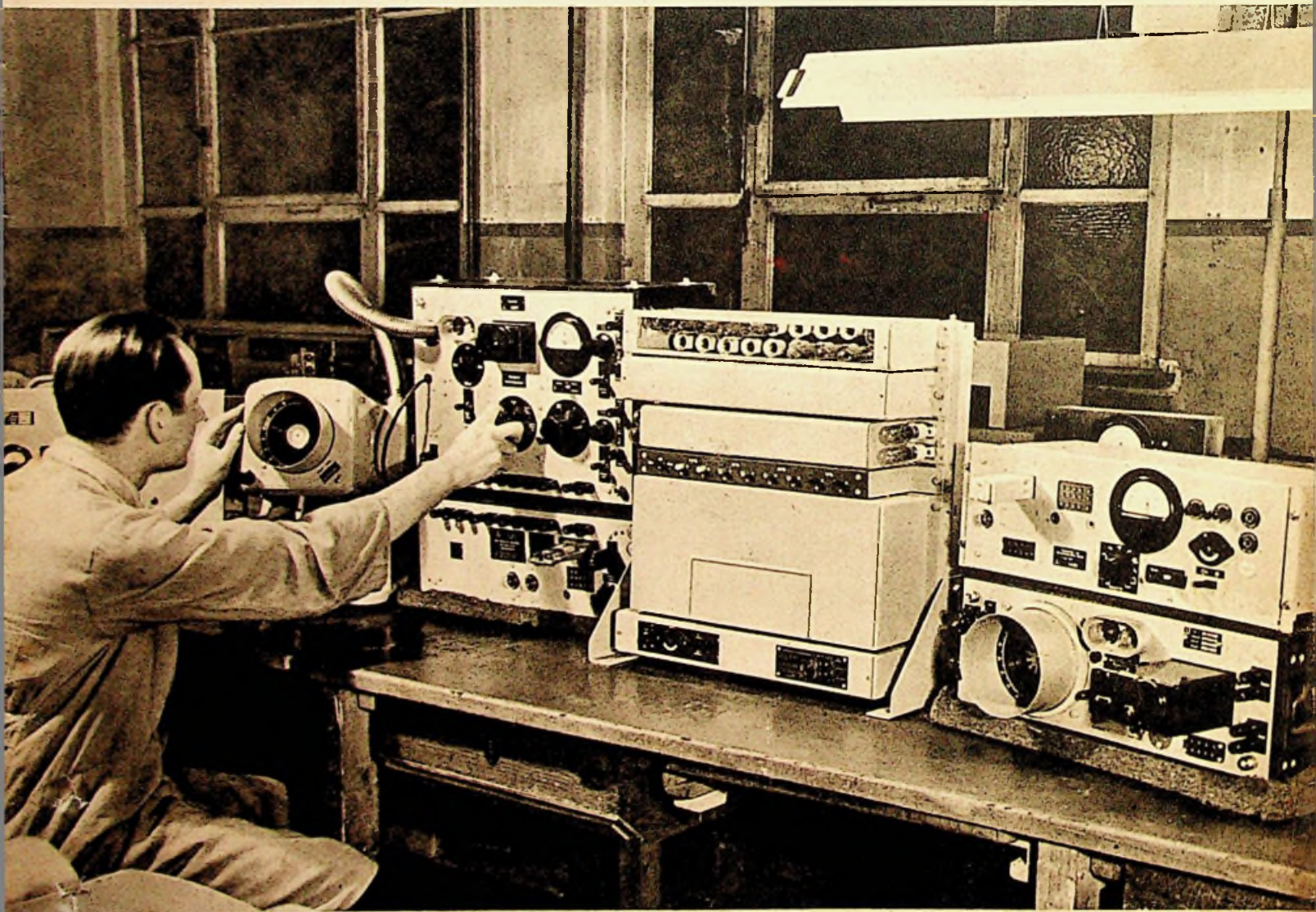


FUNK- TECHNIK

FACHZEITSCHRIFT FÜR DIE ELEKTRO- UND RADIOWIRTSCHAFT



Ein Empfänger für das 10-m-Amateurband

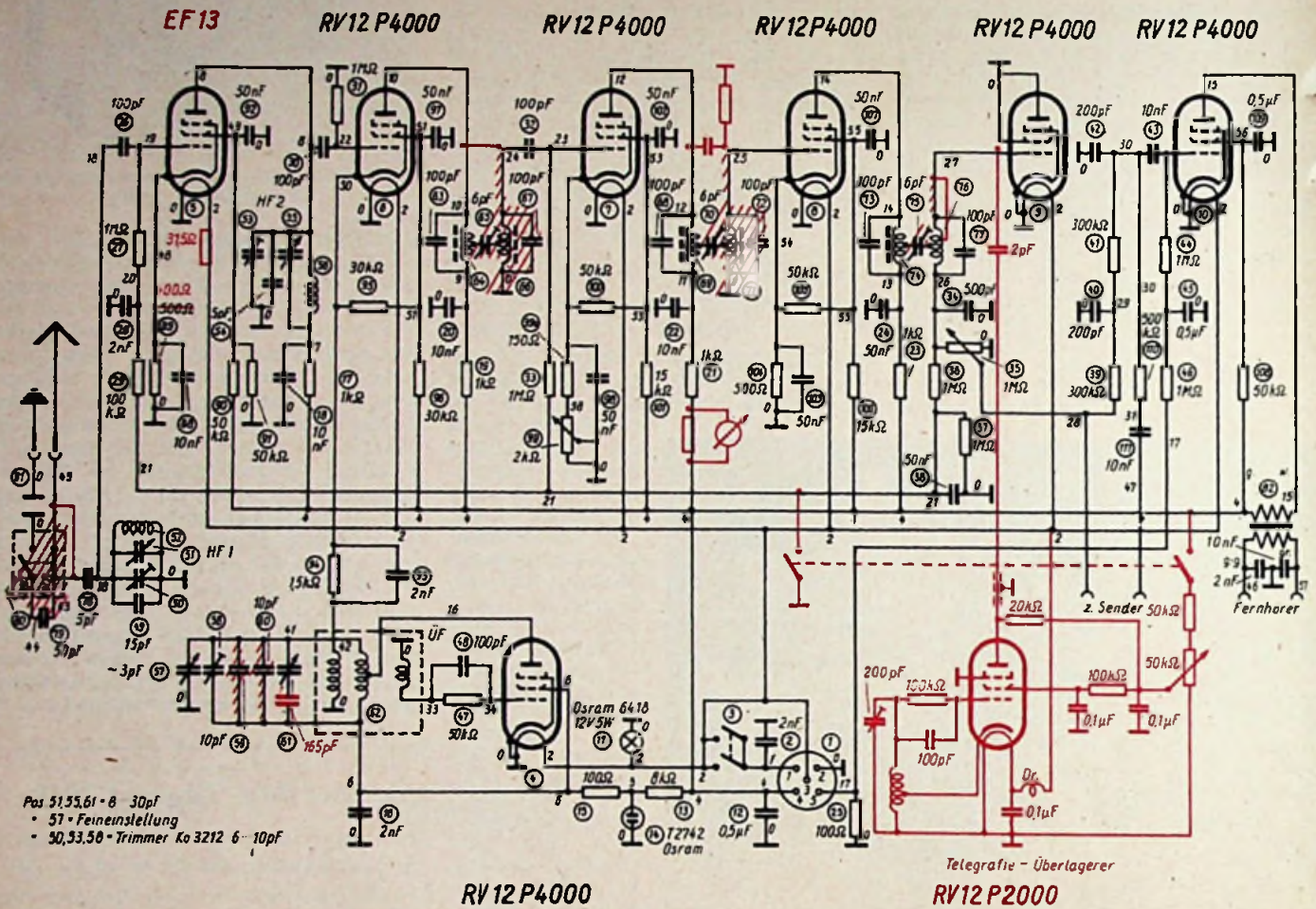


Abb. 1. Schaltbild des UKW-Empfängers „e“, in dem die für den Amateurbetrieb zweckmäßigen Änderungen rot eingezeichnet sind. Abb. 2 (links nebenstehend). Die vorgeschlagene Skaleneinteilung für das S-Meter

RV12 P4000

Der in Deutschland am häufigsten anzutreffende Spezialempfänger bei den im 10-m-Band tätigen Amateurstationen ist der kommerzielle Empfänger „UKW E, e“, der von den Amateuren kurz als „Emil“ bezeichnet wird. Dieses Gerät ist als Gegenstück zu dem in FUNK-TECHNIK (1950), H. 1, S. 14 beschriebenen Sender „20 W. S. c.“ anzusehen. Beide Geräte bestreichen den Frequenzbereich von 27,2 bis 33,3 MHz und schließen damit das zwischen 28,0 und 29,7 MHz liegende Amateurband ein. Der „Emil“ ist ein 7-Röhren-Superhet, der in allen Stufen einheitlich mit RV 12 P 4000 bestückt ist. Die Zwischenfrequenz des Gerätes beträgt 3,0 MHz. Die einzelnen Stufen des Empfängers sind: 1. HF-Vorstufe, 2. Mischstufe, 3. Oszillator, 4. 1. ZF-Stufe, 5. 2. ZF-Stufe, 6. HF-Gleichrichter, 7. NF-Verstärker. Obwohl das Gerät auch in seinem Originalzustand für den Amateurbetrieb zu verwenden ist, empfehlen sich doch einige leicht durchzuführende Änderungen. Das Gerät ist in seinem Originalzustand nicht selektiv genug, und das

Empfängerrauschen macht sich bei der Aufnahme schwacher Signale sehr störend bemerkbar. Außerdem besitzt das Gerät keinen Telegrafieüberlagerer, so daß praktisch nur Telefonie- und modulierte Telegrafiestationen empfangen werden können. Ist man einmal beim Umbau, so läßt sich gleichzeitig ein S-Meter, also ein in S-Stufen geeichtes Feldstärkeanzeigergerät, anbringen, dessen Wert man im praktischen Funkbetrieb sehr bald schätzen lernt.

Die Originalschaltung des Empfängers geht aus der Abb. 1 hervor. Die durchzuführenden Änderungen sind rot eingezeichnet.

Als erste Änderung empfiehlt sich die Umstellung der HF-Vorstufe auf die rauscharme EF 13, was lediglich einen Sockelwechsel bedeutet. Um die Zuführung einer zweiten Heizspannung zu vermeiden, betreibt man die EF 13 über einen Vorwiderstand von 31,5 Ohm (2 Watt) aus der 12,6-V-Heizspannung. Durch den Einbau der EF 13 ergibt sich ein wesentlich günstigeres Verhältnis zwischen Signalstärke und Empfänger-rauschen.

Als zweite Änderung wird zweckmäßig eine niedrigere Zwischenfrequenz gewählt, da damit bei wesentlich kleinerer Bandbreite eine größere Verstärkung eintritt. Durch die im „Emil“ vorhandene

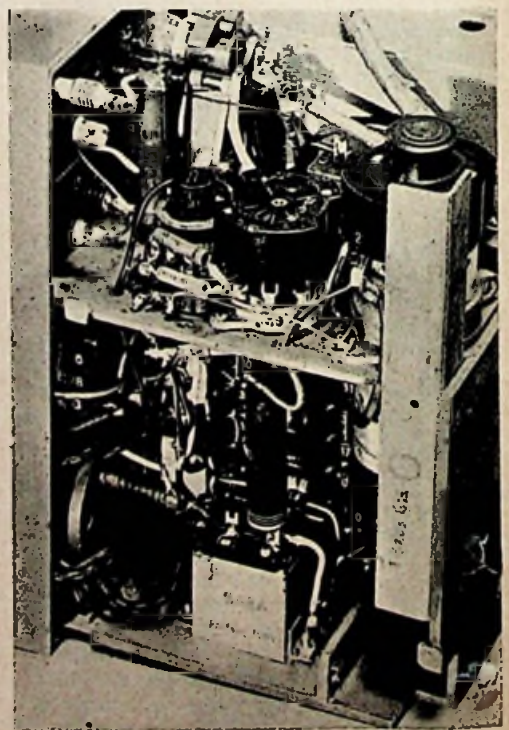
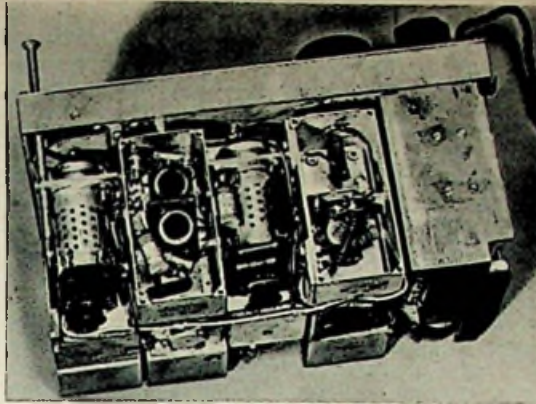


Abb. 3. Der in der linken Seitenkammer zusätzlich eingebaute Telegrafie-Überlagerer

Abb. 4. In dieser Unteransicht des Gerätes erkennt man in den Abschirmkammern die neu eingesetzten ZF-Filter bzw. -Kreise



ZF von 3,0 MHz und die kapazitiv gekoppelte Bandfilter hat das Gerät im Originalzustand eine Bandbreite von etwa 20 kHz. Bei guten Empfangsbedingungen, also beim Auftauchen einer großen Anzahl von Stationen, ist ein störungsfreier Empfang daher nicht zu erzielen.

Der Empfänger wurde auf eine ZF von 468 kHz umgestellt, da für diese Frequenz fertige ZF-Kreise bzw. Bandfilter im Handel erhältlich sind. Die ersten beiden Bandfilter wurden durch einfache ZF-Kreise (Sperrkreiskopplung) ersetzt; bei größerer Verstärkung läßt sich so eine spitzere Resonanzkurve erzielen. Lediglich das dritte Bandfilter wurde als solches beibehalten und hierfür ein Görler F 299 benutzt. Durch Aussägen der Trennwand im Bandfilterkasten des Empfängers hat dieser Spulensatz bequem Platz und wird durch den großen Abschirmraum nur unwesentlich bedämpft.

Naturgemäß leidet durch eine niedrigere ZF die Spiegelselektion des Empfängers, die normalerweise nur durch eine zusätzliche Vorstufe oder durch Entdämpfung der vorhandenen Vorstufe ausgeglichen werden kann. Beim „Emil“ sind derartige Maßnahmen nicht unbedingt erforderlich, da die Spiegelfrequenzen um den doppelten Betrag der ZF — in diesem Fall also $2 \times 468 \text{ kHz} = 936 \text{ kHz}$ in Richtung der niedrigen Frequenzen hin verschoben sind und damit fast immer außerhalb des Amateurbandes liegen. Nur Stationen, die über 29 MHz arbeiten und mit Lautstärken größer als s_9 einfallen, machen sich am niederfrequenten Ende des Bandes als leise Spiegelfrequenzen bemerkbar. Da sich der eigentliche Amateurbetrieb aber zwischen 28,0 und 29,0 MHz abspielt, sind Störungen durch Spiegelfrequenzen sehr selten.

Um bei einem Eingangssignal bestimmter Frequenz eine andere ZF zu erhalten, muß die Frequenz des Oszillators geändert werden. Bei Umstellung der ZF von 3000 auf 468 kHz muß der Oszillator hochfrequenter schwingen, was durch Ausbau der beiden 10-pF-Kondensatoren im Oszillatorabstimmkreis und durch Nachstellen des Trimmers zu erreichen ist. Um auch nach Umstellung auf die neue ZF die Skaleneichung des Empfängers verwenden zu können und den Gleichlauf der Kreise nicht zu stören, ist in Serie mit dem Oszillator-Drehkondensator eine Kapazität von 165 pF als Verkürzungskondensator zu schalten. Am Spulensatz des Oszillators ist keine Änderung erforderlich, sofern man vom Verschieben des in der Spule liegenden Abgleichringes (Induktivitätsabgleich) beim Trimmen absieht.

Da der Empfänger mit einer Schwundregelung ausgerüstet ist, kann man die Anzeige der S-Stufen einfach dadurch vornehmen, daß man ein Milliampere-meter (0...1 mA) in die Anodenleitung der ersten ZF-Stufe legt. Um den Null-

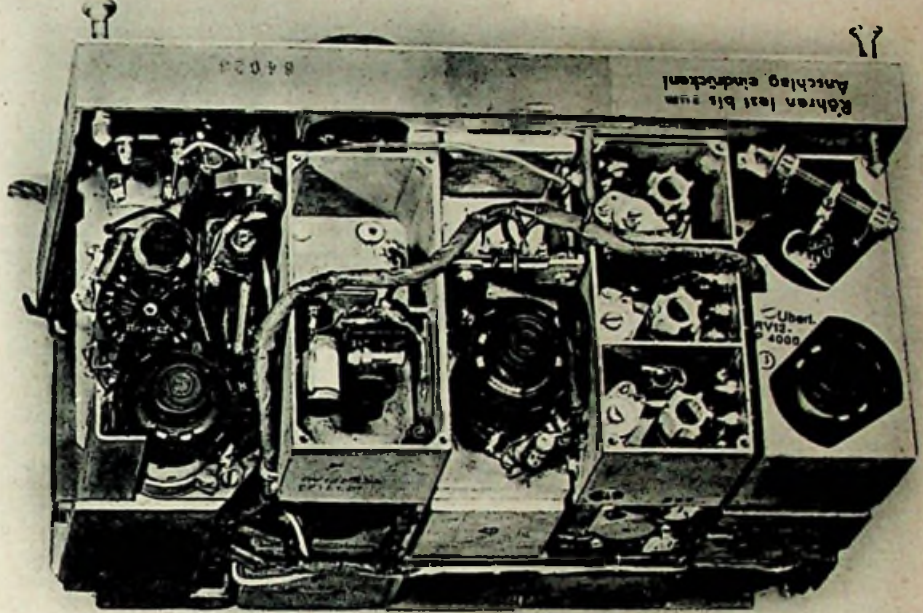


Abb. 5. Draufsicht auf das Gestell des fertigen Empfängers (links der Telegrafie-Überlagerer)

punkt des S-Meters einregeln zu können, liegt parallel zum Instrument ein niederohmiger Drehwiderstand (z. B. ein kleiner Entbrummer), dessen maximaler Ohmwert vom Innenwiderstand und Meßbereich des Instrumentes abhängt. Da Instrumente mit rechts liegendem Zeiger nicht üblich sind, dreht man das Instrument beim Einbau um 180 Grad und erhält somit eine sinngemäße Anzeige, bei welcher kleine Feldstärken links und große rechts auf der Skala liegen. Bei Verwendung flacher Einbaugeräte genügt ein Durchbruch in der abnehmbaren Frontplatte. Ist die Einbautiefe größer als 20 mm, so muß die hinter der Frontplatte liegende Zwischenwand ebenfalls ausgeschnitten werden. Auf eine Eichung des S-Meters kann verzichtet werden, wenn man die Anzeige nur zur Abstimmung und für Vergleichswerte benutzt. Zur Not sind die einzelnen S-Stufen nach dem Gehör einzuschätzen und entsprechende Markierungen anzubringen. Wird aber auf eine wirkliche Eichung Wert gelegt, so muß man einen Meßsender benutzen, bei dem die HF-Ausgangsspannung in großen Grenzen und mit genügender Genauigkeit verändert werden kann.

Obwohl die S-Skala der Amateure von s_1 bis s_9 auf individueller Basis festgelegt wurde und ein Lautstärkenunterschied von einer Stufe erfahrungsgemäß etwa 6 bis 7 db entspricht, sind die

meisten amerikanischen Industrieempfänger so geeicht worden, daß 5 db eine S-Stufe ausmachen. 5 db entsprechen einem Spannungsverhältnis von 1:1,78, also rund 1:1,8. Durch die Festlegung von 5 db für eine S-Stufe liegt die Lautstärke s_9 tiefer als man es nach dem Gehör einschätzen würde, so daß die größten Lautstärken weit über s_9 liegen und durch die Angabe s_9 plus soundso viel Dezibel gekennzeichnet werden müssen.

Zur Eichung des Meters ist die Lautstärke s_4 , die erfahrungsgemäß gut ge-

schätzt werden kann, nach dem Gehör festzulegen und die HF-Spannung des Meßsenders jeweils um den 1,8fachen Betrag zu vergrößern, also jeweils um eine S-Stufe. Der Meßbereich des Instrumentes ist so einzuregeln, daß eine Lautstärke von s_9 plus 50 db noch abzulesen ist. Es ergibt sich damit auf dem Meter eine Skala, die etwa der Abbildung 2 entspricht.

Zur Orientierung sei gesagt, daß eine Lautstärke von s_9 plus 50 db, also 10 S-Stufen über s_9 , außerordentlich groß ist und praktisch nur beim Empfang eines sehr starken Ortssenders auftritt. Selbst bei besten DX-Bedingun-



Abb. 6. Vorderansicht des Gerätes. Die beiden Knöpfe rechts außen dienen zur Bedienung des Telegrafieüberlagerers

gen werden im Amateurverkehr nur selten Lautstärken von 9 plus 30 db erreicht.

Der Telegrafieüberlagerer wird nach Abbildung 3 aufgebaut und bildet einen auf der ZF schwingenden elektronengekoppelten Oszillator (ECO). Die Ankopplung an die Gleichrichterstufe erfolgt über ein abgeschirmtes Kabel und einen kleinen Kondensator von 1 bis 5 pF direkt an das Gitter der Gleichrichterröhre. Das Gitter bildet in diesem Fall die Anode der Diodenstrecke. Um die Amplitude der Überlagerungsschwingung der Signalamplitude anpassen zu können, werden Anoden- und Schirmgitterspannung des ECO mit einem von

außen zu bedienenden Potentiometer reguliert.

Als Röhre eignet sich für den Telegrafieüberlagerer die RV 12 P 2000. Als Schwingkreissspule kann ein vorhandener ZF-Kreis für 468 kHz verwendet werden. Der Einbau des Telegrafieüberlagerers erfolgt auf der rechten Seite des Empfängers, da hier ein entsprechender Platz vorhanden ist.

Da beim Telegrafieempfang ein Schwundausgleich nicht unbedingt erforderlich ist, wird die Regelung beim Einschalten des Telegrafieüberlagerers abgeschaltet. Damit kann sich der Empfänger durch die HF-Spannung des Überlagerers nicht herunterregeln und das S-Meter pendelt

nicht im Takte der Telegrafiezeichen. Der auf der Frontplatte sitzende Umschalter „Fern-Nah“ wird durch einen doppelpolligen Ausschalter ersetzt und damit werden beide Kreise geschaltet. Das Potentiometer zur Einstellung der optimalen Oszillatoramplitude hat nach Entfernen des runden fünfpoligen Sammelsteckers an dieser Stelle Platz. Die Zuführung der Betriebsspannungen nimmt man dann zweckmäßig über ein Mehrfachkabel vor.

Für den Betrieb des Empfängers am Wechselstromnetz ist ein getrennter Gleichrichter erforderlich. Bei einer Spannung von 180 Volt beträgt die Stromaufnahme des „Emil“ etwa 40 mA.

Obering. OTTO KLIPPHAHN

Ein umschaltbares Wattmeter

Technische Daten:

- Meßbereiche: 6 — 30 — 150 — 600 W
- Frequenz: 50 ... 20 000 Hz und mehr
- Meßfehler: etwa ± 2 %
- Eigenverbrauch: 0,9 — 1 — 1,4 — 2,9 W
- Überlastbarkeit: 100 % und mehr.

Es soll ein Röhrenwattmeter für den Selbstbau beschrieben werden, das speziell für die Zwecke der Radiotechnik geeignet ist und beispielsweise die Ausgangsleistung von Verstärkern, die Leistungsaufnahme von Lautsprechern oder die Netzaufnahme beliebiger Starkstromverbraucher zu messen erlaubt, sofern der Phasenwinkel nicht gar zu nahe an 90° geht.

Das Meßprinzip

Nach einem Vorschlage von W. Engelhardt¹⁾ werden in einem Widerstandsnetzwerk zwei Spannungen gebildet, die U und I proportional sind und mit denen Röhren so gesteuert werden, daß in deren Anodenkreis eine Spannung proportional U · I entsteht. Der Gleichstrommittelwert ist ein Maß für die Wirkleistung. Es wird einmal eine Spannung $u_2 = U + k \cdot I$ und eine weitere $u_3 = U - k \cdot I$ gebildet; u_2 und u_3 werden quadriert und die Differenz davon gebildet. Dann gilt:

$$(U + kI)^2 - (U - kI)^2 = 4 k U \cdot I$$

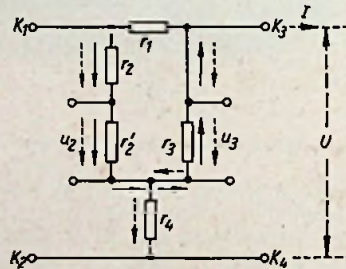
$$= 4 k U I \sin \omega t \sin (\omega t + \varphi)$$

$$= u_2^2 - u_3^2 = 2 k U I (\cos \varphi - \cos (2 \omega t + \varphi))$$

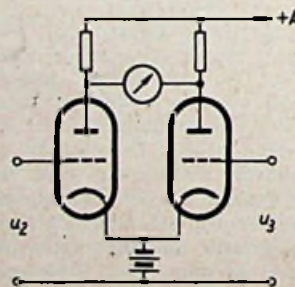
Der Gleichstromanteil $2 k U I \cos \varphi$ ist also proportional der zu messenden Wirkleistung.

Das grundsätzliche Schema des Widerstandsnetzwerks, das zum Gewinnen der Spannungen u_2 und u_3 dient, ist in Abb. 1 dargestellt. K_1 und K_2 bilden die Eingangs-, K_3 und K_4 die Ausgangsklemmen; das heißt, daß an K_1, \dots, K_2 die Stromquelle, an K_3, \dots, K_4 der Verbraucher anzuschließen ist. Durch die Widerstände r_1, \dots, r_4 fließt einmal ein dem Verbraucherstrom I proportionaler Strom und außerdem noch ein weiterer, der über r_1 abfließend, der Klemmenspannung U am Verbraucher proportional ist. Diese beiden Teilströme addieren sich in r_2, \dots, r_3 , subtrahieren sich jedoch in r_4 , da sie hier entgegengesetzte Rich-

tung haben, wie die Pfeile andeuten. Es ist also, wie verlangt, u_2 proportional $U + k \cdot I$ und u_3 proportional $U - k \cdot I$. Zum Bilden der Differenz der Quadrate von u_2 und u_3 wird eine Röhren-Brückenschaltung nach Abb. 2 benutzt. Die beiden Dreipolröhren werden in der Nähe des unteren Knicks ihrer Kennlinien betrieben, wo diese weitgehend parabelförmig sind, so daß die Anodenstromänderung dem Quadrat der Gitterwechselspannung proportional ist. Das zwischen den gleich großen Anodenwiderständen



① Widerstandsnetzwerk zur Bildung zweier Spannungen u_2 und u_3



② Röhrenbrückenschaltung für Wattmeter

liegende Anzeleinstrument ergibt also die Differenz der beiden Anodenstrom- bzw. -spannungsänderungen, und damit ist sein Ausschlag proportional $u_2^2 - u_3^2$ bzw. proportional der Wirkleistung N.

Die Berechnung des Netzwerks

Hierbei geht man aus von dem jeweils gewünschten Meßbereich N (Watt) bzw. der Maximalspannung U und dem zugehörigen Maximalstrom I. Der Widerstand r_1 kann nach Belieben gewählt werden; maßgeblich ist hierbei, daß dieser in erster Linie den Strom im

Spannungspfad bestimmt und damit auf den Eigenverbrauch von erheblichem Einfluß ist. Zu beachten ist noch, daß r_1 größer sein muß als U/I , da sonst unter Umständen einer der anderen Widerstände nicht realisierbar ist.

Für die Berechnung der übrigen vier Widerstände ergeben sich folgende Gleichungen:

$$r_1 = \frac{k}{I} \quad r_2 = \frac{e}{U} \cdot r_4$$

$$r_2 = \frac{r_4}{U} (k - e) \quad r_3 = \frac{r_4 - U}{U - I} \cdot \frac{1}{k}$$

Hierin ist:

- I = Maximalstrom des jeweiligen Meßbereichs in A_{eff}
- U = Maximalspannung des Meßbereichs in V_{eff}
- e = quadratischer Aussteuerbereich der benutzten Röhren, d. h. der Bereich, innerhalb dessen die Kennlinien Parabeln sind, in V_{eff}

$$k = \frac{e}{1 - \frac{U - e}{I \cdot r_4}}$$

Diese Zusammenhänge gelten zunächst nur für den Fall, daß die von einem Verbraucher aufgenommene Leistung gemessen werden soll, das heißt also, die die Klemmen K_3, K_4 durchströmende Leistung.

Der Eigenverbrauch der Meßanordnung bei Vollausschlag kann dann nach

$$V = k \left(I + \frac{U}{r_4} \right) + \frac{U^2}{r_4} \quad (\text{Watt})$$

ermittelt werden.

Soll die von einer Stromquelle gelieferte Leistung gemessen werden, so kann das oben berechnete Widerstandsnetzwerk unverändert beibehalten werden, jedoch sind die Eingangs- und Ausgangsklemmen zu vertauschen (mit anderen Worten: der Verbraucher ist an K_1, \dots, K_2 und die Stromquelle an K_3, \dots, K_4 anzulegen). Es wird immer die Leistung angezeigt, die die dem Widerstand r_2 (im Schaltbild) benachbarten Klemmen durchströmt.

1) Funktechnische Monatshefte, 1938, H. 1, S. 15 ff.