



NEUBERGER

Valve

Testing Equipment

RMP 400 

Description

Allgemeines

Der Röhrenmeßplatz Type R M P 400 ist nach Gesichtspunkten modernster Röhrentechnik sorgfältig durchdacht. Er verfügt über alle notwendigen Einrichtungen zur Durchführung geeigneter Prüf- und Meßverfahren, die den Betriebszustand einer Röhre einwandfrei und eindeutig beurteilen lassen.

Grundsätzlich sind alle Verstärker- und Gleichrichterröhren der Rundfunk-, Fernseh- und Fernmeldetechnik sowie Stabilisatoren und Kippröhren meßbar, soweit die benötigte Anodenspannung nicht höher als 1200 Volt und der zu erwartende Anodenstrom nicht größer als 250 mA ist.

Der Röhrenmeßplatz RMP 400 erlaubt im einzelnen folgende Untersuchungen an Elektronenröhren:

1. Heizfaden-Durchgangsprüfung über Glimmlampe.
2. Elektrodenschlußprüfung, wobei jede einzelne Elektrode gegen jede andere Elektrode auf Schluß geprüft wird. Die Schlußanzeige erfolgt über das Hauptinstrument, das in diesem Falle automatisch als Ohmmeter geschaltet ist.
3. Röhrenmessung unter beliebigen Betriebswerten:

A. Gleichstrommessungen:

Für die Beurteilung der statischen Eigenschaften liefert das Gerät folgende Kriterien:

- a. Stromwerte sämtlicher Elektroden bei beliebig eingestellten Spannungen.
- b. Steuerfähigkeit durch Verändern der negativen Gittervorspannung.
- c. Steilheitsverhalten (statisch) durch Eintasten einer genau einstellbaren kleinen Änderung der negativen Gittervorspannung.
- d. Vakuumzustand durch relative Vakuumprüfung (Eintasten eines hochohmigen Widerstandes in die negative Gitterleitung).
- e. Verhalten bei Über- oder Unterheizung.
- f. Spannungskonstanz von Stabilisatoren bei unterschiedlichem Querstrom.
- g. Zündensatz und Emission bei Kippröhren.
- h. Ermittlung von Kennlinien, Innenwiderstand und Durchgriff sowie Bestimmung von Arbeitspunkten.

B. Wechselstrommessung:

Zur Beurteilung des dynamischen Verhaltens wird eine im Gerät erzeugte Tonfrequenzspannung an das Steuergerät der zu messenden Röhre gelegt. Im Anodenkreis kann dann die Kurzschlußsteilheit gemessen werden.

C. Sondermessungen:

- a. Anschlußmöglichkeit zusätzlicher, beliebig empfindlicher Meßinstrumente an und in jeder Elektrodenleitung.
- b. Nachbildung betriebsmäßiger Schaltungen beim Meßvorgang.
- c. Datenbestimmung unbekannter Röhren.

Der Meßplatz ist mit seinem Zubehör (Meßkarten, Adapter-Fassungen, Anschlußkabel etc.) in einem schönen Metallgehäuse mit verschließbarem Rolladen eingebaut.

Ein dazu passender Spezial-Rolltisch in Stahlrohrkonstruktion gewährleistet eine sichere und bequeme Aufstellung des Gerätes.

Der Röhrenmeßplatz RMP 400 ist so gründlich durchdacht und übersichtlich gestaltet, daß er nach einiger Einarbeitung mindestens ebenso leicht bedient werden kann wie jedes mit wesentlich geringeren Meßmöglichkeiten ausgestattete Röhrenmeßgerät.

Außenmaße: Meßplatz ohne Rolltisch ca. 110 x 90 x 50 cm
mit Rolltisch ca. 130 x 110 x 90 cm

Gewicht: Meßplatz ohne Rolltisch ca. 160 kg
mit Rolltisch ca. 180 kg

B e s c h r e i b u n g :

I. Aufbau:

Abbildung 1 (siehe Anhang) zeigt die Anordnung sämtlicher zur Bedienung des Meßplatzes notwendigen Einrichtungen und Meßinstrumente auf der dreigeteilten Frontplatte, die zur besseren Übersichtlichkeit 20 Winkelgrade gegen die Horizontale geneigt ist, sowie die oberhalb der Frontplatte liegenden drei Behälter für den Meßkartensatz, die Adapter und das Kabelzubehör.

Der Meßplatz ist mit seinen Bauelementen in einem stabilen Winkeleisen-Gestell montiert, das an den Seiten mit Aluminium-Gußschalen, an der Vorder- und Rückseite sowie am Boden mit Blech verkleidet ist. In den Seitenteilen läuft ein eloxierter Rollladen, mit dem der Meßplatz abgedeckt und verschlossen werden kann.

II. Netzanschluß:

Der Röhrenmeßplatz RMP 400 kann an Wechselstromnetze von 220 V 40 - 60 Hz direkt angeschlossen werden. Soll das Gerät an anderer Netzspannung betrieben werden, so muß ein Vorschalttransformator genügender Leistung, bei Betrieb an Gleichstromnetzen ein genügend leistungsfähiger Umformer benützt werden.

Bei wesentlicher Über- oder Unterspannung des Netzes ist es zweckmäßig, über einen vorgeschalteten, kräftigen Regeltrafo die Nennspannung 220 Volt herzustellen, damit ein optimales Arbeiten der automatischen Regelung für die belastungsunabhängige Konstanthaltung der positiven Prüfspannungen sichergestellt ist.

Der Anschluß an das Netz erfolgt über ein mitgeliefertes Anschlußkabel. Das Kabel wird über den am Boden des Behälters für das Kabelzubehör (oben rechts) eingebauten Gerätestecker angeschlossen. Bei Benutzung von Steckdosen mit eigenem Null-Anschluß, sogenannter "Schuko-Steckdosen", wird das Gehäuse des Gerätes automatisch geerdet, was aus Sicherheitsgründen erforderlich ist. Steht eine derartige Steckdose nicht zur Verfügung, so muß der Meßplatz mit einer besonderen Leitung über die neben dem Geräteanschluß vorgesehene Erdungsklemme sicher mit Erde verbunden werden.

III. Hauptprüfspannungen:

Auf dem linken und dem rechten Frontplatten-Abschnitt sind die Regeleinrichtungen und zugehörigen Meßinstrumente sowie die entsprechenden Feinsicherungen für die 6 Hauptprüfspannungen jeweils in gleicher Weise angeordnet. Sicherung, Meßinstrumente, Stufenschalter und Feinregler liegen für jede einzelne Prüfspannung in einer senkrechten Reihe.

Mit dem Stufenschalter "Grobstufe" sind jeweils mehrere verschiedene Spannungsstufen wählbar, die mittels der zugehörigen "Feinregelung" von dem Wert "0" bis zum Nennwert stufenlos regelbar sind. Mit der Grobstufe wird gleichzeitig auch das Spannungsmessinstrument in seinem Meßbereich umgeschaltet, sodaß der Vollausschlag des Voltmeters dem Nennwert der jeweils eingeschalteten Grobstufe entspricht.

Im Stromkreis jeder einzelnen Hauptprüfspannung ist ein Strom-Meßinstrument mit mehreren Meßbereichen vorgesehen, wodurch die gleichzeitige Messung aller Elektrodenströme der Prüfröhre möglich ist. Für die Anodenspannung befindet sich das mA-Meter in der Mitte der Frontplatte (Hauptinstrument). Die Strombereiche werden hier durch Steckung auf der Universal-Schaltvorrichtung gewählt, sodaß dieses Meßinstrument bei jeder Röhrenmessung von Anfang an mit einem für den zu erwartenden Anodenstrom geeigneten Meßbereich eingeschaltet ist. Für die übrigen Hauptprüfspannungen ist das zugehörige Strom-Meßinstrument mit seinem Meßbereich-Schalter jeweils unterhalb des Voltmeters eingebaut. Die Meßbereiche sind den Meßforderungen angepaßt. Die Einschaltung erfolgt zwangsläufig zuerst mit dem größten Bereich. In Stellung "0" der Stufenschalter sind die Strommesser kurzgeschlossen.

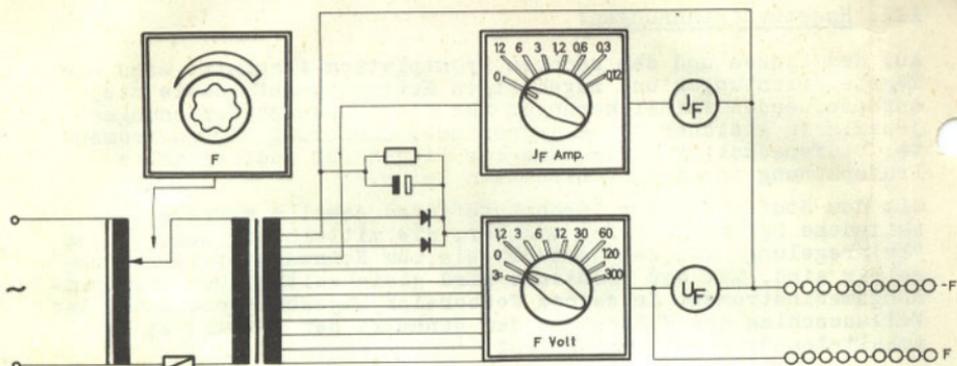
Wird die Röhrenmessung durch Abschalten des Meßplatzes (Hauptprüfschalter oder Meßplatz-Hauptschalter) beendet, so bleiben die Meßinstrumente (I_F, I_I, I_{II}, I_{III}, I_{IV}) bei Wiedereinschaltung durch eine Schutzschaltung (Relais) solange automatisch kurzgeschlossen, bis von Hand der größte Meßbereich eingeschaltet wird.

Achtet man beim Einschalten der Strommesser in die Elektrodenleitung darauf, daß nicht durch Elektrodenschlüsse verursacht, unzulässig hohe Ströme vorliegen können, so ist eine Überlastung der eingebauten Instrumente praktisch unmöglich.

Im einzelnen ist die Hauptprüfspannungs-Versorgung wie folgt aufgebaut:

1. Heizspannung:

Abb. 2 Prinzip-Schema der Heizspannungsversorgung



Die Heizspannung wird einem eigenen Transformator entnommen. Schaltung und Wirkungsweise sind aus Abb. 2 ersichtlich.

Spannungsstufen jeweils von 0 Volt an regelbar:

a. Wechselstrom:

- 1,2 - 3 - 6 - 12 Volt belastungsfähig bis ca. 12 Amp.
- 30 Volt belastungsfähig bis ca. 6 Amp.
- 60 Volt belastungsfähig bis ca. 3 Amp.
- 120 Volt belastungsfähig bis ca. 1,2 Amp.
- 300 Volt belastungsfähig bis ca. 0,8 Amp.

b. Gleichstrom:

- 3 Volt belastungsfähig bis ca. 2 Amp.

Stufe wird geschaltet indem man den Drehknopf nach unten drückt und nach links dreht.

Für die Strommessung stehen folgende Meßbereiche zur Verfügung:

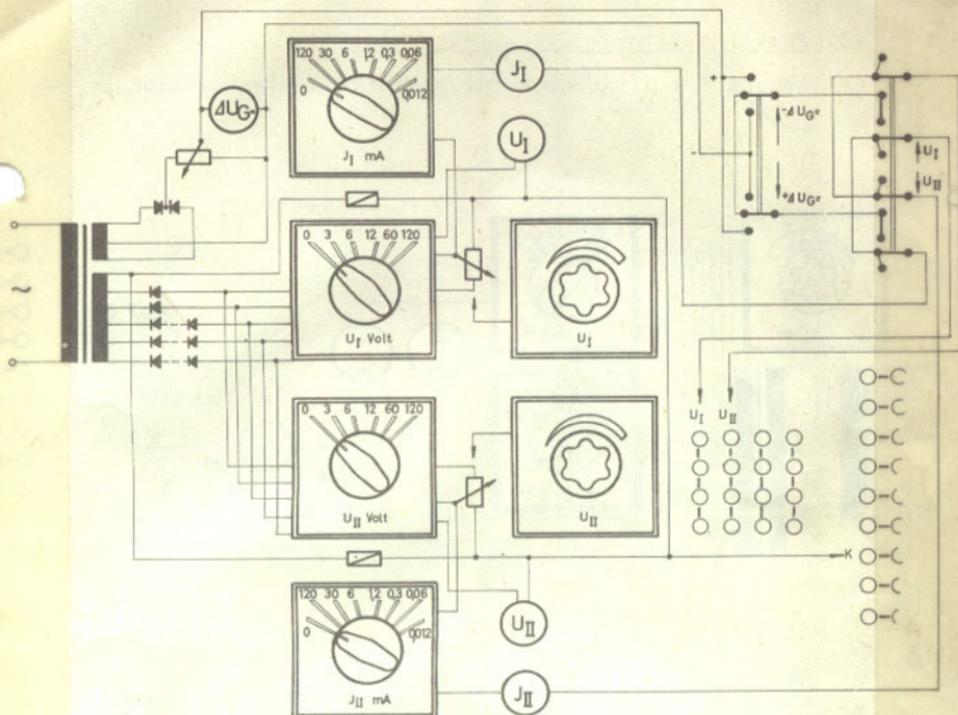
- 12 - 6 - 3 - 1,2 - 0,6 - 0,3 - 0,12 Amp.

Bei Benutzung der Gleichstrom-Heizung ist das Amperemeter unwirksam (überbrückt).

Sicherung: Feinsicherung 1 Amp. vor der Primärseite des Transformators.

2. Negative Gitter-Gleichspannungen:

Abb. 3 Prinzip-Schema für negative Gitterspannungsversorgung



Die beiden negativen Gitter-Gleichspannungen " U_I " und " U_{II} " werden einem gemeinsamen Trockengleichrichter entnommen. Beide Spannungsquellen sind in ihrem Aufbau vollkommen identisch.

Schaltung und Wirkungsweise sind aus Abb. 3 ersichtlich.

Spannungsstufen, jeweils von 0 Volt an regelbar:

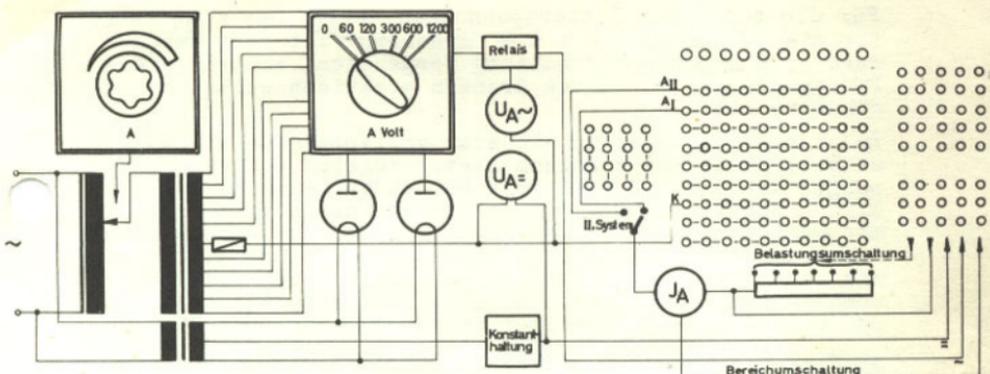
3 - 6 - 12 - 60 - 120 Volt belastungsfähig bis ca. 0,15 Amp.

Für die Strommessung stehen folgende Meßbereiche zur Verfügung:

120 - 30 - 6 - 1,2 - 0,3 - 0,06 - 0,012 mA.

4. Anoden-Spannung:

Abb. 5 Prinzip-Schema für Anodenspannungsversorgung



Die Anodenspannung wird einem eigenen Transformator entnommen. Sie kann als Gleichspannung (über Gleichrichterröhren der Type RG 62 gleichgerichtet) und als Wechselspannung benutzt werden. Die Wechselspannung kann zur Messung von Gleichrichterröhren dienen. Die Wahl der Spannungsart (Gleich- oder Wechselstrom) erfolgt über die Universal-Schaltvorrichtung (siehe unter Ziffer V 3 c).

Schaltung und Wirkungsweise sind aus Abb. 5 ersichtlich.

Spannungsstufen, jeweils von 0 Volt an regelbar:

60 - 120 - 300 - 600 - 1200 Volt belastungsfähig bis ca. 0,25 Amp.

Spannungsanzeige erfolgt durch Voltmeter "U=" für die Gleichspannung bzw. Voltmeter "U_~" für die Wechselspannung. Auch hier werden die Meßbereiche automatisch mit der Spannungsstufe durch den Stufenschalter "Grobstufe A" umgeschaltet. Mit der Wahl der Spannungsart wird selbsttätig (Relais) bei Gleichspannung das Voltmeter "U=" und bei Wechselspannung das Voltmeter "U_~" benutzt. Das Voltmeter "U=" zeigt bei der Messung von Gleichrichterröhren mit Wechselstrom, die am eingeschalteten Belastungswiderstand abfallende Gleichspannung an.

Strommessung wird über das Hauptinstrument "J" auf dem Mittelteil der Frontplatte ausgeführt. Es stehen folgende Meßbereiche zur Verfügung:

0,06 - 0,12 - 0,3 - 0,6 - 1,2 - 3 - 6 - 12 - 30 - 60 - 120 - 300 - 600 mA.

Die wahlweise Einschaltung der verschiedenen Meßbereiche geschieht über die Universal-Schaltvorrichtung (siehe unter Ziffer V 3 c).

Sicherung: Feinsicherung 0,3 Amp. gemeinsam für "U_A" und "U_{A~}".

5. Spannungskonstanthaltung:

Für die positiven Gitterspannungen "U_{III}" und "U_{IV}" sowie für die Anoden g l e i c h spannung ist eine besondere Spannungskonstanthaltung vorgesehen, wodurch diese Prüfspannungen in weiten Grenzen praktisch belastungsunabhängig sind.

Es stehen also drei voneinander vollkommen unabhängige, stabilisierte und trotzdem stetig regelbare Gleichspannungen bis maximal 1200 Volt bei einer Belastbarkeit bis 0,25 A zur Verfügung. Die Spannungskonstanthaltung wird mit Magnetverstärkern getätigt. Die Magnetverstärker werden beim Abgleich in ihrer Regelkurve optimal eingestellt. Sie unterliegen im Gegensatz zu elektronisch gesteuerten Konstanthalte-Einrichtungen keinerlei Alterungseinflüssen und bedürfen deshalb keiner besonderen Wartung.

Es wird dringend angeraten, an der Einstellung der Abgleichwiderstände für die Magnetverstärker keine Änderungen vorzunehmen.

Für ein optimales Arbeiten der Spannungskonstanthaltung beim RMP 400 ist erforderlich:

- Belastungsunabhängige Netzspannung
- Möglichst genaue Nennspannung
- Bei der Einstellung der Prüfspannungen wähle man die Spannungsstufe so, daß, soweit irgend möglich, in der oberen Hälfte des gewählten Bereiches gearbeitet wird.

Für bestimmte Messungen wie z. B. die Prüfung von Stabilisatoren ist es notwendig, die Spannungskonstanthaltung abzuschalten.

Mit dem Schalter "Konstanthaltung", der unterhalb der beiden Voltmeter für die Anodenspannung angeordnet ist, kann die Konstanthalteeinrichtung wahlweise ein- oder ausgeschaltet werden (Schaltstellung "mit" oder "ohne").

6. Berührungsschutz:

Da der Meßplatz hohe Prüfspannungen bis 1200 Volt abgibt, wurden für den Berührungsschutz besondere Maßnahmen getroffen:

- Erdung des Gehäuses (siehe Abs. II).
- Sämtliche spannungsführenden Teile sind auf der Frontplatte gegen zufällige Berührung ausreichend gesichert.
- Sämtliche Prüfspannungen sind gegen das Gehäuse des Meßplatzes isoliert.
- Vor dem Abnehmen der Gehäuseverkleidung zum Zweck der Wartung oder zum Auswechseln der für die Spannungsversorgung eingebauten Röhren ist der Meßplatz vom Netz zu trennen.

- e. Beim Messen von Röhren mit Kappen-Anschluß ist hohe Spannung gegebenenfalls berührbar. Eine Abdeckung, wie sie bei Hochspannungsgeräten sonst üblich ist, kann hier nicht vorgesehen werden, da die Röhre während des Prüfvorganges zugänglich sein muß. (Abklappen mit Gummihammer etc.). Beim Arbeiten ist also größte Vorsicht erforderlich. Zum besonderen Hinweis ist ein Leucht-Schauzeichen eingebaut (Mittelteil der Frontplatte unterhalb der Prüffassung); es leuchtet mit roter Beschriftung "Vorsicht Hochspannung" auf, wenn beim Betätigen der Feinregelung einer Prüfspannung diese größer als 300 V werden kann.

V. Prüf-Fassung und Adapter:

Auf dem Mittelteil der Frontplatte, auf dem alle für die eigentlichen Meßvorgänge erforderlichen Bedienungselemente angeordnet sind, befindet sich die Prüffassung zur Aufnahme der verschiedenen Röhrentypen über einzelne Adapter. Die sonst bei Röhrenprüfgeräten übliche Parallelschaltung einer Vielzahl verschiedener Röhrenfassungen ist hier umgangen. Daraus ergeben sich folgende Vorteile:

1. Hoher Isolationswert der Prüfschaltung.
2. Vollkommener Berührungsschutz (keine offenen spannungsführenden Fassungskontakte).
3. Weitgehende Vermeidung des UKW-Schwingens steiler Prüfröhren.
4. Beste Anpassungsmöglichkeit an beliebige Sockeltypen (Neuerscheinungen, Sondertypen).

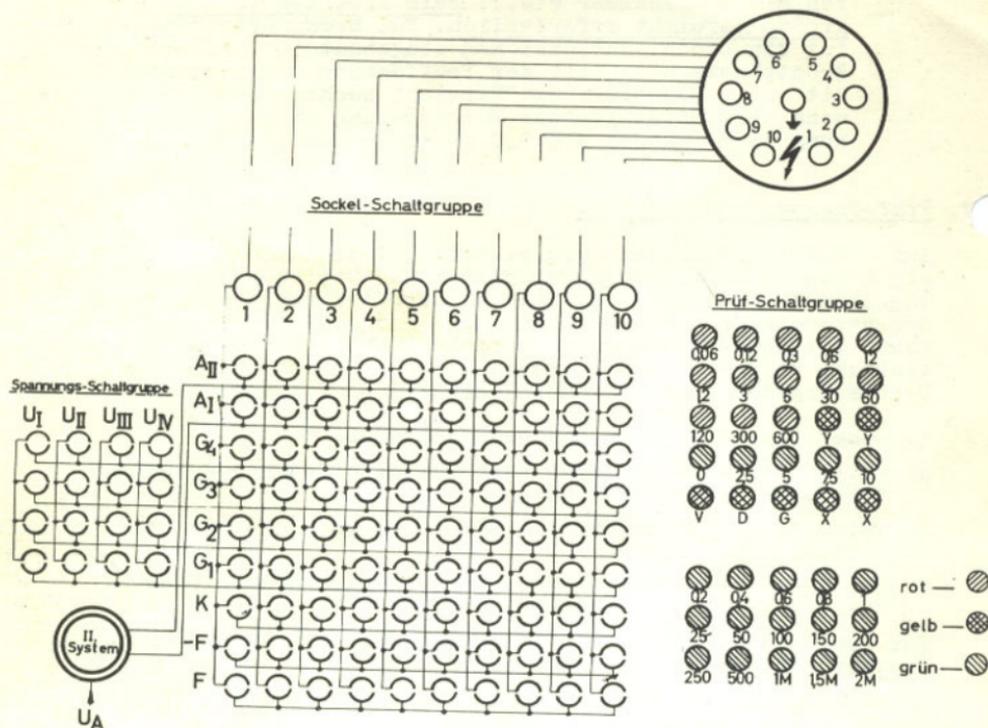
Für jede Sockeltype (z. B. Stahl-Röhren, Rimlock-Röhren usw.) ist nur ein Adapter erforderlich.

Aufstellung der serienmäßig mitgelieferten Adapter, siehe unter Abs. X, Ziffer 2.

Die notwendige Variation der Sockelschaltung für die einzelnen Röhrentypen geschieht durch Umschalten der Buchsen der Prüffassung über die Universal-Schaltvorrichtung. Die Zuordnung zwischen Buchsen und Schaltvorrichtung ist aus der beiderseitigen Gravierung klar ersichtlich. Die Mittelbuchse ist mit dem Gehäuse des Meßplatzes verbunden und erdet die Metall-Umhüllung des jeweils aufgesetzten Adapters. Oberhalb der Prüffassung befindet sich eine kombinierte Steck-Schraubklemme zum Anschluß eines etwaigen Röhren-Außenanschlusses (Kolbenanschluß). Die Klemme ist mit der senkrechten Buchsenreihe "10" des Kreuzschienenverteilers verbunden.

V. Universal-Schaltvorrichtung:

Abb. 6 Prinzip-Schema für Universal-Schaltvorrichtung



Das Steckerfeld der Universal-Schaltvorrichtung ist auf dem Prinzip eines Kreuzschienen-Verteilers aufgebaut.

Durch Stecken eines Steckerstiftes wird jeweils eine Verbindung zwischen den untereinander liegenden Einzelbuchsen hergestellt. Zur Bedienung werden 21 gefederte Steckerstifte mitgeliefert.

Die Steckerstifte sollen niemals wahllos in das Steckerfeld der Schaltvorrichtung gesteckt werden. Kurzschlüsse sind sonst die unvermeidliche Folge.

Während der Röhrenmessung (Hauptprüfschalter in Stellung "RM") dürfen Steckerstifte weder herausgezogen noch gesteckt werden. (Vorsicht Hochspannung! Ziehen von Funken etc.)

1. Sockelschaltgruppe

Die Mittelgruppe besteht aus einer Anordnung von 9 waagerechten bzw. 10 senkrechten Buchsenreihen.

a. Waagerechte Reihen:

Buchsenreihe	"F"	= Heizfaden
Buchsenreihe	"-F"	= Heizfaden (Null-Potential)
Buchsenreihe	"K"	= Katode (Null-Potential)
Buchsenreihe	"G ₁ "	= Gitter 1
Buchsenreihe	"G ₂ "	= Gitter 2
Buchsenreihe	"G ₃ "	= Gitter 3
Buchsenreihe	"G ₄ "	= Gitter 4
Buchsenreihe	"A _I "	= Anode I
Buchsenreihe	"A _{II} "	= Anode II

b. Die senkrechten Reihen sind von 1 - 10 numeriert; an diese Buchsenreihen sind die oberhalb der Mittelgruppe angeordneten 4-mm-Steckbuchsen und die Prüf-Fassung gemäß der Gravierung angeschlossen. Somit kann jede Elektrode wahlweise mit jedem Anschluß der Prüf-Fassung verbunden werden.

2. Spannungsschaltgruppe:

Während die Heizspannung und das Nullpotential der Katode unmittelbar an die zugehörigen Buchsenreihen angeschlossen sind, können die Reihen "G₁ - G₄" wahlweise an die negativen Gitterspannungen "U_I und U_{II}" oder an die positiven Gitterspannungen "U_{III}" und "U_{IV}" gelegt werden.

Dies geschieht über eine Gruppe von 4 mal 4 Buchsen mit der Bezeichnung "U_I - U_{IV}", links vom Mittelfeld in Fortsetzung der waagerechten Reihen "G₁ - G₄". Befindet sich also in dem kleinen Buchsenquadrat kein Steckerstift, so sind die rechts anschließenden Buchsenreihen "G₁ - G₄" ohne Potential.

Unterhalb dieser Buchsengruppe ist ein Druckknopf mit der Bezeichnung "II. System" angeordnet. Ist der Druckknopf in Ruhe, so liegt die Anodenspannung an der Buchsenreihe "A_I". Beim Drücken des Knopfes wird die Anodenspannung von der Buchsenreihe "A_I" abgeschaltet und an die Reihe "A_{II}" angelegt. Somit ist es möglich, bei Doppeldioden, Doppeltrioden und Zweiweg-Gleichrichterröhren eine getrennte Prüfung beider Röhrensysteme bei nur einmaliger Anheizung durchzuführen, wenn die Anode des I. Systems mit Reihe "A_I" und die Anode des II. Systems mit der Reihe "A_{II}" verbunden (vorher gesteckt) wird.

3. Prüfschaltgruppe:

Die rechts an das Mittelfeld anschließende Buchsengruppe besteht aus 40 Buchsen, die sämtlich durch verschiedenfarbige Gravierung gekennzeichnet sind und zur Durchführung verschiedener Umschaltungen dienen.

a. Bereichumschaltung des Hauptinstrumentes (rot):

Folgende Milliampere-Meßbereiche sind vorgesehen:

0,06 - 0,12 - 0,3 - 0,6 - 12 = Zusatzmeßbereiche
 1,2 - 3 - 6 - 30 - 60 = Hauptmeßbereiche (angeordnet wie bei unserem Röhrenprüfgerät RPM370)
 120 - 300 - 600 =

Je nachdem, welcher Meßbereich gewünscht wird, ist ein Steckerstift in die entsprechend bezeichnete Buchse zu stecken.

b. Umschaltung des Belastungswiderstandes (grün):

Bei der Prüfung von Gleichrichterröhren und HF-Dioden kann entsprechend ihrer normalen Arbeitsbedingungen ein Belastungswiderstand eingeschaltet werden.

Die entsprechenden Buchsen für die Hauptbelastungswiderstände:

0, - 2,5 - 5 - 7,5 - 10 kOhm

sind hinsichtlich ihrer Lage wie beim RPM 370 unterhalb der Meßbereich-Buchsen des Hauptinstruments angeordnet.

Außerdem stehen folgende zusätzliche Belastungsstufen (in kOhm) zur Verfügung:

0,2 - 0,4 - 0,6 - 0,8 - 1

25 - 50 - 100 - 150 - 200

250 - 500 - 1 M - 1,5M - 2 M

(1 M = 1000 kOhm = 1 Megohm)

Je nachdem, welche Stufe des Belastungswiderstandes gewünscht wird, ist ein Steckerstift in die entsprechend bezeichnete Buchse zu stecken.

c. Umschaltungen in der Anodenspannungsversorgung (gelb)

Steckerstift in Buchse "V"

Anodengleichspannung "U_A" wird ohne Vorwiderstand der Prüfröhre zugeführt. (z. B. bei der Messung normaler Verstärkerröhren).

Steckerstift in Buchse "D"

Anodengleichspannung "U_A" wird über einen wählbaren (siehe Ziffer V 3. b.) Vorwiderstand (Belastung) der Prüfröhre zugeführt.

Steckerstift in Buchse "G"

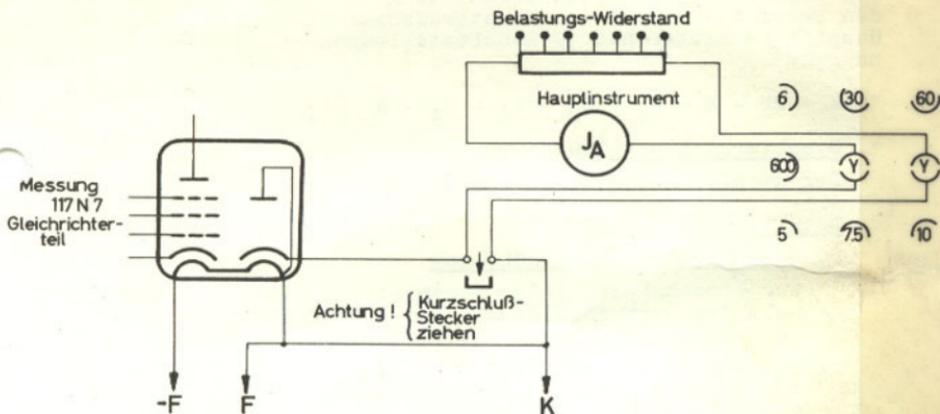
Anodenwechselspannung "U_{A~}" wird über einen wählbaren (siehe Ziffer V 3. b.) Vorwiderstand (Belastung) der Prüfröhre zugeführt (z. B. bei der Messung von Gleichrichterröhren). Gleichzeitig wird die Umschaltung der Voltmeter für die Anodenspannungs-Anzeige (mittels Relais) vorgenommen. Das Voltmeter "U_{A~}" zeigt die vor dem Belastungswiderstand angelegte Wechselspannung, das Voltmeter "U_A" die am Belastungswiderstand abfallende Gleichspannung an.

Die beiden Buchsen "X" werden bei jeder Röhrenmessung gesteckt; es sei denn, man will aus gewissen Gründen keine Elektrodenschlußprüfung durchführen.

Die beiden Buchsen "Y" werden für die Umschaltung des Haupt-

instrumentes in den Kathoden-Stromkreis benötigt, was für die Messung einiger Röhrentypen, wie z. B. 117 N 7 (Gleichrichter-System) erforderlich ist.

Abb. 7 Prinzip-Schema für Funktion der Buchsen "Y"



4. Kurzschlußstecker:

Links neben der Sockelschaltgruppe des Steckerfeldes befinden sich 7 Kurzschlußstecker. Durch Ziehen dieser Stecker kann jede Elektrodenleitung unterbrochen werden. Damit ergeben sich u. a. folgende Möglichkeiten:

- Einschalten zusätzlicher Meßinstrumente in jede Elektrodenleitung.
- Einfügen von Schaltelementen zur Nachbildung betriebmäßiger Schaltungen von Röhren.
- Abhörprüfungen durch Einschalten eines Lautsprechers in die Anodenleitung. (Dabei ist ein mehr oder weniger stark auftretendes Brummgeräusch für die Beurteilung der Funktion der Röhre bedeutungslos.)

VI. Meßplatz-Hauptschalter:

Der Meßplatz-Hauptschalter ist als Sicherungsautomat ausgebildet. Er wird durch Drücken des Knopfes "Meßplatz-Hauptschalter" eingeschaltet und macht den Meßplatz betriebsbereit.

Bei unzulässig hoher Stromaufnahme (z. B. infolge Fehlschaltung) wird selbsttätig abgeschaltet. Im Bedarfsfall kann

eine augenblickliche Schnellabschaltung des gesamten Meßplatzes auch von Hand mittels des roten Druckknopfes "Schnellauslösung" getätigt werden.

II. Hauptprüfschalter

Die eigentliche Ein- und Abschaltung des Meßplatzes für den Betrieb wird mit dem Hauptprüfschalter ausgeführt. Der Hauptprüfschalter hat 10 Schaltstellungen mit den Bezeichnungen:

"Aus - FP - K - G₁ - G₂ - G₃ - G₄ - A - A_{II} - RM"

1. Schalterstellung "Aus"

Der gesamte Meßplatz ist abgeschaltet

2. Schalterstellung "FP"

a. Meßplatz wird eingeschaltet

Zur Einschaltkontrolle leuchtet auf dem links oberhalb der Universal-Schaltvorrichtung befindlichen Schauzeichen in grüner Schrift "Gerät in Betrieb" auf.

b. Heizfaden-Kontrolle der Prüfröhre über eine Glühlampe mit der Bezeichnung "Heizfaden". Leuchtet die Glühlampe **n i c h t** auf, so ist der Heizfaden unterbrochen.

c. Sämtliche Elektrodenspannungen, einschließlich der Heizspannung, sind von der Prüfröhre abgeschaltet und können mit den zugehörigen Regelorganen mit Hilfe der eingebauten Überwachungs-Meßinstrumente in beliebiger Reihenfolge gefahrlos für die Prüfröhre eingestellt werden.

3. Schalterstellung "K" bis A_{II}"

Diese Schalterstellungen dienen zur Vorprüfung der Röhre auf Elektrodenschluß. Die Heizspannung ist nun schon an die Röhre angeschaltet, während die übrigen Elektrodenspannungen noch abgeschaltet bleiben.

Das Hauptinstrument wird selbsttätig als Ohmmeter in den Stromkreis der Vorprüfung geschaltet. Ein Ausschlag des Instrumentes bedeutet also einen vorliegenden Elektrodenschluß. Will man den Schluß nach seinem Ohmwert feststellen, so ist eine Nullpunktjustierung des Instrumentes erforderlich und zwar folgendermaßen:

Unterhalb des Hauptinstrumentes ist ein Druckknopf und ein Drehknopf mit der Bezeichnung "Ohmmeter-Justierung" angebracht. Durch Betätigen dieses Druckknopfes wird das Hauptinstrument zum Ausschlag gebracht und über den Drehknopf auf Vollausschlag eingeregelt. Nun kann jeder angezeigte Schluß auf der dem Instrument aufgedruckten Ohm-Skala direkt abgelesen werden.

Die Beurteilung der Elektrodenschlüsse geschieht wie folgt: Jede Schalterstellung ist durch eine Elektrodenbezeichnung

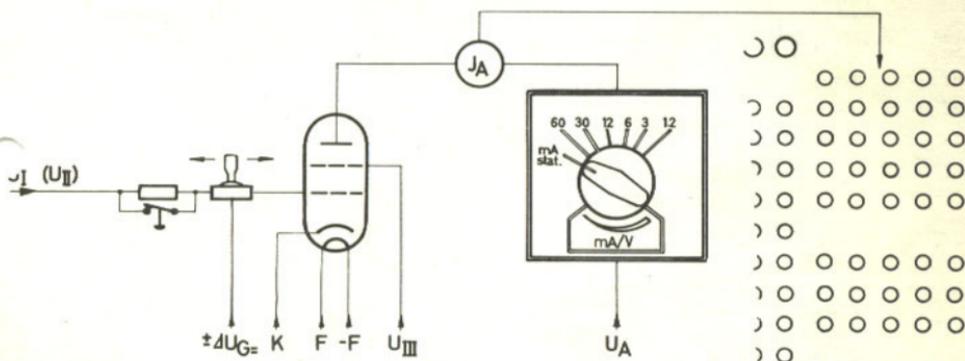
und ein Schaltbild, das die jeweilige Zusammenschaltung der Elektroden angibt, bezeichnet. Wird in einer Schalterstellung durch Instrumentausschlag ein Schluß angezeigt, so liegt der Elektrodenschluß jeweils zwischen der eben eingestellten und der vorhergehenden Elektrode, d. h. erfolgt die Schlußanzeige z. B. in Stellung "K", so liegt ein Schluß zwischen Katode und Heizfaden vor. In Stellung "G₂" würde die Schlußanzeige Elektrodenschluß zwischen "G₂" und G₃" bedeuten. Der an sich seltene Fall eines Schlusses zwischen Elektroden, die durch eine oder mehrere andere Elektroden voneinander getrennt sind, z. B. ein Schluß zwischen Gitter 1 und Gitter 4 würde sich so äußern, daß die Schlußanzeige in Schalterstellung "G₂", "G₃" und "G₄" erfolgt. In diesem Fall besteht noch die Möglichkeit, daß sämtliche vier Elektroden untereinander Schluß haben. Die Lokalisierung kann dann durch Ziehen der Steckverbindungen der betreffenden Elektroden auf der Universalschaltvorrichtung erfolgen.

In jedem Fall einer Elektroden-Schluß-Anzeige, vor allem jedoch bei groben niederohmigen Schlüssen, ist die Röhre von der weiteren Prüfung auszuschließen.

W i c h t i g : Während der Vorprüfung auf Elektrodenschluß muß der Schalter "Hauptinstrument", links neben dem Hauptprüfschalter, in Normalstellung, d. h. ganz links in Stellung "mA stat.", stehen.

4. Schalterstellung "RM" (Röhrenmessung):

Abb. 8 Prinzip-Schema für statische Röhrenmessung



In Endstellung des Hauptprüfschalters werden sämtliche Prüfspannungen an die Röhre angeschaltet. Das Hauptinstrument liegt jetzt als Milliampereometer im Anodenstromkreis und zeigt - bei indirekt geheizten Röhren erst nach voller Erwärmung der Röhre - den Anodenstrom an. Nun kann die Gütebeurteilung durch Vergleich mit dem vorgeschriebenen Wert des Anodenstroms erfolgen.

Nach durchgeführter Messung wird der Prüfschalter wieder in seine Anfangsstellung "Aus" zurückgedreht, wobei die Elektrodenschlußprüfung nochmals in betriebsmäßigem Zustand vorgenommen wird. In den Schalterstellungen von "A_{II}" bis "K" zurück darf also bei einwandfreien Röhren das nunmehr wieder als Ohmmeter eingeschaltete Hauptinstrument keinen Ausschlag mehr anzeigen.

VIII. Zusatz-Prüfeinrichtungen:

1. Steilheitsprüfung (statisch):

Mittels des links unterhalb des Hauptinstrumentes angeordneten Drehknopfes " $\Delta U_{G=}$ " kann eine Gleichspannung auf jeden beliebigen Wert zwischen 0 und 2 Volt eingeregelt werden. Ihre Anzeige erfolgt auf der oberen Skala ($\Delta U_{G=}$) des Voltmeters links neben dem Hauptinstrument. Diese Testspannung $\Delta U_{G=}$ kann mit Hilfe der beiden Kippschalter oberhalb des Hauptprüfschalters wahlweise in die beiden negativen Gitterspannungen " U_I " und " U_{II} " in positivem oder negativem Sinn eingetastet werden und zwar wie folgt:

Der obere der beiden Kippschalter wird nach links in Stellung " U_I " oder nach rechts in Stellung " U_{II} " umgelegt, je nach dem man die negative Gitterspannung U_I oder U_{II} um den eingestellten Spannungswert $\Delta U_{G=}$ ändern will. Der zweite Kippschalter, der in seinen Schalterstellungen nicht gerastet ist, sondern beim Loslassen stets in die Mittelstellung zurückkehrt, bewirkt nun nach links gedrückt (Stellung " $-\Delta U_{G=}$ ") eine Verkleinerung, nach rechts gedrückt (Stellung " $+\Delta U_{G=}$ ") eine Vergrößerung der gewählten negativen Gitterspannung (U_I oder U_{II}) um den eingestellten Spannungswert $\Delta U_{G=}$.

Diese Anordnung gestattet kleine Änderungen der negativen Gittervorspannung der zu prüfenden Röhre exakt vorzunehmen.

Wählt man $\Delta U_{G=}$ 1 Volt, so ist durch den Unterschied des Anodenstromes ohne und mit Eintasten der Testspannung die Steilheit der Röhre in "mA/V" für den mit der Einstellung der Prüfspannungswerte festgelegten Arbeitspunkt direkt gegeben.

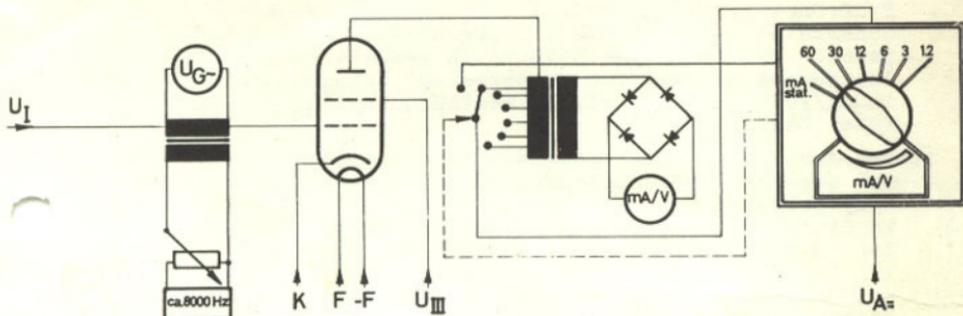
Allgemein gilt:

I_{a1} sei der Anodenstrom im Arbeitspunkt,
 I_{a2} sei der Anodenstrom nach Eintasten von $\Delta U_{G=}$ (d. h. Grundgittervorspannung um den Betrag von $\Delta U_{G=}$ verändert).

$$\text{Steilheit } S = \frac{I_{a1} - I_{a2}}{\Delta U_{G=}} \quad (\text{mA/V})$$

2. Steilheitsmessung (dynamisch):

Abb. 9 Prinzip-Schema für dynamische Steilheitsmessung



Um das dynamische Verhalten der zu prüfenden Röhre ausreichend beurteilen zu können, ist die Steilheit auch wechselstrommäßig meßbar.

Für diese Messung steht eine von 0 - 2 Volt stetig regelbare Tonfrequenz-Spannung von ca. 8000 Hz zur Verfügung. Diese Testspannung wird über eine eingebaute Duotriode (ECC 40) erzeugt und verstärkt sowie durch ein Meßinstrument angezeigt. Mit dem Drehknopf "Testspannung U_G " erfolgt die Spannungsregelung über ein Potentiometer mit Schalter. Ganz nach links gedreht ist der Tonfrequenz-Generator vollkommen abgeschaltet.

Die für die dynamische Steilheitsmessung notwendigen Umschaltungen beim Übergang von der statischen zur dynamischen Messung werden durch den Schalter "Hauptinstrument" links neben dem Hauptprüfschalter getätigt.

Dieser Schalter muß bei Beginn jeder Röhrenmessung in seiner Anfangsstellung "mA stat." stehen. In dieser Schaltstellung ist der Meßplatz zur Durchführung normaler statischer Röhrenmessungen mit vorhergehender Vorprüfung auf Elektrodenschluß bereit.

In den weiteren Schaltstellungen

60 - 30 - 12 - 6 - 3 - 1,2 (mA/V)

ist der Meßplatz zur dynamischen Steilheitsmessung umgeschaltet, wobei folgende Schaltfunktionen selbsttätig vollzogen werden:

- Der Tonfrequenz-Generator wird in Betrieb gesetzt und über die Leitung für die negative Gitterspannung U_I an das Steuergitter der zu prüfenden Röhre angekoppelt.

- b. Die mit dem Drehknopf "Testspannung $U_{G\sim}$ " zu regelnde Tonfrequenzspannung wird von dem Voltmeter links neben dem Hauptinstrument angezeigt. Dabei gilt die untere Skale " $U_{G\sim}$ ".
- c. Das Hauptinstrument wird über einen Übertrager als Wechselstrom-Milliamperemeter in den Anodenstromkreis der Prüfröhre eingeschaltet. Mit Hilfe der verschiedenen Schaltstellungen (siehe vorhergehende Seite) kann der jeweils erforderliche Meßbereich gewählt werden. Das Instrument ist mit der entsprechend bezeichneten Skale in mA/Volt geeicht, (d. h. Testspannung " $U_{G\sim}$ " 1 Volt = roter Strich).
- d. Die Anzeige für Elektrodenschlüsse bei der Vorprüfung ist abgeschaltet. Man muß also vor dem Zurückdrehen des Hauptprüfschalters aus der Stellung "RM" (Röhren-Messen) in die Stellung "Aus" den Schalter "Hauptinstrument" wieder in seine Anfangsstellung "mA stat." bringen, damit die bei Beendigung der Röhrenmessung (Ausschalten) vorgesehene nochmalige Elektrodenschlußprüfung in betriebsheißen Zustand wirksam wird.

3. Vakuumpfung

- a. Unterhalb der Universal-Schaltvorrichtung sind 2 Drucktasten mit der Bezeichnung "Vakuum I" bzw. "Vakuum II" angeordnet. Mit Hilfe dieser beiden Tasten können in die Zuleitung der negativen Gitterspannung U_I bzw. U_{II} hochohmige Widerstände (1 Megohm) eingetastet werden. Je nach dem U_I oder U_{II} am Steuergitter der Röhre liegt, wird die Eintastung mit der Taste "Vakuum I" oder "Vakuum II" vorgenommen. Bei Röhren mit einwandfreiem Vakuum darf beim Eintasten des Hochohm-Widerstandes keine erhebliche Anodenstromänderung eintreten.

Dabei gilt etwa folgende Faustregel: Die Anodenstromänderung soll bei gutem Vakuum in keinem Fall größer sein als die Stromänderung, die bei einer Änderung der angelegten negativen Gitterspannung um ca. ein Drittel zustande kommt.

- b. Selbstverständlich kann die Vakuumbeurteilung auch über eine direkte Gitterstrom-Messung erfolgen.

Bei Röhren mit schlechtem Vakuum nimmt der Gitterstrom oft erhebliche Werte an. Die Größe des Gitterstromes kann also als Kriterium für die Vakuumgüte einer Röhre benutzt werden. Man kann Vorröhren mit einem Gitterstrom bis ca. 4 Mikroampere und Endröhren mit einem Gitterstrom bis ca. 10 Mikroampere noch als brauchbar ansprechen.

Bei Röhren mit gutem Vakuum fließt über das Steuergitter nur ein minimaler Gitterstrom. Fabrikunterlagen über die exakten Werte des zulässigen Gitterstromes sind schwer zu erhalten, da die Toleranzen in der Röhrenfertigung sehr weit gefaßt sind. Im allgemeinen wird angestrebt, bei Vorröhren 0,6 - 1 Mikroampere und bei Endröhren 1,5 - 2 Mikroampere nicht zu überschreiten.

4. Katodenschlußprüfung:

Um indirekt geheizte Röhren während des Betriebes auf eventuellen Katodenschluß prüfen zu können, ist eine weitere Drucktaste mit der Bezeichnung "Katode" vorgesehen. Beim Drücken dieser Taste wird die Katode abgeschaltet. Bei einwandfreien Röhren (indirekt geheizt!) muß also der Anodenstrom augenblicklich auf Null zurückgehen, sonst liegt ein Schluß zwischen Katode und Heizfaden vor.

IX. Hilfsspannungen:

Mit der oberhalb des Voltmeters " $\Delta U_G = U_G$ " befindlichen Feinsicherung "0,8 Amp." ist die Primärseite eines Transformators abgesichert, der folgende, zum Teil von außen nicht zugängliche Spannungen liefert:

1. Negative Gitterspannungen U_I und U_{II} .
2. Testspannung " $\Delta U_G = U_G$ "
3. Vorprüfspannung.
4. Heizspannung für die eingebauten Gleichrichter (U_{III} , U_{IV} , A).
5. Relais- und Leucht-Schauzeichen-Spannungen.
6. Heiz- und Anodenspannung für Tonfrequenz-Generator.

Mit Ausfällen obiger Feinsicherung und damit sämtlicher Hilfsspannungen wird also die gesamte Funktion des Meßplatzes aufgehoben.

X. Prüfbühnen:

1. Kabelsatz:

a. Netzanschlußkabel mit Schutzkontakt (Erdung!).

b. Außenanschlußkabel:

Zum Anschließen etwaiger Kolbenanschlüsse der zu prüfenden Röhre an die dafür vorgesehene Buchse oberhalb der Prüffassung werden dem Meßplatz 4 Kabel mit Bananenstecker mitgeliefert:

- 1 Kabel mit normaler Kappe
- 1 Kabel mit normaler Kappe und Dämpfungswiderstand 1000 Ohm (in Abschirmkappe)
- 1 Kabel mit kleiner Kappe (amerikanisch)
- 1 Kabel mit Kabelschuh

2. Adapter-Fassungen:

Serienmäßig werden 18 Adapter mitgeliefert und zwar für folgende Sockeltypen:

Europa - 5 Stift	Schaltung 1
Europa - 7 Stift	" 2
Außenkontakt - 5-polig	" 3
Außenkontakt - 8-polig	" 4
Britisch - 7 Stift	" 5
Oktal-Röhren	" 6
Preßglasröhren 8-polig (Loctal)	" 7
Rimlock - Röhren	" 8
Miniaturröhren - 7-polig	" 9
Miniaturröhren - 9-polig (Noval)	" 10
Stahlröhren 8- und 10-polig komb.	" 11 bzw. 12
Seitenkontakt - 6 Stift	" 13
Preßglasröhren - 9-polig	" 14

USA - 4 Stift	Schaltung 15
USA - 5 Stift	" 16
USA - 6 Stift	" 17
USA - 7 Stift groß	" "
USA - 7 Stift klein	" 18

Beschaltung siehe letzte Seite dieser Beschreibung!
 Weitere Adapter - auch für Spezialröhren - sind auf Anfrage lieferbar.

3. Prüfkartensatz:

Der Prüfkartensatz enthält z. Zt. mehr als 930 Prüfkarten, mit denen ca. 1850 verschiedene Röhrentypen gemessen werden können. Die Zahl der Karten wird ständig erweitert. Karten für Spezialröhren werden auf Anfrage jederzeit gesondert gefertigt.

Das Arbeiten mit dem Röhrenmeßplatz.

I. Bedienung der Universal-Schaltvorrichtung:

Durch die übersichtliche Gravierung aller Schaltbuchsen auf der Universal-Schaltvorrichtung ist die freie Bedienung ohne Prüfkarten nach einiger Einarbeitung ohne besondere Schwierigkeiten möglich. (Vergleiche Abb. 6).

Im Gegensatz zu Röhrenmeßgeräten anderer Fabrikate liegt der besondere Vorteil beim RMP 400 gerade darin, daß beliebige Röhren gemessen werden können ohne daß dazu spezielle, auf den Meßplatz besonders zugeschnittene Prüfanweisungen notwendig sind. Vielmehr ist der Meßplatz so ausgelegt, daß handelsübliche Röhrentabellen oder Fabrik-Daten-Blätter alle Angaben enthalten, die zur Herstellung der Prüfschaltung und damit zur zuverlässigen, eindeutigen Messung erforderlich sind.

Selbstverständlich ist beim Arbeiten ohne Prüfkarten besondere Sorgfalt und in jedem Fall die Hand des Fachmannes, dem die einzelnen Funktionen des Gerätes geläufig sind, notwendig.

Unter Verwendung von Prüfkarten wird die Bedienung so einfach, daß auch angelerntes Personal bei gleicher Präzision der Messung am Gerät arbeiten kann.

Die Prüfkarten gestatten das Einstecken der Steckerstifte in die Schaltvorrichtung irrtumsfrei bei kleinstem Zeitaufwand. Außerdem sind auf der Prüfkarte alle einzustellenden Spannungswerte angegeben.

Die Angaben sind fast ausnahmslos den Propaganda-Daten der Röhren entnommen, sodaß die Messung stets im normalen Arbeitspunkt erfolgt.

Bei Prüfung von Mehrfachröhren, d. h. Röhren mit verschiedenen Systemen, z. B. ECH 11, ECL 11 usw. - werden die einzelnen Systeme getrennt gemessen. Für jedes System ist eine eigene Prüfkarte erforderlich.

Bei der Beurteilung des Meßergebnisses ist zu berücksichtigen, daß die Röhren-Propaganda-Daten Mittelwerte darstellen. Die angegebenen Elektrodenströme sind als Richtwerte zu betrachten und können auch bei fabrikneuen Röhren unter Umständen bis $\pm 30\%$ streuen.

II. Durchführung der Konreanmessung:

A. Statische Röhrenmessung:

1. Sämtliche Schalter und Regler in Anfangsstellung (ganz nach links!)
2. Meßplatz-Hauptschalter-Knopf drücken!
3. Zu prüfende Röhre über Adapter auf Prüffassung stecken!
4. Universal-Schaltvorrichtung stecken! (mit oder ohne Prüfkarte).
5. Hauptprüfschalter in Stellung "FP" schalten!
 - a. "Gerät in Betrieb" leuchtet auf.
 - b. Heizfaden-Durchgang wird durch Aufleuchten der Glühlampe "Heizfaden" angezeigt.
6. Hauptinstrument als Ohmmeter auf Nullpunkt einstellen, wenn Elektrodenschlüsse ihrem Ohmwert nach erfaßt werden sollen!
7. Vorgeschriebene Prüfspannungen mit Hilfe der zugehörigen Regelorgane und Meßinstrumente einstellen! (Konstanthaltung eingeschaltet).
8. Elektrodenschlußprüfung durch Drehen des Hauptprüfschalters in Stellung "RM" vornehmen!

In den Schalterstellungen "K" bis "A_{II}" darf das Hauptinstrument keinen Ausschlag anzeigen, sonst liegt ein Elektrodenschluß vor und die Röhre muß von der weiteren Prüfung ausgeschlossen werden.
9. In der Endstellung des Hauptprüfschalters "RM" volle Emission abwarten und Prüfspannungen mit Hilfe der Überwachungs-Instrumente kontrollieren und notfalls nachregeln!

Steckerstifte der Universal-Schaltvorrichtung nicht umstecken (Vorsicht Hochspannung!)
10. Elektrodenströme messen!
11. Vakuum prüfen (Vakuum-Taste)!
12. Katoden-Isolation prüfen, (Katoden-Taste)! (Nur bei indirekt geheizten Röhren nötig).
13. Steilheit statisch prüfen!
14. Hauptprüfschalter wieder in Anfangsstellung "Aus" schalten und dabei nochmals auf etwaige Elektrodenschlußanzeigen achten!
15. Sämtliche Schalter und Regler wieder in ihre Anfangsstellung drehen!

B. Dynamische Steilheitsmessung:

Die dynamische Steilheitsmessung wird bei Verstärker-Röhren im allgemeinen an die statische Messung angeschlossen.

Meßvorgang:

1. Für die Messung sind alle unter statischer Röhrenmessung Ziffer 1 - 9 einschließlich angeführten Schaltmaßnahmen

durchzuführen. Zweckmäßig ist es, durch Einschalten des Drehknopfes "Testspannung" " $U_{G\sim}$ " (Vorheizung) den Tonfrequenz-Generator schon während der vorhergehenden statischen Messung betriebsbereit zu machen.

2. Schalter "Hauptinstrument" in Stellung "60 mA/V" schalten
3. Testspannung " $U_{G\sim}$ " mittels Regler und Meßinstrument auf 1 Volt einregeln!
4. Schalter "Hauptinstrument" weiterdrehen, bis geeigneter Meßbereich gewählt ist!
5. Beurteilung des Meßergebnisses! Es gelten die in den Röhrentabellen angegebenen Werte der "Kurzschlußsteilheit" als Richtwerte.

Häufig kommt es vor, daß bei der Testspannung " $U_{G\sim}$ " = 1 V die Prüfröhre bereits zu hoch ausgesteuert wird. Man führt deshalb die dynamische Steilheitsmessung gerne auch mit kleinerer Testspannung, z. B. " $U_{G\sim}$ " = 0,5 Volt durch. In diesem Falle kann als Meßergebnis nur die Hälfte des in den Tabellen angegebenen Steilheitswertes erwartet werden.

6. Schalter "Hauptinstrument" wieder in Anfangsstellung "mA stat." schalten!
7. Beendigung der Messung wie bei statischer Röhrenmessung Ziffer 14 und 15.

III. Wartung:

1. Ringkernregler:

Die Abgriffe bei den Ringkernreglern sind als Schleifkontakte mit Kohlerollen ausgebildet. Durch die Abnutzung dieser Rollen bei längerem Gebrauch werden die Laufflächen auf der Wicklung verunreinigt. Es ist erforderlich, die Laufflächen von Zeit zu Zeit mit einer Bürste von Kohlerückständen zu säubern. Ganz besonders wichtig ist es, daß die Kohlerollen beim Durchdrehen des Reglers auf dem Umfang der Ringkernwicklung abrollen.

Die Ringkernregler sind nach Entfernen der Bodenabdeckung des Meßplatzes zugänglich.

2. Röhrenwechsel:

- a. Die für die positiven Gleichspannungen vorgesehenen Gleichrichterröhren der Type RG 62 befinden sich auf einem gemeinsamen Chassis unter dem Behälter für die Adapterfassungen. Nach Schließen des Rolladens und Entfernen der rückwärtigen Gehäuseverkleidung kann eine Auswechslung vorgenommen werden.
- b. Der für die dynamische Steilheitsmessung vorgesehene Tonfrequenzgenerator ist mit den Röhrentypen ECC 40 und AZ 41 bestückt. Die Röhren können nach Entfernen der vorderen Gehäuseverkleidung ausgewechselt werden.

3. Magnetverstärker:

Für die Magnetverstärker ist keine Wartung erforderlich. Bei Unstimmigkeiten in der Spannungskonstanzhaltung kann immer auf schlechte Gleichrichterröhren geschlossen werden.

Zur besonderen Beachtung!

Vor jedem Öffnen des Meßplatzes ist dieser unbedingt vom Netz zu trennen!