. Ansicht von hinten

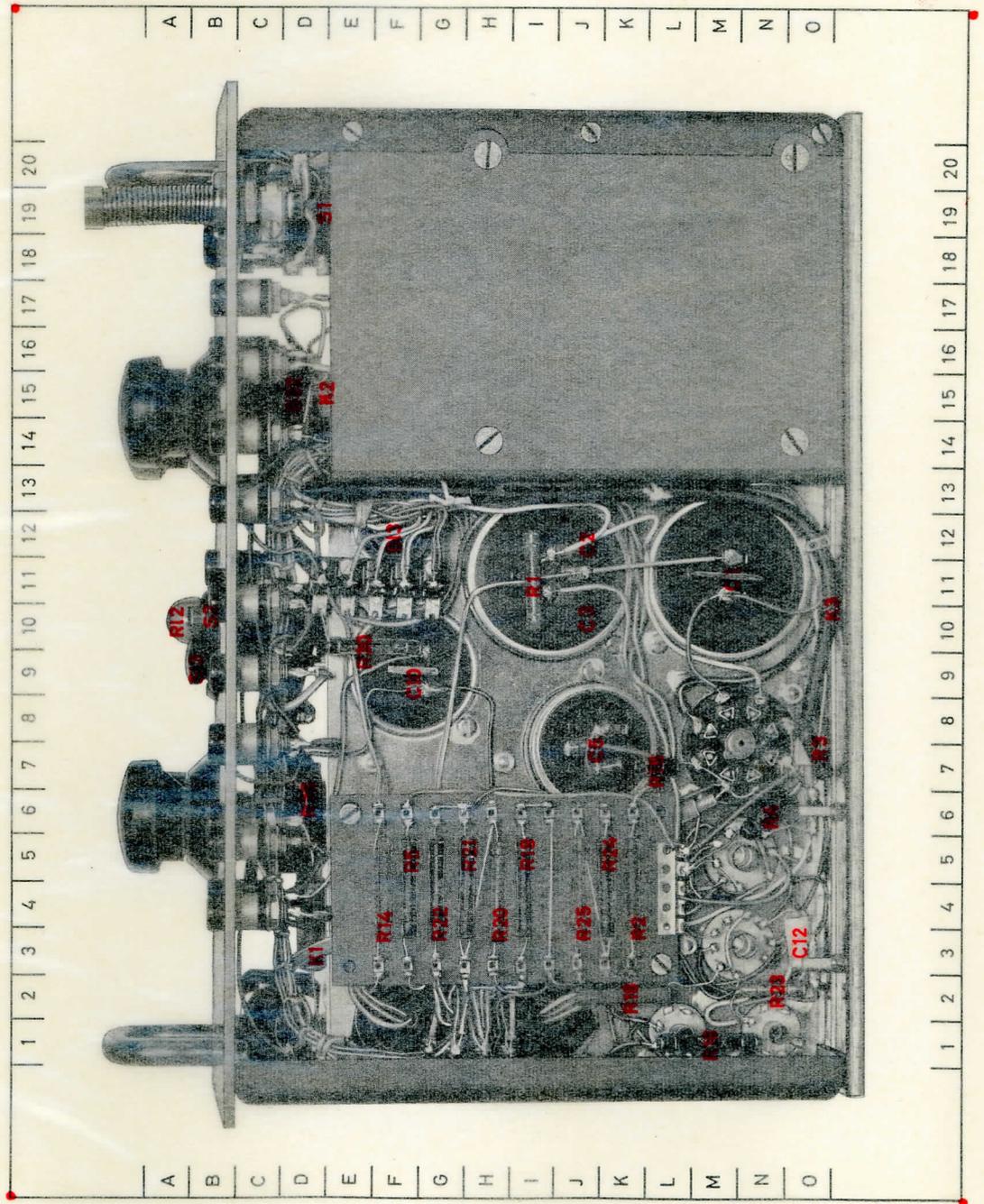


Bild 10. Ansicht von unten

