

PHILIPS

UNIVERSAL MESSBRÜCKE "PHILOSCOOP II"

GM 4144/01

- EM4-Version* -

Anleitung und Werkstattunterlagen



1950 – 1961

Nach Originalunterlagen der Philips N.V. Eindhoven, mit eigenen Ergänzungen

*Unter dem Typ 4144/01 wurde auch eine spätere Version mit der Röhre EM34 vertrieben mit unterschiedlicher Komponentenliste und anderer Schaltplanvariante

Inhalt

I. ALLGEMEINES	4
VORWORT	4
ELEKTRISCHE DATEN.....	5
Widerstände	5
Kondensatoren.....	5
Messung von Isolationswiderständen	5
Verlustwinkel	5
Prozentskala.....	5
Genauigkeit.....	5
Prozent Skala	6
Stromversorgung	7
Röhren	7
Brückenspannung	7
II. ANLEITUNG	7
INSTALLATION	7
Lokale Netzspannung einstellen.....	7
Erdungsanschluß.....	7
BEDIENUNG.....	8
Einschalten	8
Brückenspannung	8
Kalibrierung.....	8
Empfindlichkeitskontrolle	8
Widerstandsmessung	9
Kapazitätsmessung	10
Ermitteln der Null-Kapazität des Gerätes:.....	10
Messungen mit “offener Brücke”	11
%-Messungen	12
Messung des Verlustwinkels ($\text{tg } \delta$).....	12
Prüfung des Isolationswiderstandes.....	12
Formierung und Messung von Elektrolytkondensatoren.....	13
Leitfähigkeitsmessung von Flüssigkeiten.....	13
ANMERKUNGEN.....	13
III. WERKSTATTUNTERLAGEN	15
Dieses Kapitel.....	15
LISTE DER WIDERSTÄNDE UND KONDENSATOREN.....	15
Einhaltung der Genauigkeit.....	17
Kondensatoren.....	17
Widerstände.....	17

Verstärkerröhre EF40	18
Anzeigeröhre EM4	18
Daten EM4.....	18
Ersatztypen	19
Gleichrichterröhre EZ40.....	20

Die Kapitel I und II sind nach Originalunterlagen von Philips N.V. Eindhoven aus dem Niederländischen erstellt. Kapitel III (Werkstatthandbuch) nutzt Abbildungen aus dieser Quelle.

I. ALLGEMEINES

VORWORT

Die Messbrücke PHILIPS GM 4144/01 eignet sich zum Messen oder Vergleichen von Widerständen von 1 Ohm bis 10 Megaohm und Kapazitäten von 10 pF bis 100 μ F. Unter Berücksichtigung der Null-Kapazität können Kapazitäten von mindestens 1 pF gemessen werden. Darüber hinaus kann die Vorrichtung zum Vergleichen von Selbstinduktoren, zum Bestimmen der Leitfähigkeit von Flüssigkeiten, zum Bestimmen des Verlustwinkels ($\text{tg } \delta$) verwendet werden, zum Beispiel von Elektrolytkondensatoren und zur Überprüfung der Isolationswiderstände, z.B. von Papierkondensatoren.

Die Messbrücke basiert auf dem Wheatstone-Brückenprinzip. Die Brückenschaltung wird vom Netzteiltransformator oder von einer externen Spannungsquelle mit Wechselspannung versorgt und enthält eingebaute Meßwiderstände und -kondensatoren. In der sogenannten "Open-Bridge" -Position können externe Vergleichswerte angewendet werden (Widerstände, Kondensatoren und Induktivitäten). Das Gerät enthält auch eine Position, an der die Abweichung von einem externen Referenzobjekt in Prozent abgelesen werden kann. Das Brückengleichgewicht wird mit Hilfe einer Anzeigeröhre mit zwei Empfindlichkeiten abgeglichen.

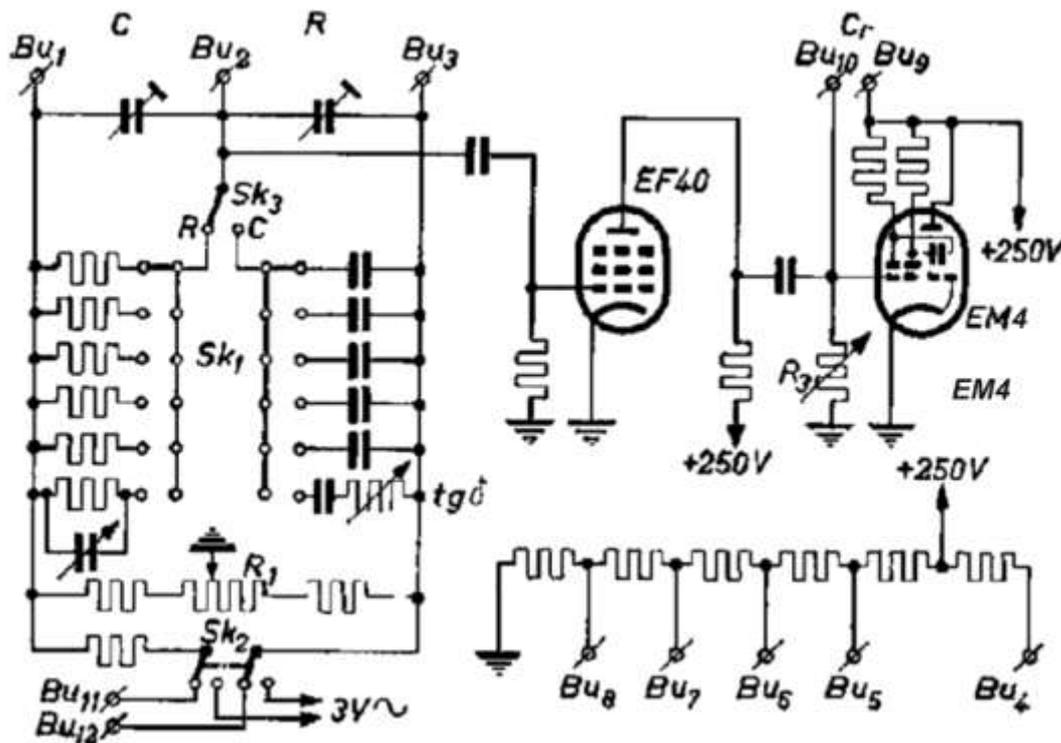


Abb. 1. Blockschaltdiagramm

ELEKTRISCHE DATEN

Wenn die Eigenschaften in numerischen Werten mit Angabe von Toleranzen ausgedrückt werden, werden diese von uns garantiert. Zahlenwerte ohne Toleranz dienen nur zu Orientierungszwecken und geben die Eigenschaften eines Durchschnittsgeräts an.

Widerstände

Der Gesamtmessbereich von 0,5 Ohm* bis 10 Megaohm ist in sechs Bereiche unterteilt. Höhere Werte können mit extern angeschlossenen Widerständen gemessen werden. Für den Bereich von 0,1 Megaohm bis 10 Megaohm ist eine Phasenkorrektur einstellbar.

Kondensatoren

Der Gesamtmessbereich von 1 pF bis 100 µF ist in sechs Bereiche unterteilt. Die Kapazität von Elektrolytkondensatoren kann im Bereich von 1 bis 100 µF gemessen werden. Höhere Werte können mit offener Brücke und extern angeschlossenen Kondensatoren gemessen werden. Zur Formierung von Elektrolytkondensatoren stehen Gleichspannungen von 10, 25, 50, 100 und 250 V zur Verfügung.

Messung von Isolationswiderständen

Zur Überprüfung der Isolationswiderstände (z. B. von Papierkondensatoren) sind separate Buchsen vorgesehen. Ein Isolationswiderstand von 200 Megaohm ist noch nachweisbar.

Verlustwinkel

Für Kondensatoren von 1 bis 100 µF können Verlustwinkel von $\text{tg } \delta = 0,01$ bis $\text{tg } \delta = 0,6$ ermittelt werden.

Prozentskala

Die Vergleichsskala reicht von -20% bis + 25%.

Genauigkeit

Skala I (0,1 - 1)*

In der Mitte der Skala beträgt der absolute Messfehler (einschließlich des Lesefehlers) $\leq 1,5\%$ und steigt an den Enden der Skala auf $\leq 3\%$.

*) Die 0.05–0.1 Skala dient der Orientierung. Bei Verwendung dieser Skala für Kapazitätsmessungen von 10 bis 100 pF beträgt der Fehler in der Mitte $\leq 2,5\%$ und steigt an den Enden der Skala auf $\leq 5\%$.

Skala II (0,1 - 10)

Wenn sich der Bereichsschalter Sk1 in der Position „10⁶“ befindet, beträgt der absolute Messfehler in der Mitte der Skala $\leq 2,5\%$ und steigt an den Enden der Skala auf $\leq 6\%$. Mit Sk1 in der „open bridge“-Position beträgt der absolute Messfehler in der Mitte der Skala $\leq 1,5\%$ und steigt an den Enden der Skala auf $\leq 5\%$.

Prozent Skala

Der absolute Messfehler in der Mitte der Skala beträgt $\leq 0,3\%$ und steigt an den Enden der Skala auf $\leq 0,6\%$. Unter "absolutem Messfehler" des Geräts ist hier der Messfehler als Prozentsatz der gemessenen Impedanz zu verstehen.

Die unbekannte Impedanz (R_x) wird bestimmt durch den Vergleich mit einer bekannten externen Referenz-Impedanz (R_s).

Beispiel:

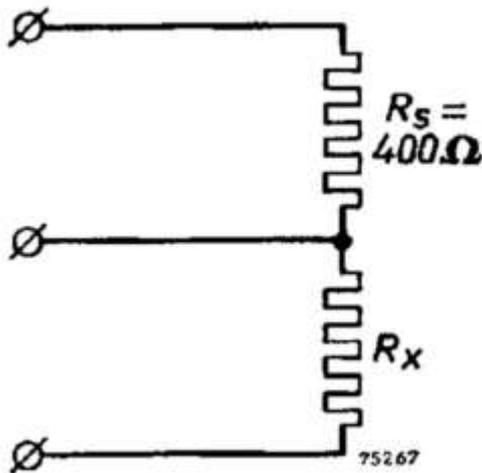


Abb. 2

a. Für die Skalenmitte gilt:

Angenommen, der bestimmte Wert ist 0% (Tol. 3%), dann beträgt der absolute Fehler

$$\frac{3}{1000} \times 400 \Omega = 1,2 \Omega.$$

Der Widerstandswert R_x liegt dann zwischen 401.2 und 398.8 Ω .

b. Am Skalenende:

Bei einem ermittelten Wert von $-19,5\%$ (tol. 6 ‰) und einem mit Messfehler $\leq 6\%$ liegt

$$R_x = \frac{100 - 19,5}{100} \times 400 \Omega = 322 \Omega$$

der Wert von R_x demnach zwischen 320 und 324 Ω).

Unter extrem feuchten Bedingungen (z. B. in den Tropen) wird die oben genannte Genauigkeit für die höheren Impedanzen nicht immer erfüllt. Die Messbrücke bleibt bis zu Impedanzen von 10 Megaohm nutzbar.

Stromversorgung

Das Gerät kann über einen Spannungswähler auf die Netzspannungen 110, 125, 145, 200, 220 und 245 V eingestellt werden. Die Netzfrequenz kann 40 - 100 Hz betragen.

Netzspannungsschwankungen von bis zu 10% haben keinen Einfluss auf die Genauigkeit der Messung.

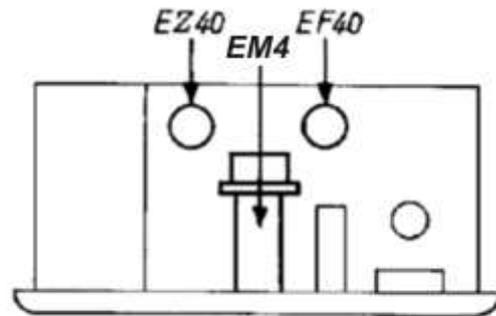
Der Stromverbrauch aus dem Netz beträgt 20 W. Der Netztransformator ist mit einer Temperatursicherung ausgestattet (Nr. 974 / T 125).

Röhren

1 Verstärkerröhre **EF 40**

1 Anzeigeröhre **EM 4**

1 Gleichrichterröhre **EZ 40**



Brückenspannung

2.7 V~ mit innerem Widerstand von 5 Ω (Bu₁ – Bu₃).

Abb. 3. Röhrenlageplan

II. ANLEITUNG

INSTALLATION

Lokale Netzspannung einstellen

Das Gerät kann mit dem Spannungswähler nach Entfernen der Abdeckplatte an der Rückwand auf die lokale Netzspannung eingestellt werden (Drehschalter ziehen, drehen, bis die richtige Spannung oben ist, und erneut drücken).

Erdungsanschluß

Die Erdungsklemme auf der linken Seite des Geräts muss ordnungsgemäß geerdet sein, bevor das Gerät an das Stromnetz angeschlossen wird.

Um Fehlfunktionen über das Netzkabel zu vermeiden, wird dieses abgeschirmt, während die Abschirmung an die Erdungsklemme angeschlossen ist.

Bei der Konstruktion der Messbrücke wurde darauf geachtet, dass sich in der Nähe der Mittelbuchse (Bu₂) keine Wechsel- oder Magnetwechselfelder befinden, da dies bei der

Messung hoher Impedanzen zu einer falschen Anzeige oder einem unklaren Minimum führen kann.

BEDIENUNG

Die Bezeichnung der Bedienelemente und Verbindungsbuchsen ist in Abb. 6. angegeben.

Einschalten

Das Einschalten erfolgt durch Anschließen des Netzkabels an das Stromnetz.

Das Gerät ist betriebsbereit, sobald die Röhren ihre Betriebstemperatur erreicht haben. Einen separaten Ein/Ausschalter gibt es nicht.

Brückenspannung

Wenn Sie den Schalter Sk2 in die untere Position („INT.“) stellen, wird die Meßbrücke vom Gerät selbst mit Spannung versorgt. Wenn eine externe Wechselspannung verwendet werden soll (z. B. für Leitfähigkeitsmessungen), kann diese an die mit „EXT. ~“ auf der rechten Seite des Geräts gekennzeichneten Buchsen angelegt werden. Sk2 muss dann auf "EXT" gestellt werden.

Die externe Brückenspannung darf 3 V~ nicht überschreiten.

Die externe Spannungsquelle darf keinen Erdkontakt haben. Siehe auch unter: "Messung der Leitfähigkeit von Flüssigkeiten".

Kalibrierung

Mit Sk1 in der Stellung "CAL" kann geprüft werden, ob die Anzeige des Indikators korrekt ist. Mit dem Regler R1 stellen Sie das minimale Ergebnis (maximal geschlossenes Leuchtsegment) der Anzeigeröhre ein. Der Zeiger muss sich dabei in der Mitte der Skala befinden (Punkt '1' auf Skala II). Nur dann wird der Meßfehler innerhalb der spezifizierten Toleranzen bleiben.

Empfindlichkeitskontrolle

Die Empfindlichkeit der Einstellung kann mit R3 auf der linken Seite des Geräts eingestellt werden. Mit steigender Empfindlichkeit schließt sich das Leuchtsegment, am Anzeigeminimum ist das Leuchtsegment am weitesten geöffnet.

In einigen Fällen wird empfohlen, diesen Knopf nicht vollständig im Uhrzeigersinn zu drehen (maximale Empfindlichkeit). In diesem Fall kann es vorkommen, dass beim Messen von Kapazitäten oder Induktivitäten mit einem Verlustwiderstand kein Minimum gefunden wird. Mit reduzierter Empfindlichkeit wird dies doch möglich sein. Wenn Sie beim Messen unbekannter Größen kein Minimum erreichen, müssen Sie die Empfindlichkeit verringern, bis Sie es deutlich bemerken oder die Anzeige abnimmt, wenn Sie R1 nach rechts oder links drehen. Im ersten Fall müssen Sie zu einem höheren Messbereich und im zweiten Fall zu einem niedrigeren Messbereich wechseln.

Widerstandsmessung

1. Der zu messende Widerstand wird an den Buchsen Bu₂ und Bu₃ angeschlossen - auf der Fronttafel mit "R" bezeichnet - der Schalter Sk₃ steht auf Position "R" (unten).
2. Der Meßbereich wird mit Sk₁ so ausgewählt, dass er den erwarteten Wert enthält.

Meßbereich	Schaltstellung Schalter Sk ₁	Ablesekala	Ablesung multiplizieren mit
1 – 10 Ohm	10	I	10 Ohm
10 – 100 Ohm	10 ²	I	10 ² Ohm
100 – 1000 Ohm	10 ³	I	10 ³ Ohm
1000 – 10,000 Ohm	10 ⁴	I	10 ⁴ Ohm
10,000 – 100,000 Ohm	10 ⁵	I	10 ⁵ Ohm
0.1 – 10 Megohm	10 ⁶	II	1 Megohm

3. Mit R₁ wird das Minimum der Anzeige gesucht. Die Empfindlichkeit kann mit R₃ eingestellt werden. Falls notwendig, kann mit Sk₁ auf einen anderen Meßbereich umgeschaltet werden.

Wenn im Meßbereich 0.1–10 Megohm (Sk₁ in "10⁶" Position) kein eindeutiges Minimum erzielt werden kann, kann die Phasenkorrektur mittels R₂C₁ (markiert mit "tg δ") dazu genutzt werden. Diese neutralisiert die Parallelkapazität (C₁ in Abb. 5) des Meßwiderstands. Der Wert des Widerstands wird nun ermittelt, indem die an der Position von Sk₁ angegebene Zahl mit dem auf der entsprechenden Skala angegebenen Wert multipliziert wird, wie in der Tabelle auf Seite 10 angegeben.

In der Position „open bridge“ können Widerstände mit einem Wert von mehr als 10 MΩ gemessen werden, wie unten beschrieben.

Kapazitätsmessung

1. Die zu messende Kapazität wird verbunden mit den Buchsen Bu₁ und Bu₂ - auf der Frontplatte angegeben mit "C" - und der Schalter Sk₃ ist auf Position "C" (oben) zu stellen.
2. Der Meßbereich wird mit Sk₁ so ausgewählt, dass der Wert der gesuchten Kapazität in den Meßbereich fällt.
3. Das Anzeigeminimum wird mit R₁ gesucht, wobei die Empfindlichkeit mit R₃ angepaßt werden kann.
4. Der Kapazitätswert wird nun ermittelt, indem die an der Position von Sk₁ angegebene Zahl mit dem auf der entsprechenden Skala angegebenen Wert multipliziert wird, wie in der Tabelle unten angegeben.
5. Der Ablesewert muß insbesondere bei kleinen und mittleren Kapazitäten um den Betrag der Null-Kapazität verringert werden. Deren Erwartungswert liegt zwischen 10 und 15 pF.

Ermitteln der Null-Kapazität des Gerätes:

Die Nullkapazität kann durch Ablesen der Position bestimmt werden, an der die Anzeigeröhre ein Minimum im Messbereich von 1 bis 100 pF aufweist. An den Klemmen Bu₁, Bu₂ or Bu₃ darf dabei nichts angeschlossen sein.

Meßbereich	Schaltposition Schalter Sk ₁	Ablesung Auf Skala	Ablesung multipliziert mit
1 – 100 pF*	10	I	10 pF
100 – 1000 pF*	10 ²	I	10 ² pF
1000 – 10,000 pF*	10 ³	I	10 ³ pF
0.01 – 0.1 µF	10 ⁴	I	0.1 µF
0.1–1µF	10 ⁵	I	1 µF
1–100µF	10 ⁶	II	10 µF

*) Die Null-Kapazität wird gemessen!

Beispiel:

Ermittelte Nullkapazität: 11,0 pF

Ermittelter Wert für zu messende Kapazität: 17.8 pF

Korrigierter Meßwert (17,8 – 11,0 pF) = 6.8 pF.

Für die Messung von Kapazitäten größer als 100 μF kann die “open-bridge”- Stellung genutzt werden, wie nachfolgend beschrieben.

Messungen mit “offener Brücke”

In der Schalterstellung  (open bridge) von Sk_1 können Widerstände, Kapazitäten und Induktivitäten mit Hilfe eines extern angeschlossenen Referenzobjekts gemessen werden.

Der unbekannte Widerstand (R_x) oder der unbekannte Kondensator (C_x) wird normal angeschlossen. Selbstinduktivitäten werden wie Widerstände angeschlossen. Die externen Referenzwiderstände bzw. -kondensatoren (R_n , C_n and L_n) werden mit den anderen Buchsen verbunden (vgl. Abb. 4a, b and c).

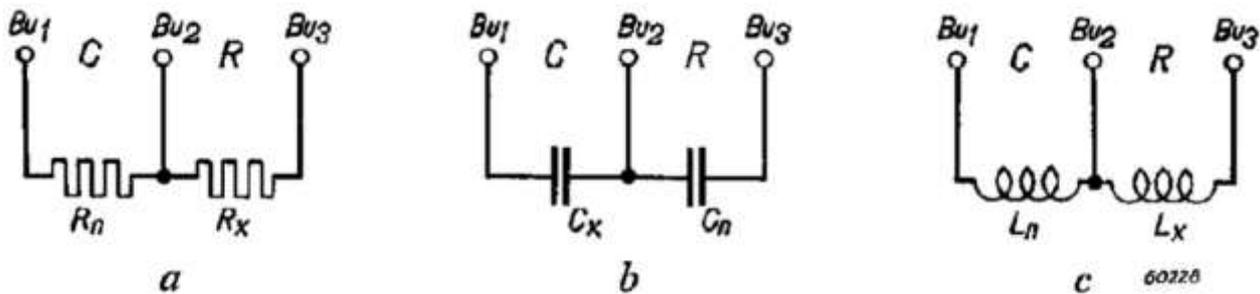


Abb. 4

Die Anzeige wird mit R_1 auf Minimum gebracht, die Empfindlichkeit mit R_3 eingestellt. Ein undeutliches Minimum beim Vergleich von Induktivitäten kann dadurch hervorgerufen werden, daß die Widerstände der Induktivitäten nicht im korrekten Verhältnis stehen. In diesem Fall kann das Minimum durch Vorschaltung eines Potentiometers in Reihe zum Referenzobjekt dennoch gefunden werden.

Bei Messungen mit “offener Brücke” multipliziert man den gefundenen Meßwert auf Skala II mit dem Wert des externen Referenzobjekts. Auch die Bestimmung des Verlustwiderstands geschieht auf diese Weise.

Diese Skala reicht von 0.1 to 10, so dass sie bei der Messung von Widerständen, Kapazitäten und Induktivitäten mit einem Wert von 0.1 bis zum 10 fachen des externen Referenzobjekts genutzt werden kann.

Die Null-Kapazität der Brücke muß beachtet werden. Diese beträgt 10-15 pF und beeinflusst auch die Messung hoher Impedanzen.

Bei der Vergleichsmessung sehr niedriger Impedanzen muß deren Serienwiderstand in Betracht gezogen werden.

%-Messungen

Der Schalter Sk_1 wird in die Stellung “%” gebracht. Der Anschluß und die Messungen erfolgen wie unter Messungen mit offener Brücke beschrieben, ausgenommen die Ablesung, die in diesem Fall auf der inneren Skala vorgenommen wird.

Auf dieser kann nun die Prozentabweichung (von -20 to $+25\%$) eines zu messenden Widerstands, Kondensators oder einer unbekanntenen Induktivität im Verhältnis zu einem bekannten externen Referenzobjekt bestimmt werden. Zum Ausgleich von Phasendifferenzen kann ein variabler Widerstand in Reihe mit der zu messenden Induktivität bzw. der externen Vergleichsinduktivität geschaltet werden, um ein eindeutiges Anzeigeminimum zu erhalten. Wenn die Brückenweige bei der Prozentmessung offen sind, muß der Zeiger bei einem Anzeigeminimum nicht auf “0” gebracht werden.

Messung des Verlustwinkels ($\text{tg } \delta$)

Bei der Kapazitätsmessung im Bereich von $1-100 \mu\text{F}$ (Sk_1 auf “ 10^6 ” Stellung) kann die Qualität geprüft werden, indem R_2C_1 - auf dem Frontpanel mit „ $\text{tg } \delta$ “ bezeichnet – genutzt wird. Damit wird der Serienwiderstand (R_2 in Abb. 5) der eingebauten Meßkondensatoren beeinflusst.

Zuerst wird mit R_1 das Minimum gesucht und dann mit R_2C_1 nachgeglichen. Beides muß möglicherweise wiederholt werden. Wenn das absolute Minimum bei maximaler Empfindlichkeit erreicht ist, zeigt die Stellung von R_2C_1 den Verlustwinkel ($\text{tg } \delta$ des zu messenden Kondensators an. Der Kapazitätswert wird auf Skala II abgelesen.

Zur Bestimmung des Verlustwinkels in anderen Meßbereichen muß die Messung mit offener Brücke genutzt werden.

Prüfung des Isolationswiderstandes

Für diese Messmethode sind folgende Einstellungen vorzunehmen:

1. Sk_1 in Stellung “CAL.”
2. R_3 auf maximale Empfindlichkeit stellen (Rechtsanschlag).
3. Mit R_1 die Anzeigesektoren so einstellen, daß $\frac{3}{4}$ der Leuchtfläche aufgehellte sind.
4. Das Meßobjekt wird an die Buchsen Bu_9 und Bu_{10} (Auf der Frontplatte mit “ C_R ” bezeichnet) angeschlossen.

Ab einem Widerstandswert von 200 Megohm, nimmt der beschattete Sektor zu, die Schattenzone ist bei einem Wert von 40 Megohm vollkommen geschlossen.

Formierung und Messung von Elektrolytkondensatoren

Positive Gleichspannungen (in Bezug zum Erdpotential) von 10, 25, 50, 100 und 250 V sind an der rechten Seite des Gehäuses auf entsprechend markierte Buchsen herausgeführt.

Electrolytkondensatoren können mit diesen Spannungen formiert werden.

Die Kapazitätsmessung eines Elkos kann unter Spannung vorgenommen werden. Die positive Seite wird dazu mit Bu₂ und die negative mit Bu₁ (bezeichnet mit "C") verbunden. Die gewünschte Spannung wird von der passenden Buchse abgenommen und an Buchse Bu₂ angeschlossen. Die Messung wird in der gewohnten Weise ausgeführt.

Leitfähigkeitsmessung von Flüssigkeiten

Bei der Messung von Elektrolyten und anderen Flüssigkeiten ist es erforderlich, (um Elektrolyse oder Polarisierung vorzubeugen), eine Wechselspannungsquelle mit höherer als der normalen Netzfrequenz als externe Brückenspannungsquelle einzusetzen (1000 Hz, 3V).

Weiterhin stehen für diese Messung die PHILIPS-Messzellen GM 4221, PR 9512 oder GM 4227 (für fließende Flüssigkeiten) zur Verfügung.

Die Anschlüsse des Messobjekts werden mit den Buchsen Bu₂ und Bu₃ – auf dem Frontpanel mit "R" bezeichnet – verbunden. Die Ausgänge des externen NF Generators werden mit den "EXT. ~" Buchsen an der rechten Seite des GM 4144/01 verbunden. Der Schalter Sk₂ in in "EXT."-Stellung. Die Messung erfolgt analog zur Widerstandsmessung. Zur Benutzung der Meßzellen und anderer Hilfsgeräte sei auf deren Bedienungsanleitungen verwiesen. Die Bedienungsanleitungen von Meßzellen enthalten auch die Angaben zur Berechnung der spezifischen Leitfähigkeit aus dem abgelesenen Widerstandswert.

Zur Vergleichsmessung bei Brückenspannung in Netzfrequenz ist es nur erforderlich, den Schalter Sk₂ auf "INT." zu stellen.

Wenn n u r Leitfähigkeitsmessungen von Flüssigkeiten gemacht werden sollen, wird empfohlen, die Leitfähigkeitsmeßbrücke PR 9500 zu nutzen.

ANMERKUNGEN

- Bei störender Brummeinstreuung über die Röhrenheizung der Anzeige hilft die Einstellung des Entbrummers R₄, der über eine Öffnung in der Rückwand erreichbar ist. Sk₁ wird dazu in die "10⁶" Stellung und Sk₂ in die Stellung "EXT." gebracht. R₄ wird nun so eingestellt, dass die Anzeigeröhre ein Minimum anzeigt.
- Während der Messung müssen alle Störquellen vom Gerät ferngehalten werden. Bei Impedanzmessungen mit einseitiger Erdverbindung muss diese Seite mit einer der Buchsen Bu₁ or Bu₃ verbunden werden. Um ein klares Ergebnis zu erzielen, sollte die Meßbrücke auf eine nichtleitende Unterlage gestellt werden.
- Die Buchsen Bu₁, Bu₂ and Bu₃ sollen normalerweise nicht geerdet werden. Zum Erden des Geräts nur die Erdungsbuchse an der Seite links benutzen.

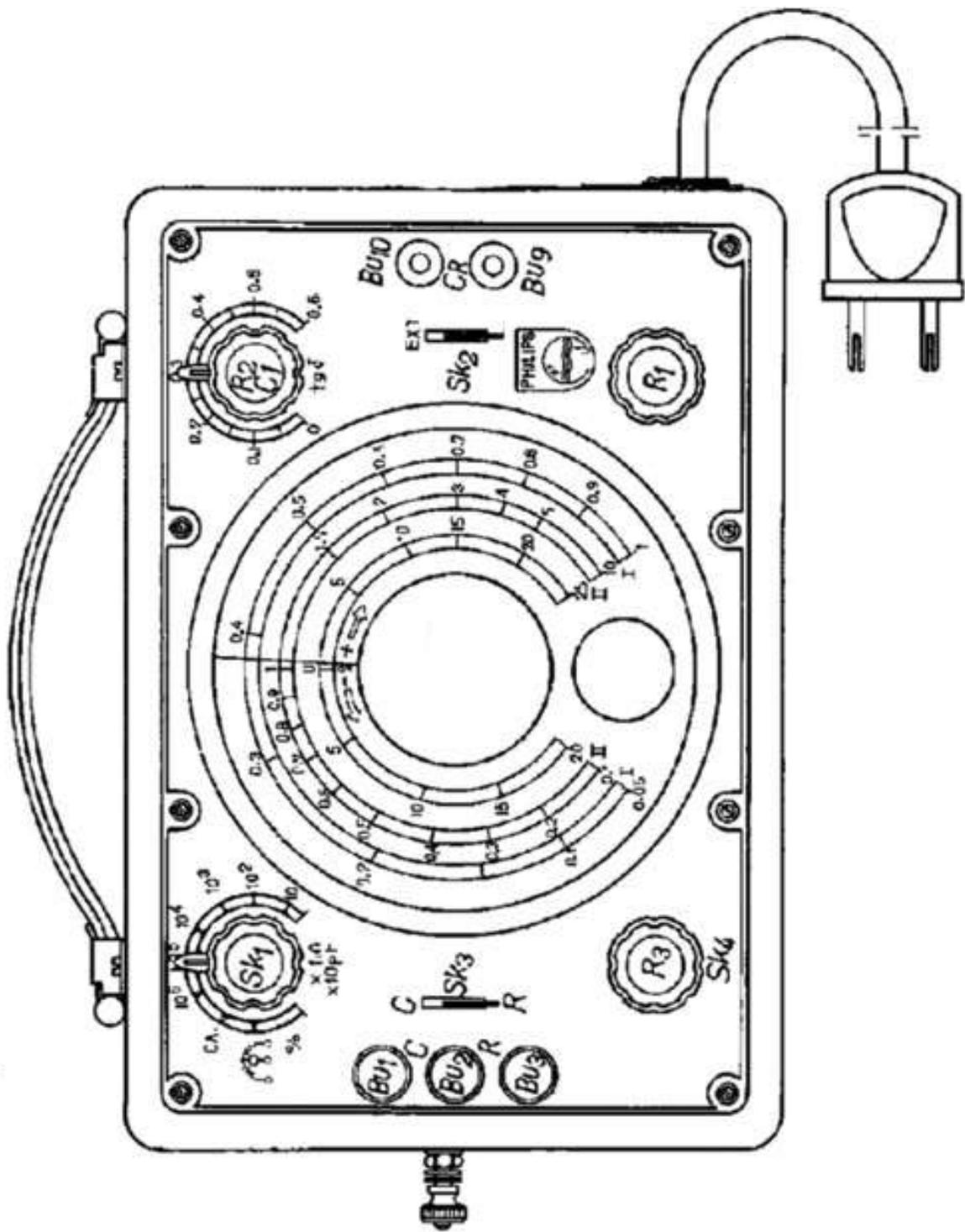


Abb. 6. Anordnung der Bedienelemente und Buchsen

III. WERKSTATTUNTERLAGEN

Dieses Kapitel enthält Informationen für die Wartung und Instandsetzung

LISTE DER WIDERSTÄNDE UND KONDENSATOREN

- Änderungen vorbehalten -

C1	100 pF Drehkondens.	R1	1 k Ω Potentiometer
C2	1 μ F 500V- Folie	R2	200 Ω Potentiometer
C3 *	10 – 68 nF	R3	1 M Ω Potentiometer
C4	95 nF	R4	50 Ω Drahtpotentiometer
C4/C22	10 nF	R5	70 Ω
C5	10 nF	R6	70 Ω
C6	980 pF	R8	1,050 Ω
C8	2,5 - 30 pF Trimmer	R9	100 Ω
C9	3 - 8 pF Trimmer	R10	100 Ω
C10	220 pF	R11	10 Ω
C11	3 - 8 pF Trimmer	R12	100 Ω
C12	2 nF Silv.MICA 2% 500V-	R13	1 k Ω
C13	12,5 μ F	R14	10 k Ω
C14	12,5 μ F	R15	100 k Ω
C15	22 nF 10%, 350V-	R16	1 M Ω
C16	220 nF 500V-	R17	4,500 k Ω
C17	22 nF	R18	1 k Ω
C18	9,5 μ F 5%, 250V-/66	R19	1,500 Ω
C19	68 pF	R20	2,400 Ω
C20 *	0.1 – 0 ,68 μ F	R21	5 k Ω
C21	1 nF	R22	15 k Ω
C22 *	1,2 – 10 nF	R23	8,200 Ω
C23	1 nF	R24 *	3,6 – 10 k Ω
C24	1 pF	R24' *10	– 270 k Ω
		R25	2,2 M Ω
		R26	820 k Ω
		R27	220 k Ω
		R28	1 M Ω
		R29	1 M Ω
		R30	1,2 M Ω
		R31	10 M Ω 3W
		R32	5 Ω
		R33	220 k Ω
		R34	1000 M Ω
		R36 *	3,6 – 10 k Ω
		R36' *	10 – 270 k Ω
		R37	21 Ω
		R38 *	330 – 620 Ω
		R39 *	10 k Ω – 1 M Ω
		R40 *	10 k Ω – 1 M Ω

*) Der richtige Wert wird bei der Herstellung des Geräts gewählt.
Quelle: Philips Gebrauchsanweisung

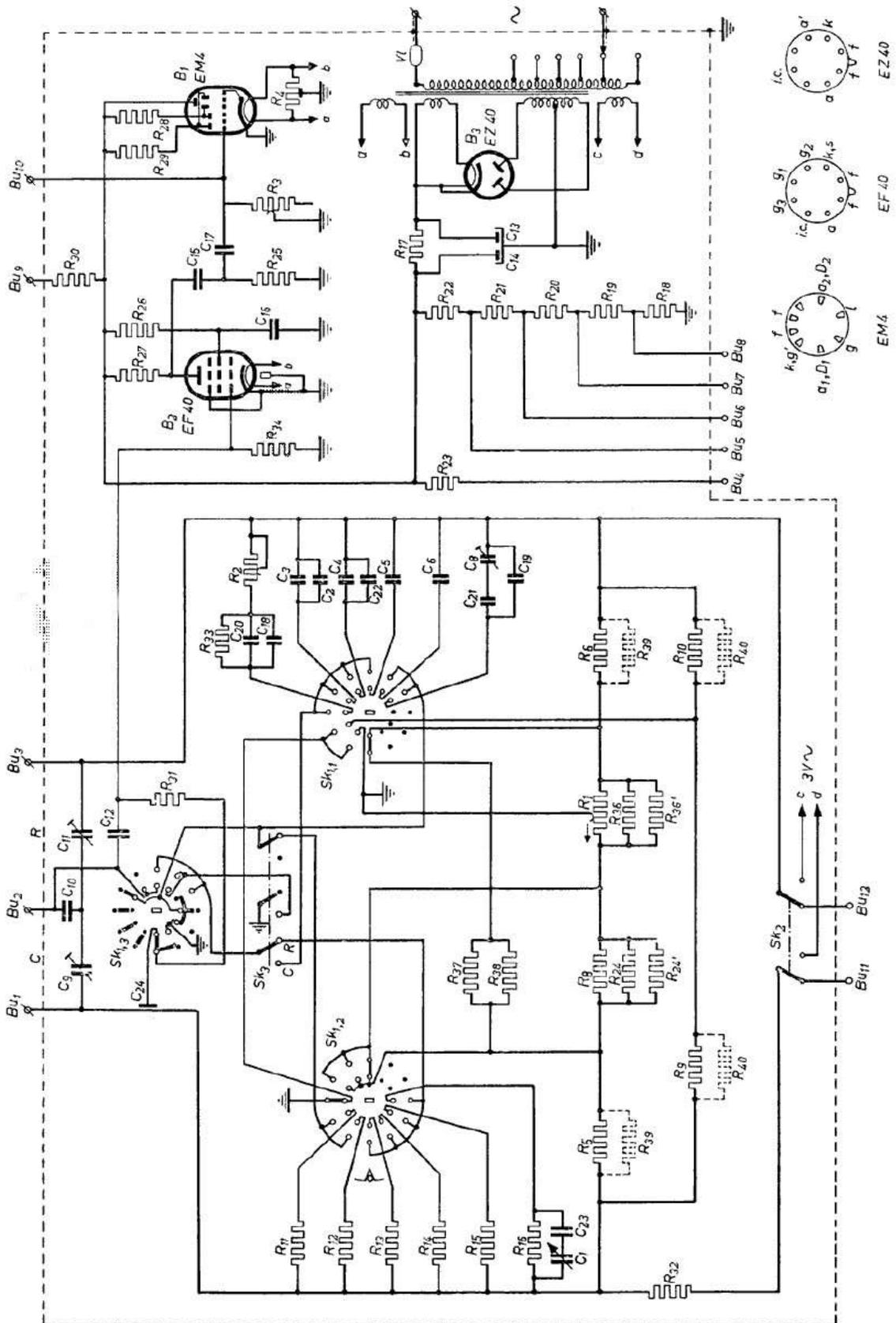


Abb. 5. Schaltplan Universalmeßbrücke GM 4144/01. Der Schaltungsaufbau ist mit Gehäuse und Masse verbunden.

- Änderungen vorbehalten –Quelle: Philips Gebrauchsanweisung

Einhaltung der Genauigkeit

In diesem Meßgerät sind in Widerstände und Kondensatoren mit enger Toleranzbemessung eingebaut. Die Toleranzklassen sind grundsätzlich bei einem Austausch zu beachten. Im Verstärkerteil enthaltene Bauteile können ohne Einbußen an Genauigkeit ausgetauscht werden.

Kondensatoren

Meßbrückenzeige

Die in den Brückenzeigen eingebauten Glimmerkondensatoren sind langlebig und wertstabil. Ein Austausch erübrigt sich daher. Die Einhaltung der Toleranzen kann mit der Messung eines Referenzkondensators mit Tol. $\ll 1\%$ leicht nachgeprüft werden.

In den C-Meßbereichen ab 100 nF sind in der Meßbrücke Kondensatoren mit größerer Kapazität enthalten, deren Wertstabilität geprüft werden sollte (C2, C3, C4, C5, C22).

Meßverstärker

Alle teerisolierten Folienkondensatoren und Elektrolytkondensatoren müssen geprüft werden, ob sie die Toleranzen noch einhalten und ihre Güte behalten haben. Im Zweifel sind sie auszutauschen. Dies gilt vor allem für die Koppel- und Stützkondensatoren. Es empfiehlt sich, bei einer erstmaligen Revision des Geräts die Koppelkondensatoren C15, C17 sowie den Stützkondensator C15 für die Schirmgitterspannung im Verstärkerteil auszutauschen. Qualitätsverschlechterung dieser Teile führen zu einem Nachlassen der Empfindlichkeit oder zum Totalausfall. In dem Fall spricht die Anzeigeröhre auf keine Zustände der Brücke mehr an.

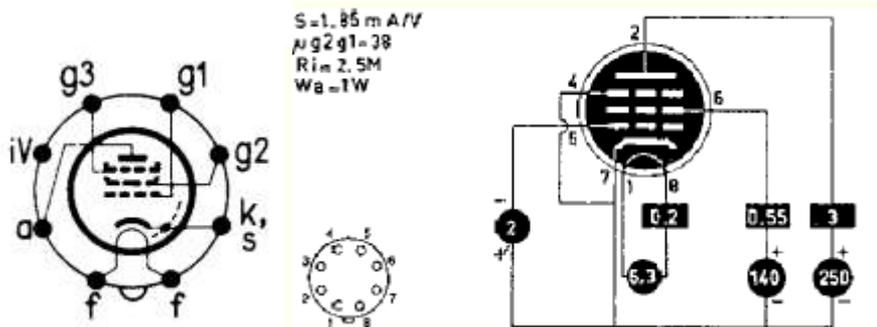
Widerstände

Das für die Kondensatoren Gesagte gilt auch für die Widerstände. Die Meßwiderstände sind im allgemeinen auch nach Jahrzehnten noch intakt und genau. Die Einhaltung der Toleranzen kann leicht mit der Messung geeigneter Meßwiderstände, die noch engere Toleranzen aufweisen, nachgeprüft werden.

Original-Entbrummer R4 (Drahtpotentiometer in 50 Ohm/4 Watt) sind in den geforderten Abmessungen nicht mehr erhältlich. Als Ersatz für R4 kommt ein Drahtwiderstand 50 ... 100 Ohm mit Abgreifklemme in Betracht. Nach einem Test mit 100 Ohm wurde dieser aber weggelassen, da sich kein Einfluss auf das Anzeigeminimum feststellen ließ.. Wird R4 getauscht, sollte die Röhrenfassung an dem soliden ALU-Winkel befestigt bleiben.

Verstärkerröhre EF40

Daten



Socket: Rimlock (Pico-8, 8-Stift, B8A)

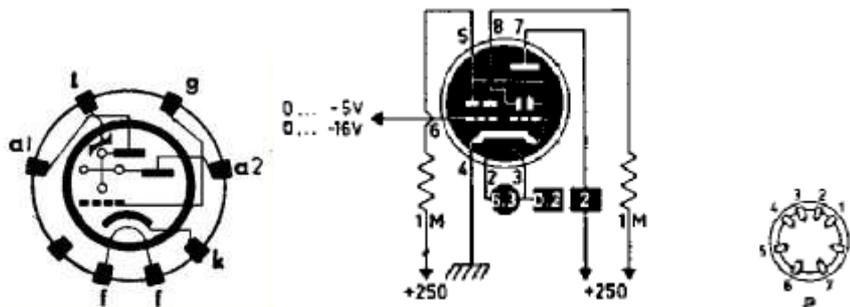
Quelle: Telefunken

In der Schaltung wurden folgende Werte gemessen:

g1:
 g2: 100 V
 a: 114 V

Anzeigeröhre EM4

Daten EM4



Socket: Außenkontakt, Topfsockel P8A

Quelle: Telefunken Werkstattbuch, Tungsram Röhrenhandbuch

In der Schaltung wurden folgende Werte gemessen:

L: 246 V

Problem: EM4 geht aus

Bei älteren EM4 kann es vorkommen, daß diese nach einiger Betriebszeit dunkel werden, aber von selbst nach einigen Minuten zurückkommen. Bevor man eine solche Röhre aufgibt, sollte man untersuchen, ob es ein Kontaktproblem an Fassung, Sockel oder Außenkontakten gibt. Tatsächlich ließ sich der Fehler durch Nachlöten der beiden Kontakte für die Heizung beheben. Leicht gelockerte Sockel sind durch dünnflüssige Schellack-Lösung wieder festzubekommen. Tatsächlich ist zur Vermeidung dieser thermischen bzw. mechanischen Probleme ein fester Sitz im Röhrensockel und eine fest montierte Fassung wichtig. Den Original-Befestigungswinkel der Röhre bei Reparaturen nicht austauschen.

Lebensdauer des Leuchtschirms

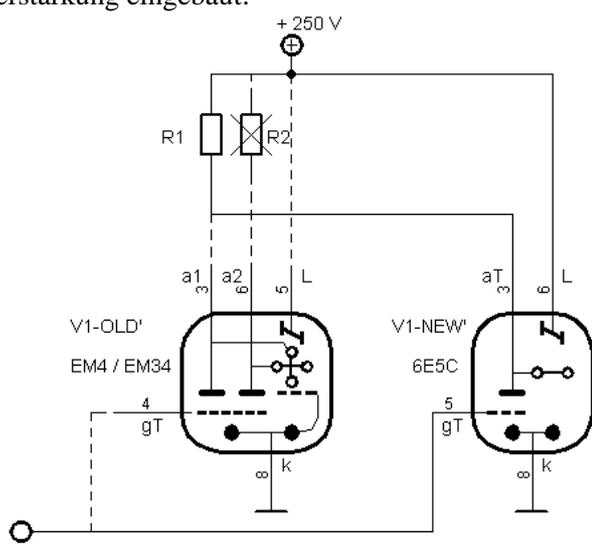
Die Geräteversion GM 4144/01 mit EM34 hat in Kombination mit dem Empfindlichkeitseinsteller einen Zugschalter zum Abschalten der Anodenspannung (Leuchtschirm, Kontakt 7), was die Lebensdauer der Anzeige verbessern dürfte. Dieser Schalter wäre auch für EM4 leicht nachrüstbar.

Ersatztypen

In der Regel wird eine zu dunkle, nicht mehr ablesbare Anzeige der Grund für einen Austausch sein. Für die selten und teuer gewordene Anzeigeröhre EM4 existieren Vergleichstypen, die die Originalröhre ersetzen können. In Frage kommen u.a. **EM34**, die ebenfalls selten neuwertig zu haben ist und umgesockelt werden muß, da eine Fassung für Stiftsockel Platzprobleme machen kann. Außerdem hat die Röhre nur ein Anzeigesystem. Dasselbe gilt für die **EM35**.

Ersatz durch 6E5C

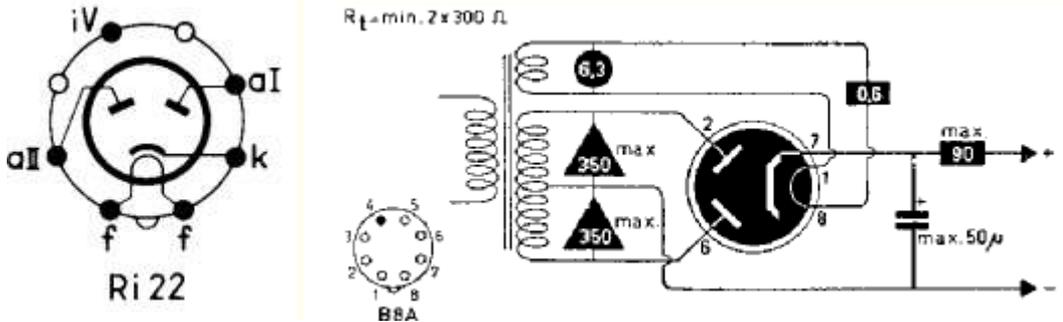
Die EM4 hat zwei Leuchtwinkel unterschiedlicher Empfindlichkeit. Demzufolge ist in der Röhre eine Doppeltriode mit unterschiedlicher Verstärkung untergebracht. Im Gegensatz zur EM4 hat die **6E5C** nur einen einzigen Leuchtwinkel. Eine Anzeigeänderung bewegt sich also nur in etwa 1/4 des Leuchtfeldes, während der Rest nur ständig gleichmäßig vor sich hin leuchtet. Daher ist auch nur eine einfache Triode zur Vorverstärkung eingebaut.



Quelle . J. Roschy, 2010, radiomuseum.org

Die russische Ersatztype zeichnet sich durch eine grellere Leuchtschirmfarbe und geringere Leuchtlevensdauer bei niedrigerem Preis aus. Mechanisch ist eine Umsockelung von Stift auf Außenkontakt ratsam. Der elektrische Umbau ist entsprechend der Abbildung einfach vorzunehmen.

Gleichrichterröhre EZ40



Sockel: Rimlock (Pico-8, 8-Stift, B8A)

Quelle:

In der Schaltung wurden folgende Werte gegen Masse gemessen:

k:300V-

Verschleiß der Gleichrichterröhre äußert sich in einem deutlichen Abfall der Anodenspannung. Diese sollte 245...250 V- betragen.