

CQ - MB

MITTEILUNGEN DES
DEUTSCHEN AMATEUR-SENDE- UND EMPFANGS-DIENSTES ^{e.}v.
DASD e.v.

Sonderheft

Empfänger I



Februar 1936

Sonderausgabe des FUNK

Heft 2

WEIDMANNSCHE BUCHHANDLUNG • BERLIN SW 68

Vor kurzem erschienen

D A S



B U C H

Mit kurzgefaßter Formelsammlung
für den Radiofachmann

Verfasser: für die Röhren-Widerstands-Tabellen Rolf Wigand
für die Formelsammlung Dr. F. C. Saic

Jeder, der sich mit der Funktechnik beschäftigt, wird irgendwann einmal in die Verlegenheit kommen, für eine gegebene Schaltung und eine vorhandene Röhre die elektrischen Werte festlegen zu müssen. Vielleicht will er auch eine komplette neue Empfangsschaltung unter Ausnutzung älterer Röhren aufbauen oder einen vorhandenen Empfänger an einen modernen Röhrensatz anpassen. Dabei werden sich stets Fragen ergeben: Wie groß muß dieser Widerstand sein — wie groß jener — was nehme ich für Kapazitätswerte — kann ich bei den eingebauten Widerständen auch eine andere Röhrentype verwenden — usw. Hierfür wurde das RW-Buch geschaffen. Aber weiter: Dem Bastler soll die Sorge um die richtige Dimensionierung kritischer Widerstandswerte genommen werden. Dem Techniker ist die Möglichkeit gegeben, sich zurechtzufinden, wenn keine Wertangaben irgendwelcher Art für ein Gerät zu erhalten sind. Für den Händler und für den Funkwart und nicht zuletzt für den Konstrukteur und Laboranten sollte ein Nachschlagewerk geschaffen werden. Zweierlei wurde bei der Schaffung des RW-Buches berücksichtigt:

1. Es wurde eine große Anzahl von normalen Schaltungen durchgearbeitet, wie sie sich im Laufe der Zeit aus der großen Anzahl der möglichen Schaltzusammenstellungen von Röhren und Widerständen ergeben haben. Die gebräuchlichsten Röhrentypen wurden so weit als irgend möglich berücksichtigt.

2. In einem weiteren Teil des Buches werden zu den Schaltungen Berechnungsgrundlagen, und zwar mathematische als auch elektrische, gegeben.

Beide Teile dieses Büchleins sind so gewählt, daß der Konstrukteur, der Händler, der Reparaturen ausführt, der Bastler und nicht zuletzt der Funkwart und die verschiedenen Beratungsstellen ein Nachschlagewerk in Händen haben, durch das Rechenarbeit oder Suchen in alten Zeitschriften vermieden wird.

Diese Mappe soll ein zusammengefaßtes Nachschlagewerk sein, das bei jedem Fachmann greifbar auf dem Schreibtisch oder Arbeitstisch stehen muß.

Die Verwendungsmöglichkeit der Blätter des RW-Buches ist so vielseitig, daß es nicht möglich ist, alles im einzelnen anzuführen. Der Praktiker wird den Wert und die Vielseitigkeit des Büchleins zu schätzen wissen. Man kann beispielsweise durch Kombination einzelner Standardschaltungen selbständig komplette Schaltbilder für Empfänger oder Verstärker nach eigenem Wunsch und den vorhandenen Möglichkeiten entwickeln.

Einem Veralten des RW-Buches ist dadurch vorgebeugt, daß für neu erscheinende Röhrentypen Ersatzblätter geliefert werden und daß auch die Formelsammlung später einmal ergänzt werden soll.

Aus dem Inhaltsverzeichnis der Röhren-Widerstands-Tabellen:

Audionschaltung für Batteriebetrieb
Audionschaltung für Netzbetrieb
NF-Verstärker
HF- oder ZF-Verstärker
Endröhren
Superhet-Eingangsschaltung
Duodioden-Schaltung
Binoden-Schaltung

Aus der Inhaltsübersicht der Formelsammlung:

Einfache mathematische Formeln
Schaltzeichnungen und Benennungen
Elektrische Maßeinheiten
Das Ohmsche Gesetz
Der Wechselstromwiderstand
Verschiedene Zahlen und Tabellen

Preis RM 3,30

REHER G M B H

Verlag und Fachbuchhandlung für Rundfunkliteratur

Berlin NW 7, Dorotheenstraße 23



HERAUSGEBER: DEUTSCHER AMATEUR-SENDE- UND EMPFANGSDIENST e. V.
ANSCHRIFT: BERLIN-DAHLEM, SCHWEINFURTHSTRASSE 78, FERNRUF: G 6 (BREITENBACH) 3850

Die Beilage „CQ“ erscheint monatlich / gesondert durch den DASD e. V. bezogen vierteljährlich 3,— RM

Kurzwellenempfänger — eine Übersicht

Von Rolf Wigand D 4 cxf

Dem ersten Sonderheft der „CQ“ mit doppeltem Umfang (August 1935, Frequenzmesser) lassen wir heute ein Zweites über Fragen des Kurzwellen-Empfängerbaus folgen. Wir sind uns klar darüber, daß auf dem gegebenen Umfang nicht alle Fragen behandelt werden können, die in diesem Zusammenhang auftauchen können, immerhin sind die grundlegenden Dinge in den beiden ersten Aufsätzen behandelt, während sich die anderen Arbeiten mit der Beschreibung von zum Selbstbau geeigneten Geräten befassen und Anleitung für die messtechnischen Untersuchungen an Kurzwellenempfängern geben. Die nachstehende Arbeit hat den Zweck, eine Einführung in die Empfängertechnik zu geben, ohne sich dabei allzu sehr in Einzelheiten zu verlieren. Insbesondere wurde davon abgesehen, vollständige Schaltbilder für alle vorkommenden Empfängerkategorien zu geben, um den Überblick nicht zu erschweren.

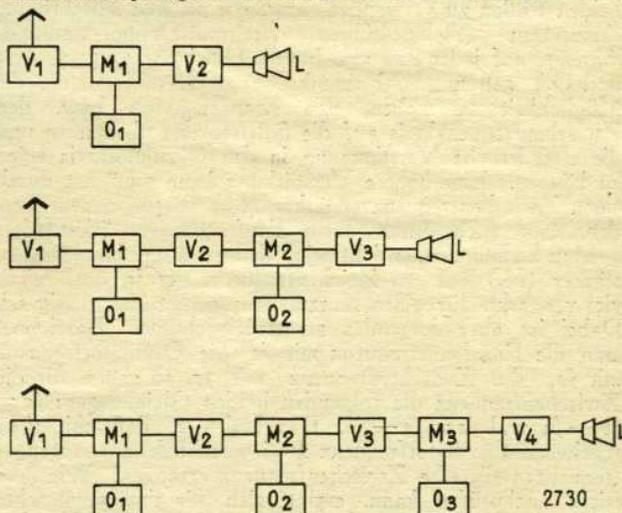
Die Schriftleitung

Die Entwicklung des Kurzwellenempfängers konnte von Anfang an auf der Röhre als Hauptbestandteil basieren und brauchte nicht die vielerlei Umwege beschreiben, die den früheren Empfängern beschieden waren. Die Rückkopplungsschaltung, die die Selbsterregung des Audions gestattete, bildete den Ausgangspunkt. Während man beim Telegraphieempfang auf längeren Wellen für einen guten Schwebungsempfang ungedämpfter Telegraphiezeichen — infolge der ziemlich großen, zur Erzeugung der Frequenzdifferenz erforderlichen prozentualen Verstimmung des Oszillators gegen die Empfangsfrequenz — gezwungen ist, einen getrennten Überlagerer zu verwenden, ist das beim Schwebungsempfang auf Kurzwellen nicht so notwendig, da die Selektivität einfacherer Geräte zu gering ist, als daß eine nennenswerte Lautstärkeeinbuße infolge der notwendigen Verstimmung sich bemerkbar machen könnte. Der Geradeausempfänger, und zwar zunächst das Rückkopplungsaudion bildete den Ausgangspunkt der Entwicklung.

In der Abbildung sind schematisch die hauptsächlichsten Empfangsprinzipien skizziert, und zwar wurden die Bezeichnungen V für einen Verstärker, M für eine Stufe, in der die Umwandlung in eine andere Frequenz stattfindet, O für den Erzeuger der hierzu erforderlichen Hilfsschwingung und L für den Lautsprecher bzw. Kopfhörer gewählt. Das einfache Audion mit Rückkopplung besteht demnach aus den Bestandteilen M_1 , O_1 und L , d. h. es wandelt mit Hilfe der — von ihm selbst erzeugten — Hilfsschwingung (M und O in einer Röhre vereinigt) die ankommenden, ungedämpften Zeichen in tonfrequente Zeichen um, die dem Kopfhörer zugeleitet werden. Die Verstärker V_1 (auf der Zeichenfrequenz) und V_2 (auf der Tonfrequenz) sind dabei nicht vorhanden.

Der nächste Schritt ist die Verwendung eines Verstärkers zur Verstärkung der von M_1 abgegebenen tonfrequenten Zeichen (V_2). Diese Empfängertypen erfreuen sich in Amateurräumen auch heute noch weitgehender Beliebtheit,

weil sie bei relativ geringem Aufwand — vor allen Dingen für die Abstimmittel — mit zwei bis drei Röhren einen ganz ausgezeichneten Empfang auch schwächster Zeichen mit dem Kopfhörer ermöglicht. Mit Rücksicht auf die Unannehmlichkeiten einer Ankopplung der Antenne an den Abstimmkreis des Audions selbst hat man mancherlei Schaltungen erdacht, um die Antenne von der Ausstrahlung der im Audion erzeugten Schwingung frei zu machen, und als einzige wirkungsvolle Anordnung hat sich die durchgesetzte, vor M_1 noch einen auf der Zeichenfrequenz arbeitenden Verstärker V_1 einzusetzen. In der einfachsten Form verwendet man hier einen nicht abgestimmten Eingangskreis mit einer Drosselspule oder einem Ohmschen Widerstand. Vorteilhaft ist es natürlich, den durch Abstimmung auf die Zeichenfrequenz möglichen Verstärkungsgewinn auszunutzen, wenn auch infolge des Fehlens einer Entdämpfung für den ersten Kreis die Verstärkung nicht sonderlich hoch ist. Die hin und wieder empfohlene Methode, in der Hochfrequenzverstärkung, die heute ja durchweg mit Vier- oder Fünfpol-Schirmröhren durchgeführt wird, eine besondere Rückkopplung zu verwenden, hat sich infolge der erschwerten Bedienung nicht durchzusetzen vermocht. Durch Verwendung von Regelröhren in den Vorstufen (V_1) ist die Möglichkeit einer Lautstärke-regelung gegeben, wenn auch eine gewisse Schwierigkeit darin besteht, daß die Abstimmung des Audionkreises, die infolge des schwingenden Zustandes ja sehr kritisch ist, von dem Innenwiderstand der vorhergehenden, geregelten Röhre abhängt, so daß die Regelung auf die Abstimmung einwirkt. Meistens regelt man daher — abweichend von der bei Rundfunkempfängern üblichen Praxis — die Lautstärke



2730

nach dem Audion am Eingang zum Tonfrequenzverstärker V_2 . Erlaubt man sich den Luxus zweier Stufen in V_1 , so kann man die Regelung durch die erste Röhre besorgen, die ja dann durch die zweite vom Audion getrennt ist.

Bei Empfängern mit mehrkreisiger Vorselektion, also mit zwei oder mehr Hochfrequenzverstärkerstufen vor dem Audion, kann sich die steigende Trennschärfe bereits dahingehend auswirken, daß ein getrennter Überlagerer eine größere Lautstärke ermöglicht als die Überlagerung im Audion selbst. Im Interesse einer hohen Empfindlichkeit wird man allerdings auch dann auf die Rückkopplung im Audion nicht verzichten können, so daß die Bedienung — selbst bei mechanischer Kopplung aller Drehkondensatoren — nicht sehr einfach wird. Geradeausempfänger mit mehr als einer Hochfrequenzstufe sind nur vereinzelt im Gebrauch, weil im Gegensatz zu Wellen oberhalb 200 m, bei denen beispielsweise noch ein Dreikreis eine außerordentlich große Selektivität zu erreichen gestattet, die Dämpfung der Kreise auf Kurzwellen meist erheblich größer ist. Damit sinkt außer der möglichen Trennschärfe natürlich auch die Verstärkung, die ja von der Größe des Außenwiderstandes und damit von der Dämpfung abhängt. Wo es gilt, größere Selektionen und — gegebenenfalls — auch größere Verstärkungen zu erzielen, ist man darauf angewiesen, die hohe Frequenz der Kurzwelle in eine niedrigere Hochfrequenz zu verwandeln und auf dieser dann die erforderliche Selektion und Verstärkung einzusetzen. Dann erst erfolgt die Überlagerung auf Tonfrequenz.

Das zweite Blockschema bringt den allgemeinen Superhet, in dem V_1 wieder der Verstärker für die Zeichenfrequenz, M_1 die „Mischstufe“ für die Umwandlung in die Zwischenfrequenz (mit Hilfe der von O_1 erzeugten Hilfsschwingung), V_2 der Zwischenfrequenzverstärker ist, während M_2 mit dem Überlagerer O_2 die „Mischung“ bzw. Umwandlung in Tonfrequenz besorgen, die in V_3 verstärkt werden kann.

In der einfachsten Form besteht also ein solcher Superhet aus einem schwingenden, rückgekoppelten Audion, das um die Zwischenfrequenz gegen die Zeichenfrequenz verstimm ist und einem auf die Zwischenfrequenz abgestimmten, ebenfalls schwingenden, zweiten Rückkopplungsaudion, das um die gewünschte Tonfrequenz gegen die Zwischenfrequenz verstimm ist. Es ist einleuchtend, daß die relativ große Verstimmung des ersten Audions besonders bei höheren Zwischenfrequenzen und relativ niedrigen Empfangsfrequenzen einen hohen Verstärkungsverlust mit sich bringt, zumal die „Umwandlungsverstärkung“ (Verhältnis der Spannung am Zwischenfrequenzkreis zur Spannung am Gitter des Audions) normalerweise recht gering ist. Obendrein ist — ebenfalls wegen der Verstimmung — auch der Wirkungsgrad der Gleichrichtung im zweiten Audion recht ungünstig. Wesentlich besser ist es daher, getrennte Überlagerer in beiden Fällen zu verwenden bzw. die neueren Mischröhren einzusetzen (Achtpolröhren, Sechspol-Dreipol-Verbundröhren), auf jeden Fall also für die Hilfsschwingungen (O_1 und O_2) getrennte Abstimmkreise zu verwenden, um die Möglichkeit zu haben, den Empfangskreis bzw. den Zwischenfrequenzkreis auf die Sollfrequenz abstimmen und die erforderliche Verstimmung in den Oszillatorkreis legen zu können. Eine höhere Verstärkung kann zunächst durch einen Zwischenfrequenzverstärker (V_2) vorgenommen werden, dann auch durch einen Tonfrequenzverstärker (V_3).

Man könnte der Ansicht sein, daß ein abgestimmter Verstärker (V_1) auf der Zeichenfrequenz, der ja doch nicht viel verstärkt, für einen Kurzwellensuperhet überflüssig sei. Dabei ist aber folgendes zu berücksichtigen. Bezeichnet man die Empfangsfrequenz mit f_e , die Oszillatorfrequenz mit f_o , die Zwischenfrequenz mit f_z , so gelten für die Zwischenfrequenz die folgenden beiden Gleichungen: $f_z = f_o - f_e$ und $f_z = f_e - f_o$. Das bedeutet, daß mit einer gegebenen Oszillatorfrequenz zwei verschiedene Empfangsfrequenzen dieselbe Zwischenfrequenz erzeugen! Wie man leicht nachprüfen kann, ergibt sich für eine gewünschte Zeichenfrequenz f_e und eine festgelegte Zwischenfre-

quenz f_z die unerwünschte „Spiegelfrequenz“ f_s zu $f_s = f_e + 2 f_z$, sie liegt also gewissermaßen als Spiegelbild „auf der anderen Seite“ der Oszillatorfrequenz, für die sich $f_o = f_e + f_z$ ergibt (von der zweiten Bedingung für die Oszillatorfrequenz: $f_o = f_e - f_z$ macht man in der Praxis aus naheliegenden Gründen selten Gebrauch). Es kann nun vorkommen, daß bei einer bestimmten Oszillatoreinstellung für eine zu empfangende Station gerade ein starker Störsender auf der Spiegelfrequenz arbeitet und dieselbe Zwischenfrequenz ergibt, so daß das gewünschte Zeichen gestört bzw. unaufnehmbar ist. Je höher die Zwischenfrequenz und je niedriger die Zeichenfrequenz, desto weiter liegt die Spiegelfrequenz von der Zeichenfrequenz entfernt, desto leichter ist es also, die Selektivität der Eingangskreise groß genug zu machen, um eine hinreichende Schwächung der Spiegelfrequenz zu erreichen. Hier ist aber eine Grenze gesetzt. Einmal ist eine Selektivitätserhöhung des gesamten Empfängers bereits durch das Prinzip der Frequenzumwandlung erwünscht. Je höher der Unterschied zwischen Empfangs- (Zeichen-) Frequenz und Zwischenfrequenz, desto größer ist ja die allein hierdurch erreichbare Selektivitätserhöhung. Nimmt man als Beispiel eine Zeichenfrequenz von 10 000 kHz an und die Frequenz eines störenden Senders zu 10 010 kHz (prozentuale Verstimmung von 0,1 %), so wird bei einer Zwischenfrequenz von 100 kHz ($f_o = 10 100$ kHz) der Störer auf die Zwischenfrequenz 90 kHz, also auf eine um 10 % gegen f_z verstimmte Frequenz transponiert, während bei $f_z = 1000$ kHz die dem Störer zugeordnete Zwischenfrequenz (990 kHz) nur um 1 % gegen f_z verstimm ist ($f_o = 11 000$ kHz). Ist — gleichen Verlauf der Resonanzkurven für f_e und f_z vorausgesetzt — die Selektivität im ersten Falle auf den hundertfachen Betrag gestiegen, so erreicht sie im zweiten Falle nur noch den zehnfachen Wert. In Wirklichkeit ist die Selektionsvergrößerung noch erheblich höher, je niedriger f_z ist, weil sich dann — insbesondere durch Verwendung von Eisenspulen — Güteziffern der Kreise erzielen lassen, die um Größenordnungen besser sind als für f_e . Man ist also beim Superhet — für Kurzwellen weit mehr als für längere Wellen — stets zu einem Kompromiß gezwungen. Will man den Aufwand für die Vorselektion klein halten, so muß man eine hohe Zwischenfrequenz verwenden und zur Erreichung der erforderlichen Selektion und Verstärkung mehr im Zwischenfrequenzverstärker aufwenden, will man aber am Zwischenfrequenzverstärker sparen und daher eine niedrigere Zwischenfrequenz verwenden, so muß man entsprechend größere Vorselektion anwenden.

Aus der nachstehenden Tabelle geht für die verschiedenen Amateurbänder und drei verschiedene, typische Zwischenfrequenzen f_z die Lage der Oszillator- und Spiegelfrequenzen hervor. Man kann leicht feststellen, daß bei $f_z = 120$ kHz in jedem Falle die Spiegelfrequenz in einen Teil des Empfangsbandes fällt, während das bei einer Zwischenfrequenz von $f_z = 450$ kHz nur im 28 000 kHz-Band der Fall ist. Bei einer Zwischenfrequenz von 1600 kHz endlich ist auch dieses Band außerhalb des Bereiches der Spiegelfrequenzen. Hieraus ergibt sich von selbst die Möglichkeit, einen Kunstgriff anzuwenden, der an Vorselektion sparen hilft und es erlaubt, die Zwischenfrequenz nur gerade so groß zu machen, wie das erforderlich ist, um für die höchste zu empfangende Frequenz die Spiegelfrequenzen aus dem Band herauszubringen (450 bis 500 kHz für Empfänger, die bis etwa 20 m heruntergehen, 1500 bis 1600 für 10 m-Superhets) und dann an den Eingang des Empfängers eine Spiegelfrequenzsperre zu legen, die alle Frequenzen, die höher sind als die höchste zu empfangende, stark schwächt. Filter dieser Art sind — unter entsprechender Dimensionierung — ähnlich gebaut wie die Siebketten der meist verwendeten Netzanschlußgeräte, bestehen also aus Längsdrosseln und Querkondensatoren. Besonders stark störende, benachbarte Sender, deren Spiegelüberlagerung in den Empfangsbereich fällt, können meist auch durch Sperrkreise entsprechend in ihrer Lautstärke ver-

Band	kHz	$f_z=120$ kHz		$f_z=450$ kHz		$f_z=1600$ kHz	
		f_o kHz	f_s kHz	f_o kHz	f_s kHz	f_o kHz	f_s kHz
I	1715..2000 ¹⁾	1835.. 2120	1955.. 2240	2165.. 2450	2615.. 2900	3315.. 3600	4915.. 5200
II	3500..4000 ²⁾	3620.. 4120	3740.. 4240	3950.. 4450	4400.. 4900	5100.. 5600	6700.. 7200
III	7000.. 7300	7120.. 7420	7240.. 7540	7450.. 7750	7900.. 8200	8600.. 8900	10200..10500
IV	14000..14400	14120..14520	14240..14640	14450..14850	14900..15300	15600..16000	17200..17600
V	28000..30000	28120..30120	28240..30240	28450..30450	28900..30900	29600..31600	31200..33200

¹⁾ In Deutschland für Amateure gesperrt. ²⁾ In Deutschland 3500....3600 kHz.

mindert werden. Bemerkte sei, daß man Frequenzen des Rundfunkbereichs meist nicht als Zwischenfrequenzen verwendet, daß aber dann, wenn man nicht gerade die Frequenz des Ortssenders oder eines besonders stark einfallenden Fernsenders gewählt wird, hier kaum Bedenken bestehen, auch diese Frequenzen gegebenenfalls für f_z zu wählen.

Die Verwendung sehr selektiver Superhets für den Kurzwellen-Telegraphieempfang hat dazu geführt, daß man zu der von Chr. Schmelzer früher („CQ“ 1935, H. 5, S. 69) beschriebenen Methode des „Einfachzeichenempfangs“ überging, die s. Zt. (1932) von J. J. Lamb in der „QST“ zuerst angegeben wurde. Dabei wird so abgestimmt, daß das Zeichen genau in Resonanz mit dem Zwischenfrequenzverstärker ist und der Zwischenfrequenzüberlagerer um die gewüschte Tonfrequenz (etwa 1000 Hz) dagegen verstimmt. Kann man — durch Verwendung rückgekoppelter Zwischenfrequenzverstärker oder durch Benutzung von Quarzen als Abstimmittel — eine sehr große Steilheit der Resonanzkurven im Zwischenfrequenzteil erreichen, so wird die eine 1000-Hz-Überlagerung auf die „Spitze“ der Resonanzkurve fallen und erheblich verstärkt werden, während die zweite 1000-Hz-Überlagerung, die man auch hier wieder als „Spiegelfrequenz“ bezeichnen kann, auf den steil abfallenden Ast der Resonanzkurve zu liegen kommt und daher eine um so erheblichere Einbuße an Verstärkung erleidet, je größer der Verstärkungsabfall bei dieser geringfügigen Verstimmung ist. Bei den von den Amerikanern viel verwendeten „Single-Signal-Superhets“ (Einfachzeichen-Superhets) mit Quarz sollen sich Lautstärkenunterschiede von 400 zu 1 zwischen dem Zeichen und dem „Spiegelbild“ ergeben. Von der Erläuterung weiterer Einzelheiten und anderer Vorteile dieser Verwendung von Quarzen sei hier abgesehen, da die „S.S.S.“ bisher in Deutschland noch nicht an Boden gewinnen konnten.

Hier seien nur die zwei zur Zeit wohl vollkommensten S. S. S.-Kurzwellenempfänger kurz besprochen (s. a. „QST“ 1935, Mai S. 21 ff.), die in den USA bisher auf den Markt gekommen sind. Von der National Co., Malden, Mass., wird der „HRO“ auf den Markt gebracht, ein Empfänger, der außer einer ganz besonders guten Abstimmung folgende Merkmale hat: Zwei Stufen Verstärkung (Fünfpol-Regelröhren) auf der Zeichenfrequenz, Mischröhre (Fünfpol-Regelröhre) mit getrenntem Oszillator (elektronengekoppelte Fünfpolröhre), zwei Stufen Zwischenfrequenzverstärkung (Fünfpol-Regelröhren), Empfangs- und Schwundausgleich-Gleichrichter und Niederfrequenzverstärker (Doppelzweipol-Fünfpol-Verbundröhre), getrennten, elektronengekoppelten Zwischenfrequenz-Oszillator (Fünfpolröhre) und Fünfpol-Endröhre. Vor der ersten Zwischenfrequenzröhre ist ein abschaltbares Quarzfilter vorgesehen. Der Empfangsbereich ist 1,7 bis 30 mHz in vier Stufen, die je etwas größer als 2 zu 1 sind, der Abstimmknopf wird für eine Drehung von 180 Grad zehnmal gedreht, die Skala hat 500 Teile, auf 400 von ihnen kann man durch einfache Umschaltung an dem als Einheit auswechselbaren Spulensatz (vier Spulen pro Satz) die Amateurbänder auseinanderziehen, so daß man auf den Amateurbändern pro volle Umdrehung des Abstimmknopfes etwa 30 bis 50 kHz bestreicht. Der Schwundausgleich ist abschaltbar.

Noch weiter getrieben ist die Röhren- und Stufenzahl bei dem neuen Kurzwellenempfänger von der Hammarlund Mfg. Co. Inc. New York, dem „Super Pro“, der außer

zwei Fünfpolregelröhren auf der Zeichenfrequenz, einer Siebenpol-Mischröhre mit getrenntem, elektronengekoppeltem Oszillator und drei normalen Zwischenfrequenzstufen mit Fünfpol-Regelröhren als vierte Zwischenfrequenzstufe (!!!) — in einer Anwendung von Sparsamkeit anscheinend — eine Doppelzweipol-Fünfpol-Verbundröhre als Zwischenfrequenzverstärker und Empfangsgleichrichter verwendet. Eine gleiche Röhre dient zur Lieferung der (verstärkten) Regelspannung für die Lautstärke-Automatik (abschaltbar), eine weitere Röhre als elektronengekoppelter Zwischenfrequenz-Überlagerer. Es folgt eine Dreipolröhre als Niederfrequenzverstärker, endlich eine Fünfpolendröhre als Steuerstufe für zwei im Gegentakt (kombinierter A- und B-Verstärker) geschaltete Endröhren. Zwei Gleichrichterröhren liefern die erforderlichen Betriebsspannungen. Der gesamte Bereich von 540 bis 20 000 kHz wird in fünf Bereichen erfaßt, die mittels eines Umschalters gewählt werden können. Bandabstimmung für die Amateurbänder ist vorgesehen. Quarzfilter, abschaltbarer Schwundausgleich usw. sowie ein „Sende-Empfangs-Schalter“ gehören weiterhin zur Ausstattung dieses 16-Röhrengerätes (nach WDRI-Berechnung sind es allerdings „nur“ 11 Röhren!).

Ein anderer Weg, der im kommerziellen Betrieb bisweilen zur Erzielung sehr hoher Selektionen und Verstärkungsziffern beschritten wird, ist der, (s. Abb.) außer einem Vorverstärker auf der Zeichenfrequenz (U_1) noch einen zweiten auf einer relativ hohen Zwischenfrequenz (U_2) einzusetzen, die mittels Mischröhre M_1 und Oszillator O_1 erzeugt wird. Man bekommt hier zunächst einmal eine entsprechende Trennung von den Spiegelfrequenzen und kann dann in einer zweiten Mischstufe (M_2, O_2) auf eine erheblich niedrigere Zwischenfrequenz transponieren, die einen großen Selektionszuwachs und — im Verstärker U_3 — eine entsprechende Verstärkung bringt. In der dritten Mischstufe (M_3, O_3) wird dann endlich auf Tonfrequenz überlagert, die nach abermaliger Verstärkung (U_4) dem Lautsprecher, Kopfhörer oder Schreiber zugeführt wird. Erwähnt sei, daß nach dem heutigen Stand der Technik die Verstärkung auf der Zeichenfrequenz nicht nur deshalb erforderlich ist, um eine entsprechende Vorselektion treffen zu können, die ja mit der Verstärkung gleichzeitig erfolgt — schließlich könnte man aber auch einfache gekoppelte Kreise ohne Röhren verwenden —, sondern daß man eine gewisse Verstärkung der Zeichen auch aus dem Grunde vornimmt, weil man in der Mischröhre meist mit einem bestimmten Geräuschpegel zu rechnen hat und zu schwache Signale Gefahr laufen, in diesem unterzugehen. Man wird also (trotz der für deutsche Mischröhren niedriger als bei den amerikanischen „Pentagrid-Convertern“ etc. liegenden Geräuschspannung) zweckmäßigerweise die Zeichen soweit verstärken, daß sie mit einer hinreichend oberhalb der Geräuschspannung liegenden Amplitude auf die Mischröhre treffen.

Vor der Besprechung des neuesten Empfängerprinzips, das in erster Linie für den Ultrakurzwellenempfang entwickelt wurde, aber auch für normale Kurzwellen sich eine Bedeutung sichern wird, muß noch kurz auf eine Abart des normalen Rückkopplungsaudions hingewiesen werden, den „Überrückkopplungsempfänger“ (Superregenerativ). Beim Audion ist die höchste Empfindlichkeit dann erreicht, wenn die Rückkopplung gerade die im Abstimmkreis auftretenden Verluste ersetzt, also die Dämpfung des Kreises gerade zu

Null geworden ist. Die richtige Einstellung der Rückkopplung auf diesen Wert läßt sich in der Praxis nicht erreichen, weil er sehr kritisch ist und infolgedessen selbst kleinste Schwankungen in den Elektronenstrom der Röhre, den Betriebsspannungen etc. die Arbeitsbedingungen zu stark verlagern. Ändert man aber die Rückkopplung sehr schnell von einem kurz vor der höchsten Empfindlichkeit liegenden Wert bis zu einem kurz jenseits davon liegenden, so wird bei jeder Änderung der Punkt höchster Empfindlichkeit einmal durchlaufen. Man nimmt diese Änderung, die ja auch mechanisch — etwa durch einen Motor, der die Rückkopplungseinstellung jeweils um den erforderlichen Betrag verstellt — bewirkt werden könnte, in der Praxis auf elektrischem Wege vor, indem man dem Audion, das bis kurz vor bzw. hinter den kritischen Punkt rückgekoppelt ist, eine Wechselspannung niedriger Frequenz (oberhalb des Bereiches der Tonfrequenzen) aufdrückt und deren Amplitude so bemißt, daß der Arbeitspunkt im Rythmus dieser Hilfsfrequenz den kritischen Punkt durchläuft. Auf diese Weise kann man — insbesondere bei Ultrakurzwellen — eine Verstärkung um Größenordnungen erreichen. Außerdem hat man in den USA, in denen diese Schaltung für den UKW-Empfang sehr verbreitet ist — herausgefunden, daß die vom Überrückkopplungsaudion an den nachfolgenden Verstärker abgegebene Tonfrequenzspannung in den weitesten Grenzen unabhängig ist von der Amplitude der Zeichen, mit anderen Worten, daß hier die Eigenschaften der sonst üblichen Schaltungen für die selbsttätige Lautstärkeregelung vorhanden sind. Obendrein wurde festgestellt, daß die Empfindlichkeit der Superregenerativempfänger gegenüber Zündstörungen etc. sehr schwach ist.

Nimmt man den Superregenerativempfänger auf einer höheren Frequenz (je größer die Frequenzdifferenz zwischen Empfangsfrequenz und Hilfsfrequenz, desto größer die Verstärkung!) als Grundlage, so kommt man zu dem neuesten Kurzwellenempfängertyp, dem „Super-Infragenerator“, der im Laboratorium der ARRL entwickelt wurde. Bei diesem Gerät wird außer einem Verstärker V_1 auf der Zeichenfrequenz (beispielsweise 56 bis 60 MHz) und dem normalen, ersten Frequenzwandler M_1, O_1 , der die Zeichen auf eine relativ niedrige Zwischenfrequenz — hier etwa 1,5 MHz — transponiert (Erreichung großer Selektivität), ein zweiter Frequenzwandler M_2, O_2 verwendet, der auf eine hohe Frequenz transponiert (etwa 22,5 MHz) und diese dem Superregenerativ-Audion M_3 mit Hilfsoszillator O_3 zuführt. Ein Niederfrequenzverstärker V_4 geht dem Lautsprecher voraus. Ein Zwischenfrequenzverstärker auf

der niedrigen, ersten Zwischenfrequenz (U_2) kann als Ergänzung verwendet werden.

Was die Eignung der verschiedenen Empfängerarten angeht, so muß festgestellt werden, daß die Ansichten der Fachleute hier noch recht stark auseinandergehen. So findet sich z. B. (s. a. an anderer Stelle dieses Hefes!) die Auffassung, man könne mit dem einfachen Rückkopplungsaudion infolge der weitgehenden Deckung der im Abstimmkreis auftretenden Verluste auch noch so schwache Zeichen aufnehmen, die bei Verwendung einer Hochfrequenzvorstufe oder einer Mischröhre (die ja normalerweise nicht rückgekoppelt sind!) in den Vorkreisen so viel Verluste zu überwinden hätten, daß die von ihnen erzeugte Nutzwechselfrequenz im Störpegel (Eigengeräusch) untergehe, während die enorme Verstärkung, die man z. B. bei Superhets erreichen könne, nur die Zeichen zur Geltung bringe und sie erheblich verstärke, die bereits hinreichend oberhalb des Störpegels liegen. Wenn auch diese Ansicht heute im Zeitalter der Mehrkreiseempfänger und Superhets recht unwahrscheinlich klingt, so ist doch die Tatsache überraschend, daß bei der großen Mehrzahl der Kurzwellenamateure das einfache Audion mit nachfolgender Niederfrequenzverstärkung für den Kopfhörer-Telegraphie-(Schwebungs-) Empfang verwendet wird, während im Großstationsbetrieb und für den Lautsprecherempfang von Telephonie der Superhet dominiert. Beim Amateurempfänger kommt es häufig auf den Empfang von sehr schwachen, sich nur wenig über den Störpegel erhebenden Zeichen an. Es wäre denkbar, daß eine geschickte Ausnutzung der anfangs quadratischen Kennlinie des Audions es ermöglicht, das Verhältnis zwischen Zeichen- und Störspannung zu verbessern, während beispielsweise beim Superhet, der gerade mit den neueren Mischröhren eine praktisch lineare Arbeitskurve hat, dieser Vorteil in Wegfall kommt. Im Großstationsbetrieb, wo meist am Sender und Empfänger Richtstrahler eingesetzt werden, die sowieso schon — abgesehen von den großen Sendeleistungen — ein gutes Verhältnis zwischen Empfangs- und Störspannung gewährleisten, ist die Sachlage eine ganz andere, ebenso beim Telephonieempfang. Es wäre zu wünschen, daß sich Meßspezialisten einmal mit dieser Frage beschäftigen. Als Rüstzeug braucht man einen Meßsender mit geeichtem Ausgangsspannungsteiler, dessen Ausgangsspannung — ein bei höheren Frequenzen schwieriges Problem — wirklich bis Null herabgeregelt werden kann und evtl. einen auf Tonfrequenz (etwa 1000 Hz) abgestimmten Spannungszeiger.

Allgemeines zum Bau von Empfängern

Von W. Schramm

Diese Ausführungen sollen sich besonders auf den Empfänger für die Amateurbänder beziehen; soweit es sich nicht ausschließlich auf Bandempfang bezieht, gilt das Folgende entsprechend auch für jeden anderen Empfänger.

Ebenso wichtig, wie ein guter Empfänger, ist eine gute Empfangsantenne. Die besten Ergebnisse erzielt man mit abgestimmten Antennen — z. B. Senderantennen, die auf die Bänder abgestimmt sind —, die über eine einstellbare Kopplung ihre aufgenommene Energie an den Empfänger abgeben. Ist die Antenne für sich nicht auf die zu empfangende Frequenz abgestimmt, so läßt sich dies leicht durch eine Spule und einen Kondensator, die in Reihe mit der Antenne liegen, ausgleichen. Die beste Übertragung der empfangenen Energie und damit die größte erreichbare Lautstärke wird nämlich nur dann erreicht, wenn Antenne und Eingangskreis auf die zu empfangende Frequenz abgestimmt sind und gerade „kritisch“ gekoppelt sind. Eine Änderung der Antennenabstimmung hat dann auch keinen Einfluß mehr auf die Abstimmung des ersten Kreises. Die

gebräuchliche Art der Kopplung durch eine Spule mit wenig Windungen hat nur solange keinen merklichen Einfluß auf die Abstimmung, wie die durch die Anschaltung der Spule gegebene Eigenfrequenz der Antenne weit genug von der zu empfangenden abliegt. Nähert man sich dieser Abstimmung, so macht sich dies bei einem Empfänger mit Audion an erster Stelle dadurch bemerkbar, daß die Rückkopplung zunächst immer schwerer und dann gar nicht mehr einsetzt: Schwingloch. Bei Bandempfängern empfiehlt es sich, die Antenne nur durch eine richtig ausprobierte Antennenspule auf die Mitte des Bandes abzustimmen und dann so lose wie eben notwendig zu koppeln (kritische Kopplung). Dabei erreicht man gleichzeitig, daß Störungen mehr zurücktreten. Überträgt man z. B. durch richtige Abstimmung und Kopplung 16mal soviel Energie auf den ersten Kreis, so kommt nur die vierfache Energie der Störung in den ersten Kreis, so daß der Empfangspegel um das vierfache höher als der Störpegel geworden ist.

Beginnt der Empfänger mit einer Hochfrequenzstufe oder Mischröhre bei Überlagerungsempfang, so ist ebenfalls durch die bereits genannten Mittel die Übertragung der Energie von der Antenne auf den ersten Kreis so gut wie möglich zu machen; die Auswirkung auf Erhöhung der Lautstärke und Verminderung der Störungen ist die gleiche. Man hat hier die Möglichkeit, bei einem erträglichen Abfall an Lautstärke fest abgestimmte Bandfilter für Bandempfang anzuwenden. Die beiden Bandfilterkreise werden auf die Mitte des Bandes abgestimmt und so weit gekoppelt, daß Doppelwelligkeit auftritt; ist die Antenne auf die Mitte des Bandes abgestimmt, so erfolgt eine nahezu gleichmäßige Energieübertragung im ganzen Band. Bei Überlagerungsempfängern ist diese Schaltung auch deshalb von großem Vorteil, weil dadurch die Möglichkeit des Empfanges der zweiten Überlagerung sehr vermindert wird.

Bei einer Gegenüberstellung von Hochfrequenzstufe und Überlagerungs-Mischstufe stehen den Vorteilen der Hochfrequenzstufe: Wegfall des Oszillatorkreises, Wegfall der Zweideutigkeit, einfachere Abgleichung und geringerer Preis der Röhre, die Vorteile des Supers gegenüber: größere Trennschärfe, größere Verstärkung (besonders bei höheren Frequenzen), einfacherer Aufbau des Audions (nur für die feste Zwischenfrequenz) und gute Eichbarkeit. Wenn auch im allgemeinen dem Super der Vorzug zu geben ist, so kann oft die Hochfrequenzstufe die bessere Lösung darstellen.

Um beim Überlagerungsempfänger das größte Übel, die Zweideutigkeit, zu beseitigen, muß man die Selektion der Eingangskreise so groß wie möglich machen und diese genau abstimmen; weiterhin macht man die Zwischenfrequenz so groß, wie es ratsam ist, um dadurch den Abstand bis zur zweiten Überlagerung so groß wie möglich zu machen; dadurch wird diese so weit geschwächt, daß sie auch beim Empfang schwacher Zeichen nicht mehr stören kann. Es hat sich als praktisch erwiesen, die Zwischenfrequenz bei Kurzwellenempfängern auf 1600 bis 1700 kHz zu legen; sie liegt dann oberhalb des Rundfunkbandes und wird nicht durch Rundfunksender gestört; außerdem liegt sie noch unter dem 1,7-mHz-Band und macht den ungestörten Empfang auch auf diesem Band möglich. Da in diesem Frequenzgebiet die Reichweite nicht groß ist und außerdem fast ausschließlich Sender mit geringer Energie arbeiten, sind Störungen durch diese nicht zu erwarten und auch noch nicht beobachtet worden. Da bei dem einfachsten Super mit Mischstufe, Audion und Endröhre zwischen gleich abgestimmten Kreisen niemals Verstärkerstufen liegen, ist keine Gefahr der Beeinflussung der einzelnen Stufen gegeben, wenn sie nicht allzu dicht nebeneinander oder fast ineinander aufgebaut sind; bei der Hochfrequenzstufe wird durch die notwendigen Verbindungen zur Röhre trotz bester Abschirmung eine Kopplung der gleich abgestimmten Kreise verursacht, die zu gegenseitiger Verstimmung und Schwingen der Vorröhre selbst führen kann.

Alle Rückkopplungsschaltungen weisen den Fehler auf, daß durch Änderung der Rückkopplung gleichzeitig eine Verstimmung auftritt. Diese Verstimmung läßt sich grundsätzlich auf ein Mindestmaß bringen, wenn man der Rückkopplungsspule so wenig wie möglich an Windungen gibt und sie so fest wie möglich mit der Abstimmungsspule koppelt. Erfolgt die Regelung durch einen mit der Spule in Reihe geschalteten Kondensator, so soll die Rückkopplungsspule an dem erdseitigen Ende der Abstimmungsspule liegen; bei der Regelung durch Ändern der Schirmgitter- oder auch Anodenspannung ist dies nicht unbedingt notwendig. Bei der letzteren Regelung muß man aber in Kauf nehmen, daß dadurch der Arbeitspunkt erheblich verlagert werden kann; dadurch ändert sich die Niederfrequenzverstärkung meist so stark, daß es schwierig wird, die richtige Größe und Kopplung der Rückkopplungsspule zu finden. Da beim Super die Rückkopplung nur für die feste Zwischenfrequenz abzugleichen ist, die auch noch verhältnismäßig niedrig ist,

ist sie leichter zu beherrschen. Die an sich geringere Verstimmung bleibt bei allen Frequenzbändern erhalten. Bei richtigem Abgleich der Mischstufe kann man die Rückkopplung auch beim Umschalten auf einen anderen Bereich stehen lassen. Besitzt der Empfänger eine Regelung der Hoch- oder Zwischenfrequenzverstärkung, die durch Ändern der Gittervorspannung erfolgt, so ist zu beachten, daß durch die Änderung des Innenwiderstandes der geregelten Röhre auch die Rückkopplung beeinflusst wird; ist bei einer der Hochfrequenzstufen eine Rückwirkung auf den vorhergehenden Kreis vorhanden, dann ist der Einfluß besonders groß. Bei den meisten Mischschaltungen ist bei der Regelung der Gittervorspannung eine Verschiebung der Oszillatorfrequenz die Folge. Es ist infolgedessen meist besser, auf eine Regelung der Hoch- oder Zwischenfrequenzverstärkung zu verzichten und die Regelung im Niederfrequenzteil vorzunehmen; diese Regelung kann durch verschieden starkes Anziehen der Rückkopplung unterstützt oder auch ganz ersetzt werden.

Normalerweise wird man auf das Audion die Endstufe folgen lassen. Eine Ausnahme davon sollten nur die Empfänger bilden, die mit so niedriger Anodenspannung betrieben werden müssen, daß die Verstärkung der einzelnen Stufen verhältnismäßig gering geworden ist. Bei Vollnetzeempfängern wird man auch deshalb möglichst wenig Niederfrequenzverstärkung verwenden, weil sonst sehr starke Siebung notwendig wird. Wegen der Gefahr einer Induktion von Netzbrummen bei Drossel- oder Transformator-kopplung — besonders beim Zusammenbau von Empfänger und Netzteil — ist es besser, Widerstandskopplung zu verwenden; bei den üblichen hohen Anodenspannungen ist die Verstärkung vollständig ausreichend. Wird mehr Verstärkung verlangt, soll sie vor dem Empfangsgeräth verlegt werden. Da nunmehr auch Fünfpol-Schirmröhren für Batterieheizung und niedrige Anodenspannung gebaut werden, so ist auch hier Widerstandsverstärkung möglich.

Die Anschlüsse für den Kopfhörer sollten aus Gründen der Sicherheit nur über einen Ausgangstransformator angeschlossen werden; von diesem müssen Kern und ein Ende der Sekundärwicklung geerdet sein. Mindestens sollte jedoch eine Drossel im Anodenkreis der Endröhre liegen, über die der Hörer durch einen Kondensator gelegt ist; die Lade- und Entladeströme des Kondensators beim Ein- und Ausschalten des Empfängers fließen allerdings hierbei noch über den Hörer.

Über die Speisung des Empfängers aus Batterien ist wenig zu sagen. Es soll hier nur auf zwei Punkte hingewiesen werden. An Stelle der vieladrigen Batterie-zuleitungen soll man möglichst nur die Gesamtspannung zuführen und die kleineren Spannungen durch Vorwiderstände erzeugen, die durch Kondensatoren abgeblockt sind; man erreicht damit gleichzeitig eine Verriegelung gegen ungewollte Rückkopplungen innerhalb der teilweise gemeinsamen Zuleitungen. Zweitens sei noch einmal darauf hingewiesen, daß etwas verbrauchte Batterien, deren innerer Widerstand ziemlich angestiegen ist und die wegen Polarisation einzelner Zellen anfangen zu rauschen, durch Überbrücken mit einem Block von einigen Mikrofarad recht gut beruhigt werden können und noch etwas Dienst tun können.

Bei Speisung des Empfängers aus dem Wechselstromnetz tritt häufig trotz ausreichender Siebung besonders beim Empfang höherer Frequenzen eine Brummodulation auf. Der Grund dafür ist darin zu suchen, daß die Hochfrequenz nicht nur über die Antenne in den Empfänger kommt, sondern auch durch die Netzleitung. Andererseits gelangt auch Hochfrequenz von dem schwingenden Audion über den Gleichrichter in die Netzleitung und von da wieder in die Antenne. Da der Gleichrichter jedesmal nur während einer kurzen Zeit durchlässig ist und dann wieder sperrt, ist die Hochfrequenz im Takte der Stromstöße moduliert und kommt so in den Empfänger oder vom Audion über Gleichrichter und Netz in die Antenne. Abhilfe schafft man da-

durch, daß man induktionsfreie Kondensatoren von 5000 bis 10 000 cm von den Gleichrichteranoden nach Minus legt; genügt das noch nicht, so müssen in die beiden Netzleitungen Drosseln gelegt werden; unter Umständen ist es notwendig, auf einer Seite der Drosseln noch Kondensatoren nach Erde zu legen. Bleibt dann noch eine Modulation übrig, so rührt sie nicht mehr vom Gleichrichter her; ist die Siebung nicht doch der schuldige Teil, so stört manchmal ein anderer gleichzeitig laufender Apparat, der ebenfalls einen Gleichrichter enthält. Die Störung muß dann an diesem Gleichrichter beseitigt werden.

Bei der Ausführung der Schaltung ist darauf zu achten, daß das Chassis nicht als Verbindungsleitung in Abstimmkreisen verwandt werden darf, da dadurch Kopplungen von

Kreisen entstehen, die sich nicht übersehen lassen und deshalb auch in den seltensten Fällen zu beseitigen sind. Weiterhin sind besonders die Verbindungen von Abstimmspulen mit den Abstimmkondensatoren so kurz wie möglich zu machen; dafür darf lieber eine Zuleitung zum Gitter oder zur Anode etwas länger werden. Die Verbindung führt nämlich den Schwingstrom im Kreis, der meist einige hundertmal größer ist als der Strom in der Zuleitung; seine koppelnde Wirkung ist infolgedessen auch einige hundertmal größer. Dadurch dürfte auch die häufig aufgeworfene Frage geklärt sein, ob es besser sei, die Leitungen von Kondensator und von Spule getrennt bis zum Gitter zu führen oder beide zu verbinden und mit einer Leitung bis zum Gitter zu führen.

Standardgerät Nr. 4 des DASD

Reflexempfänger für den UKW-Empfang

Die in den letzten Monaten in fast allen Teilen der Welt erzielten 10-m-DX-Erfolge werden bei vielen OMs reges Interesse hervorgerufen haben. So mancher D oder DE würde sich auch auf diesem interessantesten aller Amateurbänder betätigen, wenn sein vorhandener Empfänger nur auf 28 MHz schwingen wollte. Der in Deutschland sehr stark verbreitete Schirmgitteraudionempfänger hat in vielen Fällen die unangenehme Eigenschaft, nur bis ca. 11 m herunterzuschwingen. Um jenen OMs, welche mit diesen Schwierigkeiten zu kämpfen haben, helfen zu können, wurde ein moderner UKW-Standardempfänger entwickelt, der in folgendem beschrieben wird.

Bei der Entwicklung des obengenannten Empfängers standen folgende Punkte im Vordergrund: 1. Das Gerät muß eichfähig sein, das heißt unabhängig von der Antenne. 2. Neben modulationsfreiem Vollnetzbetrieb soll der Empfänger auch für reinen Batterieanschluß verwendbar sein. Der erste Punkt läßt sich mit einer Schirmgitter-Vorröhre oder mit dem bekannten T-Widerstandsglied erreichen. Aus Preisgründen kam die Vorröhre in Fortfall, und da das T-Glied eine Lautstärkenschwächung von etwa einer R-Stufe hervorruft, wurde die Reflexschaltung angewendet. Die zweite Forderung läßt sich in einer Kompromißlösung durch Verwendung der modernen Außenkontaktröhren mit 2,5 Wattkathoden verwirklichen. Die beiden im Gerät benutzten Röhren benötigen bei einer Heizleistung von 5 Watt einen Heizstrom von 1,25 Amp. Dieser Strom läßt sich schon für längere Zeit aus einem mittelmäßigen Akkumulator entnehmen. Das hauptsächliche Anwendungsgebiet des Empfängers wird der Empfang des 10-m-Amateurbandes und des Fernsehbandes zwischen 6 und 8 m sein. Um auch die Möglichkeit zu haben, die Oberwellen der in der Nähe der Amateurbänder liegenden Groß-

stationen beobachten zu können, kann durch Auswechseln von drei Spulen ein Wellenbereich von 6 bis 12 m bestrichen werden. Ein Empfang höherer Frequenzen wäre selbstverständlich mit kleineren Spulen möglich. Da der Landesgruppenbetriebsdienst in Kürze nur noch auf dem 10-m-Bande (29—30 MHz) laufen soll, muß der Empfänger für den Notfall auch mit Vollbatterieanschluß betriebsfähig sein. Als Eichpunkte lassen sich die Oberwellen von WQP, WQT, JNJ, DIP, PCT, EAJ u. a. anwenden.

In Abb. 1 ist das Gesamtschaltbild des Empfängers gezeigt. Eine Dreipolröhre, AC 2, arbeitet in normaler Rückkopplungsaudionschaltung, während eine Fünfpolröhre, AF 7, als Hochfrequenz- und Niederfrequenz-Verstärker betrieben wird. Der Doppelweggleichrichter RGN 504 besorgt die Anodenspannung. Aus Abb. 2 ist die Anordnung der Röhren ersichtlich. Der Hochfrequenz-Stromlauf ist folgender: Von der Antenne gelangt die Hochfrequenz über die beiden Kopplungskondensatoren C_{12} und C_{11} mit einer resultierenden Kapazität von 25 pF zur Drosselspule L_3 . Die sich an L_3 bildende Spannung gelangt zum Steuergitter der AF 7, welche am Widerstand R_9 von 10 k Ω eine verstärkte Hochfrequenz-Spannung abgeben soll. Die Spannung an R_9 wird über den Kopplungsblock C_4 von 15 pF an den Schwingkreis $L_1/C_1/C_2$ weitergeleitet. Die am Gitter der AC 2 liegende Audionkombination (bestehend aus C_3 von 30 pF und R_1 von 1 M Ω) besorgt nach dem Prinzip der Gittergleichrichtung an der Anode eine Trennung der Niederfrequenz vom hochfrequenten Träger. Der Widerstand R_2 , 10 k Ω , soll ein unmittelbares Abfließen der Hochfrequenz verhindern, vielmehr gelangt sie über den Trimmer C_5 (max. 80 pF) zur Rückkopplungsspule L_2 die zur Entdämpfung bzw. zur Selbsterregung des Schwingkreises $L_1/C_1/C_2$ dient.

Die noch etwas mit Hochfrequenz behaftete niederfrequente Wechselspannung gelangt über R_2 zum Zwischenübertrager T_1 , 1 : 5. Parallel der Sekundären von T_1 liegt der Lautstärkereger R_4 . Die an R_4 abgegriffene Spannung durchläuft ein dreifaches Siebglied, R_5 , R_6 , je 50 k Ω und L_3 . Sie gelangt nun fast gänzlich gesäubert von der abgestimmten Hochfrequenz an das Gitter der AF 7, welche am Ausgangsübertrager T_2 , 10 : 1, die ca. 150fach verstärkte Niederfrequenz abgibt und dem Kopfhörer zuführt.

Der Gleichstromlauf ist wie folgt. 2 \times 300 Volt Wechselspannung werden an der RGN 504 gleichgerichtet und über das Siebglied C_{21} , L_4 , C_{22} dem Gerät zugeführt, wobei die Anodenspannung der AC 2 am Potentiometer R_{14} , R_{15} (je 50 k Ω) abgegriffen wird. R_{14} dient gleichzeitig zur Regelung der Rückkopplung. Über R_{13} , T_1 und R_2 gelangen beim Schwingungseninsatz etwa 30 Volt an die Anode. Über R_{10} , T_2 und R_9 bekommt die AF 7 eine Anodenspannung von ca. 200 Volt. Eine Schirmgitter-

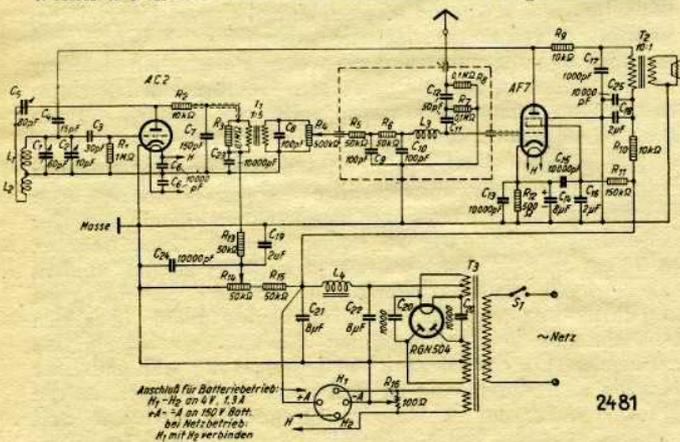


Abb. 1

spannung von 100 Volt wird durch den Spannungsabfall am Widerstand R_{11} von 150 k Ω erzeugt. Die Gittervorspannung erzeugt der Kathodenstrom ($I_a + I_{SG}$) am Widerstand R_{12} von 500 Ω . Im Gerät fließt ein SG-Strom von 1 mA und ein Anodenstrom von 3 mA, also ergibt sich eine Vorspannung von -2 Volt. Das extra herausgeführte Fanggitter der AF 7 liegt auf Erdpotential. Die Heizung der beiden Röhren liegt parallel und wird dem Transformator T_3 entnommen. Ein Pol der Heizung wird den Röhren direkt zugeführt, während der andere Pol an eine an der Rückwand des Chassis montierte 5polige Röhrenfassung gelegt ist. Diese Röhrenfassung ist für den Batterieanschlu notwendig. (Abb. 3 und Abb. 4.) Die Anschlußpunkte H_1 und H_2 werden mit dem Heizakku bzw. bei Netzbetrieb miteinander verbunden. Der Gitterpunkt liegt an Minus, während der Anodenpunkt an Plus Anodenspannung angeschlossen ist. Für den Batterieanschlu ist ein alter Röhrensockel mit einem vieradrigen Anschlußkabel geeignet. Die Netzspannung wird über den Schalter S_1 und eine etwa 1,5 m lange Anschluschnur zur Steckdose geführt.

Auffällig viel Hochfrequenz-Sauberungsmittel mußten im Gerät verwendet werden. Um einen sauberen Rückkopplungseinsatz, d. h. größte Ausnützung der Entdämpfung zu bekommen, ist es außerordentlich wichtig, das Gitter der AF 7 von der vom Eingang kommenden Hochfrequenz fernzuhalten. Das RC-Glied, R_2 und C_7 ist bei 30 MHz noch nicht wirksam genug, um T_1 hochfrequenzlos zu lassen. Es ist immer noch ein beträchtlicher Teil Hochfrequenz an der Sekundärwicklung vorhanden. Aus diesem Grunde ist C_8 , 100 pF, direkt an den Klemmen der Sekundärwicklung angeschlossen. R_4 dient ebenfalls zur Dämpfung der ungewollten Spannung. Ein Irrtum ist es, anzunehmen, daß jetzt die Hochfrequenz endlich begraben wäre. Erst das doppelte RC-Glied, R_5/C_6 , R_9/C_{10} und die Drossel L_3 sorgen dafür, daß das Gitter von störender Hochfrequenz befreit ist. C_6 , C_{23} und C_{24} , je 10 000 pF, haben sich nachträglich noch als nützlich herausgestellt. Was für das Gitter der AF 7 gesagt wurde, gilt in demselben Maße auch für die Anode. Auch hier muß für das saubere Abfließen der Hochfrequenz gesorgt werden. Um die niederfrequente Dämpfung nicht zu groß werden zu lassen, wurde C_{17} mit 1000 pF bemessen; jedoch direkt hinter T_2 liegen noch einmal 10 000 pF. Diese beiden Kondensatoren sind von großer Wichtigkeit. Um eine Hochfrequenz-Verstärkung der AF 7 überhaupt zu ermöglichen, sind die Kondensatoren C_{13} und C_{15} je 10 000 pF unerläßlich. Um direkte Einstreuung zu vermeiden, ist das Reflexfilter durch eine Aluminiumabschirmhaube geschützt.

Das doppelte CR-Glied C_{12}/R_8 und C_{11}/R_7 verhindert das Vordringen unerwünschter Störspannungen. Die Leitungen von R_2 nach T_1 , von T_1 nach R_4 , von R_4 nach

R_5 sowie von L_3 zum Gitter der AF 7, sind abgeschirmt. Die beiden Kondensatoren C_{20} von je 10 000 pF dienen zur Hochfrequenz-Abteilung am Gleichrichter. Sämtliche bis jetzt erwähnten Kondensatoren müssen induktionsfrei sein, während die Widerstände kapazitätsarme Massewiderstande sein sollten. Die Niederfrequenz-Säuberung gestaltet sich bedeutend einfacher. R_{13} , 50 k Ω , sorgt mit C_{19} (2 μ F) für die Beruhigung der Audionodenspannung. R_{10} , 10 k Ω , mit C_{18} (2 μ F) beruhigen die Anodenspannung der AF 7, während die Schirmgitterspannung durch R_{11} (150 k Ω) und C_{16} (2 μ F) gesäubert wird. Der Kathodenwiderstand R_{12} ist für die Tonfrequenz mit einem Elektrolytkondensator von 8 μ F überbrückt. (Plus liegt an Kathode). Für die Säuberung der Netzanode sind zwei Elektrolytkondensatoren zu je 8 μ F (450 Volt), C_{21} , C_{22} sowie die 30 Hy-Drossel L_4 eingebaut. Zur Symetrierung der Heizung dient der Entbrummer, R_{16} . Die Stellung der Transformatoren zueinander ist in Abb. 2 deutlich ersichtlich. Bei falscher Polung der Transformatoren T_1 oder T_2 ist eine niederfrequente Selbsterregung möglich, welche jedoch durch Umpolen der Sekundärwicklung von T_1 behoben werden kann.

Neben der Verwendung der Reflexschaltung wurde im Empfänger wohl erstmalig eine Hochfrequenz-Pentode als Endröhre benützt. Vom ökonomischen Standpunkt aus betrachtet, ist die AB 7 einer Entpentode, etwa der RENS 1374 d, in jeder Hinsicht vorzuziehen. Um bei der 1374 eine ca. 30fache Verstärkung erzielen zu können, muß eine Gleichstromleistung von 9 Watt aufgewendet werden. Dazu addiert sich die Heizleistung von 4,2 Watt. Mit der AF 7 läßt sich aber bei einer Gleichstromleistung von 1 Watt plus 2,5 Watt Heizleistung eine 150fache Verstärkung erreichen. Schwierigkeiten entstehen dabei höchstens mit der Anpassung an den großen Innenwiderstand der AF 7. In einer Meßschaltung nach Abb. 5

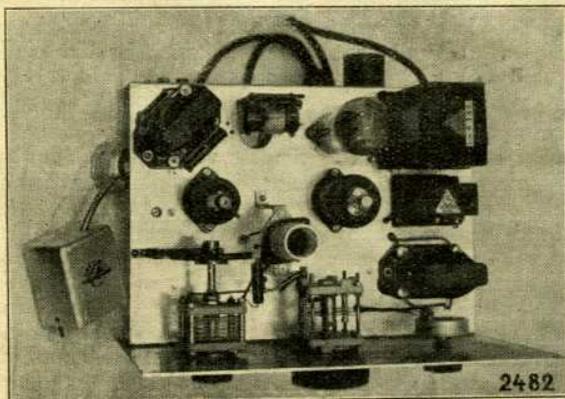


Abb. 2. Draufsicht des Empfängers. Die Abschirmkappe des Reflexfilters ist abgenommen

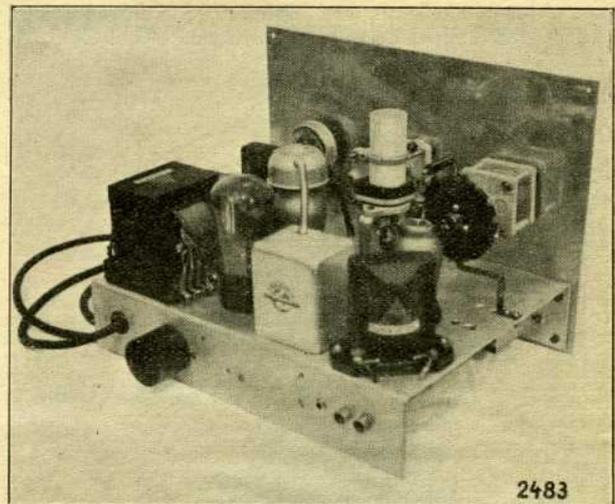


Abb. 3. Seitenansicht des Empfängers

wurde die Verstärkung in Abhängigkeit der Frequenz gemessen. Da sich durch die Frequenzabhängigkeit eines Kopfhörers sowieso keine musikalischen Qualitäten erzielen lassen, ist ein Abfall der Verstärkung bei höheren oder tiefen Frequenzen nicht weiter kritisch. Für den Telegraphieempfang ist diese Eigenschaft sogar wünschenswert. Bei Verwendung eines Transformators 10 : 1 wurde bei einer Eingangsspannung von 0,04 Volt eff, 800 Hz, am Kopfhörer, welcher an Stelle des Meßwiderstandes von 4 k Ω angeschlossen war, eine Spannung von 3,7 Volt gemessen. Der in der Anode liegende Widerstand R_9 von 10 k Ω bringt keine niederfrequente Lautstarkenschwachung

mit sich. Man muß sich diesen Widerstand als eine Erhöhung des Innenwiderstandes vorstellen, was bei einem R_4 und $2\text{ M}\Omega$ nichts ausmacht.

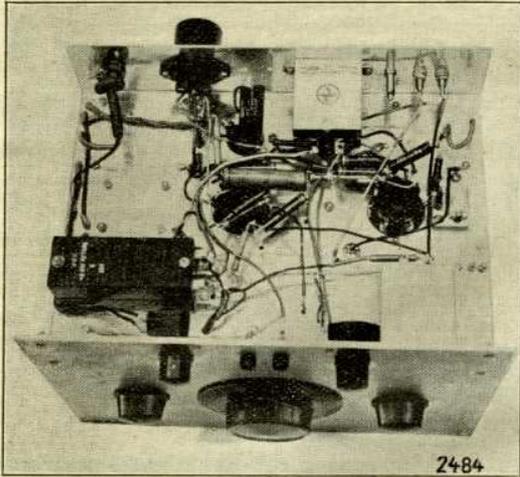


Abb. 4. Chassisansicht von unten

Der Drehkondensator C_1 (60 pF) ist mit einer Rastenscheibe versehen worden, welche 8 Rasteinschnitte hat. Dadurch ist es möglich, den Kondensator um siebenmal $8,5\text{ pF}$ stufenweise verändern zu können. Parallel zu C_1 liegt ein mechanisch einwandfreier Drehkondensator C_2 von 10 pF , der jeweils eine Bestreichung eines Rastbereiches mit Überlappung gestattet. C_2 muß so beschaffen sein, daß kein toter Gang bzw. keine schlechte Lagerung vorhanden ist. Abb. 2 und 3 zeigen die Abstimmorgane.

Der Aufbau geht wie folgt vor sich: Auf einem 2 mm starken Aluminiumchassis von $285 \times 205 \times 55\text{ mm}$ sind die benötigten Teile untergebracht worden. Abb. 2, 3, 4.

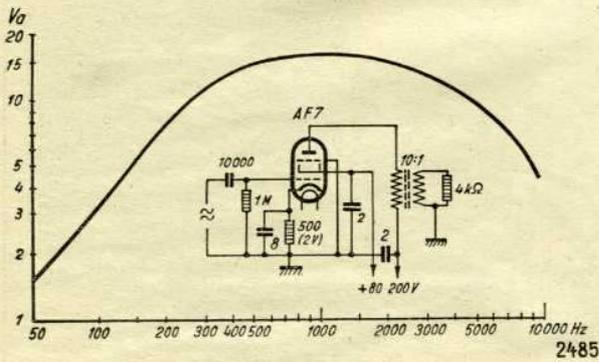


Abb. 5

Das Chassis ist so bemessen worden, daß es in einen DIN A4-Kasten eingesetzt werden kann. Es ist mit der Vorderplatte des Kastens verschraubt. Die in Abb. 4 ersichtlichen Bedienungsknöpfe betätigen in der oberen Reihe von links nach rechts den Rastenskondensator, den Bandkondensator mit Skala und die Rückkopplung. Darunter befinden sich der Lautstärkeregl. Telefonanschluß und Netzschalter.

Abb. 2 zeigt das Filter geöffnet. Alle an der Unterseite des Chassis montierten Teile gibt Abb. 4 wieder. Bei der Leitungsführung ist folgendes zu beachten. Das Chassis ist nur an einer einzigen Stelle mit der allgemeinen Sammelleitung verbunden. Die Erdleitung ist isoliert eingeführt und am selben Punkt angeschlossen worden. Schwingkreisleitungen sowie die Sammelleitung sind mit 2 mm starkem Draht geschaltet worden. Alle Hochfrequenz-

Überbrückungskondensatoren sind an ihren Bestimmungspunkten mit kurzen Leitungen direkt anzulöten. Die Leitung von R_9 nach C_4 ist kurz zu halten. Beide Röhren haben eine gesondert herausgeführte Abschirmung, welche direkt zu erden ist. Als Spulenträger ist auf stabilen Winkeln eine Calit-Röhrenfassung etwa 70 mm über dem Chassisboden montiert.

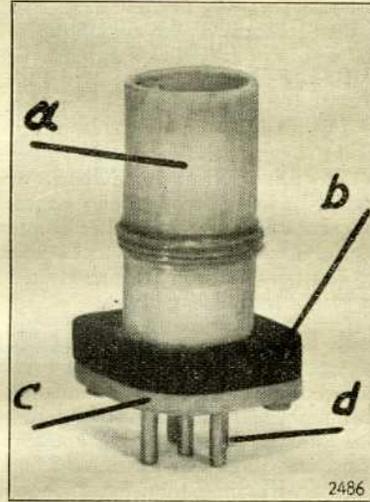


Abb. 6. Spule 1, 12 — 9,4 m

Anfangs wurde schon erwähnt, daß 3 Spulen notwendig sind. Als Spulenträger wurde ein bereits im Handel befindlicher Calitkörper von $25 \times 55\text{ mm}$ benützt. In Abb. 6 erkennt man die Zusammensetzung der Spulen: a) Calitkörper, b) Pertinax-Flansch mit 25 mm Loch und zwei 3-mm -Gewindelöchern, c) demontierte VE-Calit-Röhrenfassung. Die Kontakthülsen sind entfernt. d) 3-mm -Stecker mit Gewindeansatz. a und b sind mit Cohesan H miteinander verklebt, während b und c miteinander verschraubt sind.

Die Wickeldaten sind aus der Tabelle zu ersehen.

Spule Nr.	λ	L_1 Windung 0,8 CUBB	L_2 Windung 0,5 CUSS
1	12 — 9,4 m	3	3
2	9,6 — 7,5 m	2	2 bis 3
3	7,7 — 6 m	1	2

Sämtliche Wicklungen ohne Abstand wickeln!! Um das 10-m-Band gerade über ein Rastenbereich verteilt zu bekommen, muß der Abstand von zwei Windungen etwas vergrößert werden. Nach der Abgleichung werden die Spulen mit Cohesan verklebt. Die Drosselspule L_3 ist auf einem Pertinaxkörper $15\text{ }\varnothing$ mit Windungen $0,8\text{ CUBB}$ ohne Abstand gewickelt worden (Abb. 2).

Nach dem endgültigen Zusammenbau des Empfängers und erfolgter Röhrenbestückung stellt man den Regler R_4 auf max. Lautstärke und verändert vorsichtig R_{14} bis zum Schwingensatz. Mit C_5 muß der Rückkopplungswert so eingestellt werden, daß alle drei Spulen ungefähr über den ganzen Bereich den Schwingensatz an der gleichen Stelle haben. Zum „Trimmen“ ist es manchmal zweckmäßig, R_{15} kurzzuschließen. Um auch den verwöhntesten Ansprüchen genügen zu können, kann eine Feinregulierung der Rückkopplung durch einen veränderlichen Widerstand von $10\text{ k}\Omega$ in Serie mit R_{13} angewendet werden. Sollen mit diesem Gerät auch die längeren Amateurbänder empfangen werden, so empfiehlt es sich, an Stelle von L_3 einen Widerstand von $10\text{ k}\Omega$ zu benützen.

D 4 gwf
Zeichnungen vom Verfasser, Aufnahmen Kaupat

Dreiröhren-Batterieempfänger

Bei der Planung des vorliegenden Empfängers, der vor allem für den angehenden Kurzwellenamateur ein brauchbares Gerät sein soll, wurden folgende Punkte ins Auge gefaßt: Betriebssicherheit, einfache Bedienung, hohe Wirtschaftlichkeit bei angemessener Leistung.

Die Schaltung (Abb. 1) zeigt den üblichen 3-Röhrenempfänger; jedoch wurden einige schaltungsmäßige Änderungen zur Erreichung der obengenannten Bedingungen erforderlich. So ist eine weitgehende Entkopplung der einzelnen Stromkreise durch Anwendung von Rückkopplungssperren vorgesehen, um die schädliche Wirkung des Innenwiderstandes von Spannungsquellen zu beseitigen und ein überaus stabiles Arbeiten eines Empfängers zu gewährleisten. Heulen, das besonders am Einsatzpunkt der Selbsterregung aufzutreten pflegt, und ähnliche unerwünschte Erscheinungen sind mit Sicherheit beseitigt. Durch Anwendung der Sperren kann man sämtliche Gitter- und Anodenspannungen im Gerät herstellen, und durch Abnahme nur einer Spannung die Anodenstromquelle gleichmäßig beanspruchen.

Der gewünschte „harte“ oder „weiche“ Schwingungseinsatz wird mit dem Potentiometer P_1 gewählt. Die Rückkopplungsregelung erfolgt durch Änderung der Anodenspannung mittels P_2 . Diese Methode hat gegenüber der Regelung des Potentiometers mit Serienwiderstand den Vorteil größeren Regelbereiches. Das Schleifergeräusch wird durch die Sperre C_8, R_3, C_9 beseitigt. Der Potentiometerquerstrom, der R_{10}, P_2 und R_{11} passiert, macht die Verwendung eines doppelpoligen Heizstromauschalters notwendig.

Der Schwingungskreis besteht aus einer auswechselbaren Steckspule und einem durch Feinstellskala angetriebenen „Band“kondensator von 18 cm Endkapazität. Für alle Amateurbänder außer dem 10-m-Band ist die Zuschaltung eines Festkondensators mit einem Kurzschlußstecker vorgesehen. Der auswechselbare 5polige keramische Spulenkörper trägt außer der Gitterspule die Antennen- und Rückkopplungswicklungen. Die Anordnung der Spulen zeigt Abb. 2.

Die Daten für die auswechselbaren Bandspulen sind der nachfolgenden Tabelle zu entnehmen.

Amateurband MHz	L_1	L_2	L_3	Wicklungsabstand		Wind. Abst. L_1	Drahtstärke
				L_1-L_2	L_2-L_3		
1,75	50	20	10	7	5	0	0,4
3,5	21	9	6	4	11	0	0,8
7	8	5	4	5	7	0	0,8
14	$3\frac{3}{4}$	6	1-2	6	12	3	0,8
28	$1\frac{3}{4}$	4	1	6	12	3	0,8

L_1 = Schwingkreisspule, L_2 = Rückkopplungsspule,
 L_3 = Antennenspule

Die angeführten Werte sind nur näherungsweise gültig. Gewisse, allerdings in engen Grenzen bleibende Abweichungen, besonders bei der Windungszahl der Schwingkreisspule, sind durch die verschieden große Anfangskapazität des Kreises bedingt, deren Größe bekanntlich vom Aufbau und der Leitungsführung sowie von den Anfangs- bzw. Eigenkapazitäten der im Kreise liegenden Schaltelemente abhängt.

Zur Erreichung einer möglichst niedrigen Kreis-Anfangskapazität wurden der Festkondensator C_2 und die für den

Kurzschlußstecker vorgesehene Buchsenleiste direkt am Abstimmkondensator C_2 angeordnet. Die beiden 4-mm-Buchsen sind durch keramische Isolierringe isoliert.

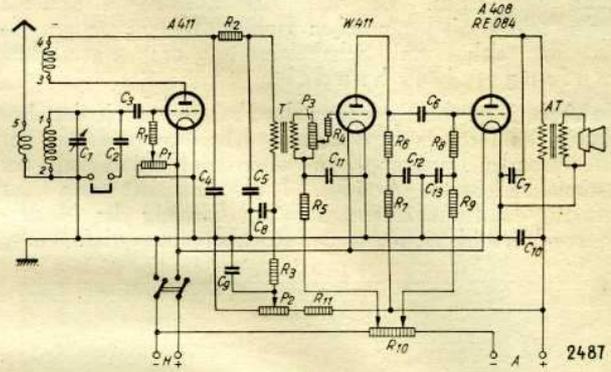


Abb. 1

Die Röhrenbestückung erfolgte aus Gründen möglichst wirtschaftlichen Betriebes mit A 411, W 411 und A 408 oder RE 084. Der Gesamtstromverbrauch liegt mit

Spule
von unten gesehen

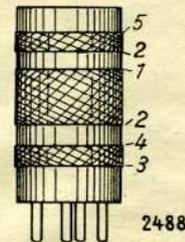
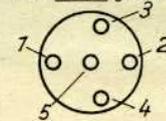


Abb. 2

0,3 Amp. für Röhrenheizung und Skalenbeleuchtung (0,04 A.) und ca. 4 m A. Gesamtanodenstrom bei einer Gesamtspannung von 100 Volt äußerst niedrig. Der

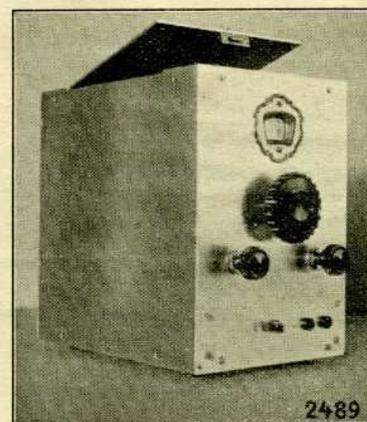


Abb. 3

Anodenstromverbrauch der Endröhre wird besonders klein, wenn an dem Widerstand R_{10} möglichst hohe Gittervorspannung eingestellt wird.

Der Einbau wurde in einem Din-A-5-Kasten vorgenommen. Der Kasten wird derart zusammengeschraubt, daß sich Grund- und Frontplatte, die durch zwei kräftige Winkel miteinander verbunden sind, leicht nach vorn herausziehen lassen. Für den Spulenwechsel ist ein aufklappbarer Deckel vorgesehen. Bei der Auswahl der Einzelteile wurden solche mit keramischen Isolierstoffen bevorzugt, soweit es sich um Schaltelemente des eigentlichen Empfangsteiles handelt.

In Abb. 3 ist die Einteilung der Frontplatte mit der Anordnung des Deckels zu erkennen. Mit dem großen in der Mitte sitzenden Drehknopf wird über die Friktionsskala der Abstimmkondensator betätigt. Links befindet sich der Griff für die Lautstärkeregelung am Eingang des Niederfrequenz-Verstärkers, rechts der Rückkopplungsgriff. Unter

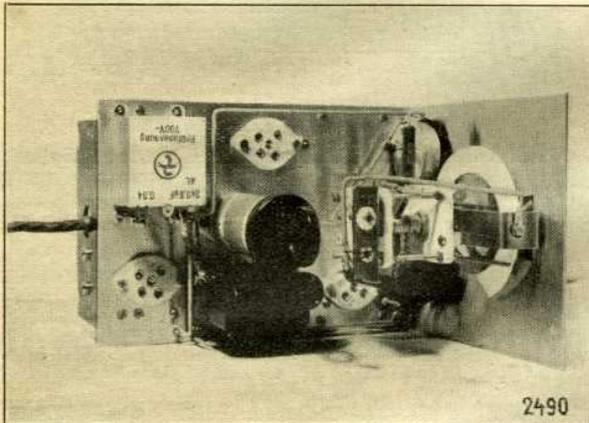


Abb. 4

der Skala sieht man den doppelpoligen Ausschalter, rechts davon die Ausgangsbuchsen für Kopfhörer.

Die Anordnung der Röhren (Abb. 4) ist folgende: Am Abstimmkondensator Röhre 1 (A 441), dann im Uhrzeigersinn W 411 und A 408. Die mittlere, besonders hochwertige Röhrenfassung dient zur Aufnahme der Steckspule. Die Grundplatte trägt ferner den Transformator sowie einen der beiden Kombinationsblockkondensatoren $3 \times 0,5 \mu\text{F}$ (C_8, C_9, C_{11}). Auf der Unterseite des Chassis (Abb. 5), das durch eine mit zwei kleinen Winkeln befestigte Hartpapierplatte gestützt wird, sieht man an größeren Bauteilen den Streifenwiderstand R_{10} , den zweiten Kom-

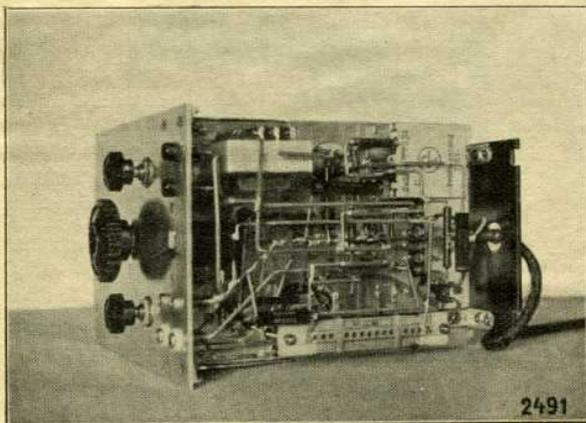


Abb. 5

binationsblock (C_{10}, C_{12}, C_{13}) sowie den in der Nähe der Telefonbuchsen befindlichen Ausgangstransformator. Antennen- und Erdbuchse wurden auf der Hartpapierplatte angeordnet (erstere keramisch isoliert). Auf der Grundplatte ist ferner, durch den Streifenwiderstand z. T. verdeckt, das Potentiometer P_1 montiert, das durch Isolierscheiben von der Aluminiumplatte isoliert wird. Bemerkenswert ist noch eine Lötösenleiste (zwischen Kombinationsblock und Streifenwiderstand), an die das Batteriekabel sowie alle in das Batteriekabel endigenden Leitungen führen. Abb. 6

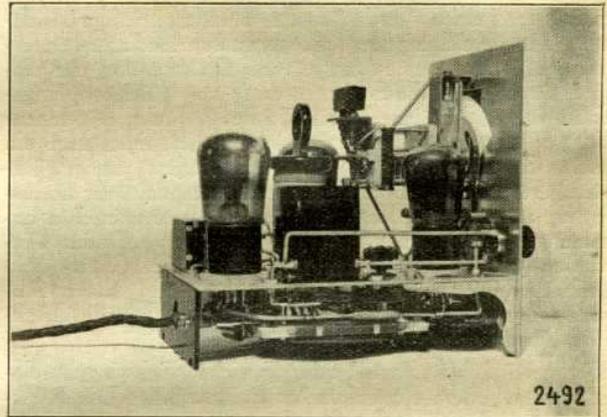


Abb. 6

und 7 zeigen die Montage der Buchsenleiste und des Kondensators C_2 .

Die Verdrahtung ist derart vorgenommen, daß sämtliche kleinen Kondensatoren und Widerstände in die Leitungen gehängt werden. Alle hochfrequenzführenden, an Erde zu legenden Leitungen werden an eine auf der Unterseite des Chassis von der Erdbuchse aus nach vorn laufende Sammelschiene geführt. Die zum Schwingungskreis gehörenden Schaltelemente sind erdungsseitig unter sich und mit der Sammelschiene verbunden. Alle durch die Grundplatte führenden Leitungen (auch wenn sie Erdpotential besitzen!) werden durch Frequentadurchführungen gegen Kurzschluß mit dem Blech geschützt. Durch die beschriebene Leitungsverlegung sind saubere Verhältnisse geschaffen und die störende „Handkapazität“ beseitigt.

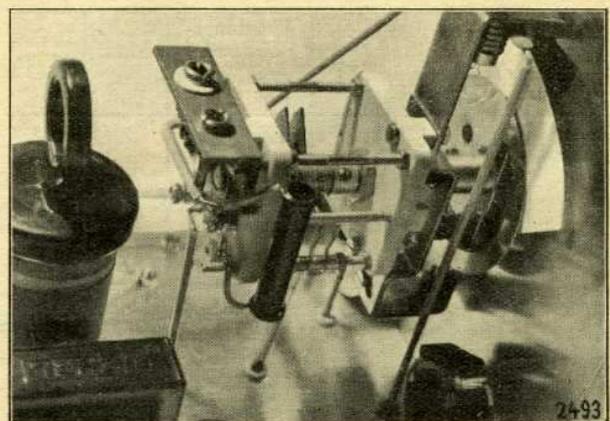


Abb. 7

Der Empfänger ist bis zu 9 m herunter brauchbar. Dabei treten Kratzgeräusche u. ä. bei Betätigung der Abstimmung nicht auf. Bei sachgemäßem Aufbau ist auch eine befriedigende Frequenzkonstanz zu erreichen.

Queck
Aufnahmen und Zeichnungen vom Verfasser

Liste der Einzelteile

Die bei der Herstellung des Mustergerätes verwendeten Einzelteile werden auf Anfrage von der Schriftleitung gern mitgeteilt

Nr.	Stück	Einzelteil	Symbol	Größe
1		Din A 5-Kasten (Frontplatte) ..		210 × 148 mm
		Drehkondensator	C_1	ca. 20 mm
		Festkondensator (keramisch) ..	C_2	80 cm
		desgl.	C_3	150 cm
		desgl.	C_4	500 cm
		Festkondensator Glimmer-induktionsfrei	C_5	1000 cm
		desgl.	C_6, C_7	5000 cm
		Becherkondensator	C_8, C_9	3 × 0,5 MF
		desgl.	C_{11}	
			C_{10}, C_{12}	3 × 0,5 MF
			C_{13}	
		Hochohmwiderstand 0,5 Watt	R_1, R_6	1 Meg Ohm
		desgl.	R_2	10 k Ohm
		desgl.	R_3	20 k Ohm

Nr.	Stück	Einzelteil	Symbol	Größe
		Hochohmwiderstand 0,5 Watt	$R_4, R_5,$ R_7, R_9	100 k Ohm
		desgl.	R_8	2 Meg Ohm
		Hochohmwiderstand 1 Watt ..	R_{11}	20 k Ohm
		Streifenwiderstand mit 2 Abgreifschellen	R_{10}	1500 Ohm
		Drehpotentiometer	P_1	ca. 1000 Ohm
		dsgl. 2 Watt arithmetisch	P_2	50 k Ohm
		Lautstärkeregler, logarithmisch 0,5 Watt	P_3	500 k Ohm
		Niederfrequenztransformator ..	NT	ca. 1 : 5
		Ausgangstransformator f. Triode und mag. Ausgang	AT	
	1	Feinstellenbaufraktionsskala mit Lämpchen		
	1	A 411		
	1	W 411		
	1	A 408 oder RE 084		
	4	Frequenzspulenkörper mit 5 Stiften		

Messungen an Empfängern

Von

Fritz Leipnitz DE 2900/U

Fast jeder Kurzwellenamateur wird schon einmal an seinem Empfänger irgendwelche Messungen vorgenommen haben. Diese Messungen werden sich in der Hauptsache auf das Einstellen der nötigen Hilfsspannungen, wie Heiz-, Gitter- und Anodenspannungen, auf die Kontrolle der richtigen Ströme usw., evtl. sogar auch, wenn die nötigen Meßgeräte dazu vorhanden waren, auf das Messen und Abgleichen der im Empfänger vorhandenen Spulen und Kondensatoren bezogen haben.

Von diesen Messungen soll jedoch in vorliegendem Artikel nicht die Rede sein, sondern von der Bestimmung dreier Eigenschaften eines Empfängers, die für dessen Beurteilung von grundsätzlicher Bedeutung sind: 1. Von der Empfindlichkeit, 2. von der Trennschärfe und 3. von den Verzerrungen.

Für die Bestimmung dieser Daten eines Empfängers hat man in den letzten Jahren Meßmethoden und Meßverfahren entwickelt, so daß man heute in der Lage ist, diese drei Größen quantitativ festzulegen. In der Hauptsache beziehen sich die Methoden auf die Untersuchung von Geräten, die zum Empfang des Rundfunks bestimmt sind. Da aber die Entwicklung des DASD erkennen läßt, daß auch der Amateur sehr bald das klassische Rückkopplungs-audion, das er ja zuallererst baut, verläßt, und sich höherwertigen Schaltungen, wie Mehrkreisempfängern, ja sogar den Kurzwellensuperhets zuwendet, wird die Zeit nicht mehr ferne sein, wo sich das Laboratorium der technischen Leitung und vielleicht sogar einzelne Landesgruppen mit entsprechenden Meßeinrichtungen werden versehen müssen, um allen Amateuren Gelegenheit zu geben, diese komplizierteren Geräte auf Höchstleistung zu bringen.

Im folgenden sollen daher die beiden Begriffe Empfindlichkeit und Trennschärfe zunächst definiert und dann die Meßverfahren für sie erläutert werden. Dabei wird von den in der Rundfunktechnik üblichen Grundsätzen ausgegangen und erst im Schlußabschnitt den besonderen Belangen der Amateurempfänger Rechnung getragen. Auf die dritte Eigenschaft eines Empfängers, die Verzerrungen, wird in diesem Artikel nicht näher eingegangen, weil die Definition derselben und auch die Messung der Verzerrung ziemlich kompliziert ist und vor allem für einen Amateurempfänger, mit dem ja nur Signale der Betriebsart A 1, also rein ungedämpfte Hochfrequenz, aufgenommen werden

sollen, nicht die Bedeutung haben wie für einen Rundfunkempfänger.

Die Empfindlichkeit eines Empfängers gibt man durch einen objektiven Zahlenwert in μV an. Man sagt z. B., ein Empfänger hat eine Empfindlichkeit von 5 μV oder von 100 μV oder von 300 μV . Um mit diesem Zahlenwert nun etwas anfangen zu können, muß man sich zunächst mit dem Meßverfahren vertraut machen. Man legt an den Eingang des Empfängers, also an die Buchsen Antenne und Erde, eine von einem Oszillator erzeugte Hochfrequenzspannung bestimmter Frequenz, die 30 %ig mit einer Tonfrequenz von 400 Hz moduliert ist, und mißt die an den Lautsprecher abgegebene Leistung mit einem geeichten Ausgangsleistungsmesser (Outputmeter). Bei der Messung sind außerdem folgende Gesichtspunkte genau zu beachten: 1. Die Hochfrequenzspannung wird nicht direkt an die Buchsen Antenne und Erde angelegt, sondern über eine sog. künstliche Antenne, bestehend aus einer Reihenschaltung von Kondensator, Selbstinduktion und Widerstand. Diese Kombination soll die Daten der üblichen Empfangsantenne nachbilden. 2. Der zu messende Empfänger wird auf seine volle Leistungsfähigkeit eingestellt, d. h. der Lautstärkeregler wird voll aufgedreht, die Rückkopplung wird, wenn vorhanden, optimal eingestellt und vor allem wird der Empfänger scharf auf die jeweils am Oszillator eingestellte Frequenz abgestimmt. 3. Die Hilfsspannungen des Empfängers müssen optimal eingestellt sein, was bei Netzempfängern bei richtiger Netzspannung ja automatisch der Fall sein wird. 4. Der Oszillator, die Verbindungsleitung zum Empfänger und möglichst auch der Empfänger müssen gut abgeschirmt sein, damit keine Fehlmessungen durch Empfang direkter Strahlung des Oszillators oder durch den örtlichen Störspiegel auftreten.

Sind diese Vorbedingungen erfüllt, dann steigert man am Oszillator die an den Empfänger angelegte Hochfrequenzspannung von Null an so lange, bis das an den Ausgang des Empfängers angelegte Outputmeter eine Leistung von 50 mW anzeigt. Diese 50 mW Ausgangsleistung sind für die Empfindlichkeitsmessung an Empfängern genormt und entsprechen einer brauchbaren Empfangslautstärke. Man liest nun am Meßsender die Empfindlichkeit in μV direkt ab. Heißt es nun, der Empfänger hat eine Empfindlichkeit von 30 μV , dann bedeutet dies, daß sein Laut-

sprecher bei einer über die Ersatzantenne an den Empfänger angelegten Hochfrequenzspannung, die 30 %ig mit 400 Hz moduliert ist, die Normalleistung von 50 mW abgibt. Hiermit hat man eine Grundlage für den Vergleich verschiedener Empfänger und kann sich ein Urteil über den Empfänger selbst bilden.

Um einen Überblick über die Größenordnung der vorkommenden Empfindlichkeiten bei modernen Rundfunkempfängern zu haben, sei bemerkt, daß diese bei einfachen Geradeausempfängern etwa bei 200–300 μV und bei Superhetschaltungen etwa bei 100 μV liegen. Bei modernsten Superhetgeräten kommt man sogar zu Empfindlichkeiten unter 10 μV . Allgemein kann man sagen: je weniger Eingangsspannung (μV) man braucht, um so empfindlicher ist der betreffende Empfänger.

Auch die Trennschärfe läßt sich in objektiven Zahlenwerten angeben, wengleich hier die Definition schon etwas schwieriger ist als für die Empfindlichkeit. Die Trennschärfe

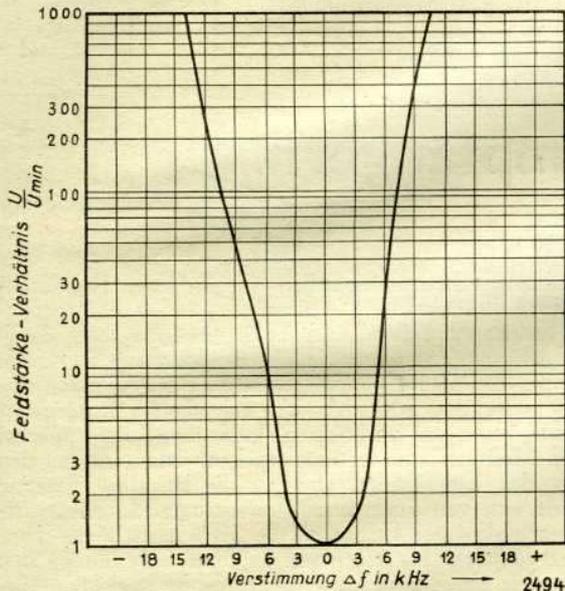
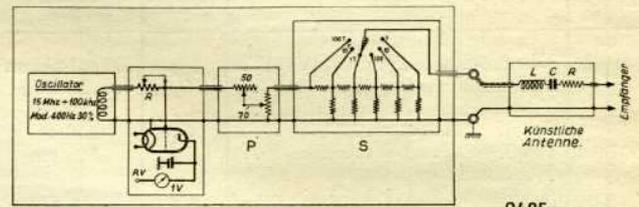


Abb. 1

wird in einem Zahlenverhältnis angegeben, nicht, wie bei der Empfindlichkeit, durch eine Spannung. Am einfachsten läßt sich der Zusammenhang auch wieder durch Beschreibung des Meßverfahrens erläutern. Der Empfänger wird auf die eingestellte Welle des Oszillators scharf abgestimmt und die angelegte Hochfrequenzspannung so eingestellt, daß sich wieder die Normalausgangsleistung von 50 mW am Lautsprecher ergibt. Auch hierfür sind die bereits erläuterten sonstigen Bedingungen streng einzuhalten, wie z. B. 30 %ige Mod. mit 400 Hz. usw. Die an den Empfänger angelegte Hochfrequenzspannung wird abgelesen (U_{\min}). Hierauf wird der Oszillator nacheinander um mehrere kHz verstimmt, also z. B. 3, 6, 9, 12, 15 kHz usw. Die angelegte Hochfrequenzspannung wird dabei für jeden Punkt so lange gesteigert und dann abgelesen (U), bis sich am Ausgangsleistungsmesser wieder 50 mW ergeben. Man erhält hierdurch mehrere Punkte, die man zu einer Kurve vereinigen kann. Diese Kurve zeigt dann das Verhältnis der angelegten Spannungen in Abhängigkeit von der Verstimmung (siehe Abb. 1). Das Feldstärkeverhältnis U/U_{\min} besagt dabei, um wieviel mal stärker als der zu empfangende Sender der Störsender bei gegebener Verstimmung einfallen muß, um am Lautsprecher dieselbe Ausgangsleistung, also Lautstärke, hervorzurufen wie der zu empfangende Sender. Die Trennschärfe ist für die einzelnen Empfangsfrequenzen verschieden. Die Messung wird deshalb für mehrere Frequenzen, z. B. bei 1300 kHz, 900 kHz und 600 kHz wiederholt und aus diesen verschiedenen Werten für jeden

Wellenbereich ein Mittelwert gebildet. Für einen Rundfunkempfänger interessiert in der Hauptsache das Zahlenverhältnis bei einer Verstimmung von 9 kHz, da ja der Abstand der Trägerfrequenzen zweier benachbarter Sender mit 9 kHz international festgelegt ist. Es ergeben sich Zahlenverhältnisse von 1 : 50, 1 : 200, 1 : 1000 usw. je

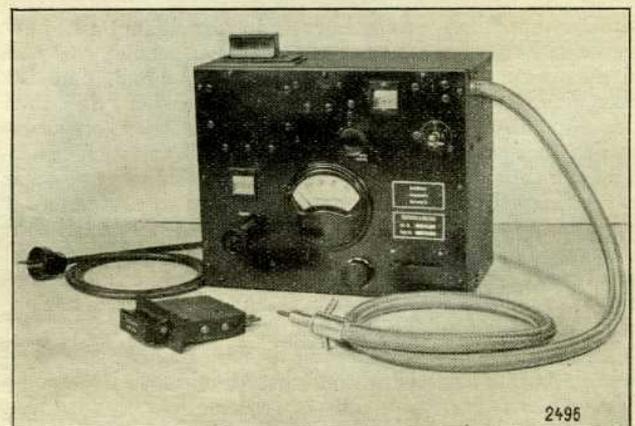


2495

Abb. 2

nach Größe des Empfängers. Je größer dabei das Zahlenverhältnis ist, um so größer ist auch die Trennschärfe des betreffenden Empfängers.

Die für die vorstehend beschriebenen Messungen benötigten Einrichtungen seien kurz beschrieben. Die Einrichtung bestimmt: Modulationsgrad, Modulationsfrequenz, Abschirmung, Ersatzantenne usw. wurden bereits erwähnt. Es handelt sich also darum, einen geeigneten Oszillator aufzubauen, der alle obigen Voraussetzungen erfüllt; hierfür ist jede bekannte Sendeschaltung geeignet, wenn man nur dafür Sorge trägt, daß diese sinusförmige Schwingungen liefert und daß man diese in einfacher Weise modulieren kann (Anodenmodulation). Es ist durch Wahl der Schaltung und durch geeigneten Aufbau usw. ohne weiteres möglich, ungewollte Inkonzistenzen, z. B. durch Änderung der Gleichspannungen, Temperatureinflüsse usw., weitgehend zu vermeiden. Schwierigkeiten bietet nur die Herstellung der an den Empfänger anzuliegenden kleinen Hochfrequenzspannung und deren einwandfreie Messung. Diese kleine Spannung greift man deshalb durch einen geeigneten Spannungsteiler von einer größeren, mit Röhrenvoltmeter meßbaren ab. Es kommen induktive, kapazitive und ohmsche Spannungsteiler hierfür in Frage. Hauptsächlich letztere beiden werden angewendet. Aus dem Schaltbild (Abb. 2) geht die Anordnung eines ohmschen Spannungsteilers mit der dazugehörigen Spannungsmesseinrichtung hervor. Wie man sieht, legt man an diesen Spannungsteiler eine hochfrequente Spannung an, die man mit Hilfe des Wider-



2496

Abb. 3

standes R und des Röhrenvoltmeters RV ohne Schwierigkeit auf genau 1 Volt einregulieren kann. Die gewünschte Signalspannung kann dann mit dem Potentiometer P von Null bis 10 μV eingestellt und mit Hilfe des Dekadenschalters S in Stufen 1, 10, 100, 1000, 10 000 und

100 000 vervielfacht werden. Es läßt sich somit jede beliebige Hochfrequenzspannung zwischen 0 und 1 Volt genau einstellen. Aus dem Schaltbild geht weiterhin hervor, daß die Belastung des Oszillators durch Ausbildung des Reglers P als

Doppelpotentiometer dauernd konstant ist (ca. 50 Ohm).

Der Aufbau eines derartigen Spannungsteilers ist ziemlich kompliziert; die Abschirmung der einzelnen Glieder desselben untereinander ist von großer Bedeutung. Das Doppelpotentiometer ist in einem entsprechenden Abschirmtopf aus Aluminiumguß eingebaut, die verschiedenen Dekadenwiderstände sind in einzelnen Kammern untergebracht; auch die Kontakte mit dem Schleifer sind besonders sorgfältig ausgebildet.

Das Photo (Abb. 3) zeigt die Gesamtansicht eines kompletten Meßoszillators. Bei diesem wird jedoch, um das komplizierte Dämpfungsglied zu vermeiden, von der kapazitiven Spannungsteilung Gebrauch gemacht. Die an den Empfänger anzulegende Frequenz wird mit Hilfe des linken unteren Knopfes eingestellt und an der darüber befindlichen Skala abgelesen, die Größe der an den Empfänger anzulegenden Hochfrequenzspannung an den oberhalb des Instrumentes befindlichen Knopf unter Ablese der darüber befindlichen Skala. Diese beiden Skalen zeigen die betreffenden Werte nicht direkt an, sondern in $a = 0$ Ausschlag, sie müssen dann aus entsprechenden, zum Generator gehörigen Eichkurven abgelesen werden. Die an den Spannungsteiler anzulegende Hochfrequenzspannung wird nicht mit einem Röhrenvoltmeter, sondern mit einem Drehspulinstrument in Verbindung mit einem Thermoelement abgelesen. Die Regulierung dieser Spannung erfolgt mit dem rechts unterhalb des Instrumentes befindlichen Knopf. Die Spulen für die einzelnen Wellenbereiche werden, um einen komplizierten Umschalter zu vermeiden, oben auf den Generator in eine entsprechende Aussparung eingesteckt.

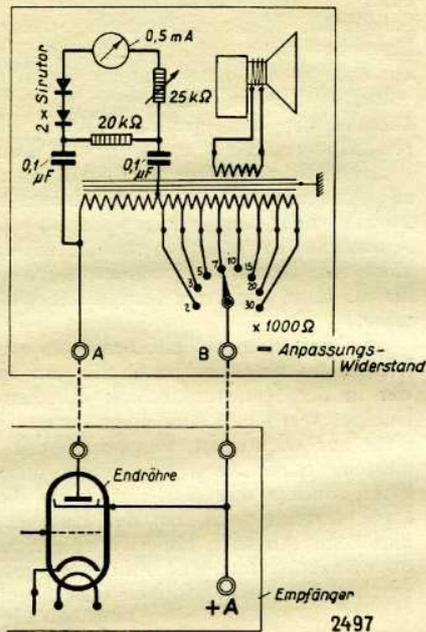


Abb. 4

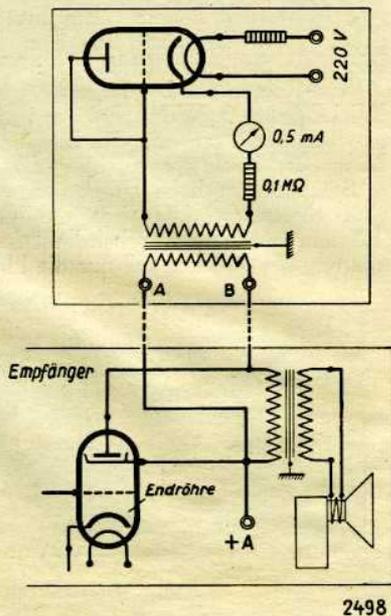


Abb. 5

Eine besondere künstliche Antenne ist nicht nötig, dieselbe ist in dem Anschlusskabel bzw. im Generator selbst eingebaut. Zum Generator gehören 3 Spulen für die Bereiche 14,5 bis 40 m, 34 bis 95 m und 80 bis 210 m, so daß also auch Messungen an Kurzwellenempfängern ausgeführt werden können.

Wenn die künstliche Antenne nicht, wie bei diesem Generator, im Kabel untergebracht ist, muß sie, wie aus Abb. 2 ersichtlich, zwischen Generator und Empfänger geschaltet werden. Für diese gelten in Deutschland die genormten Werte: $C = 250$ cm, $R = 50$ Ohm, $L = 20\,000$ cm (Spule mit 23 Wdgen. $0,25/2 \times S$ auf einem Isolierrohr von 29 mm \varnothing).

Von besonderer Wichtigkeit ist noch der Ausgangsleistungsmesser, das sog. „Outputmeter“. Es muß genau an die Endröhre des Empfängers angepaßt sein. Die Verwendung eines Spezialtransformators ist also nötig. Die Abb. 4 zeigt das Schaltbild dieses wichtigen Gerätes. Das Instrument hat bei 0,05 Watt, also bei 50 m W, eine Marke; die Eichung des Gerätes erfolgt einmalig durch Einregulieren des Widerstandes 25 kOhm bei angelegter bestimmter Tonfrequenzspannung an die Buchsen A und B

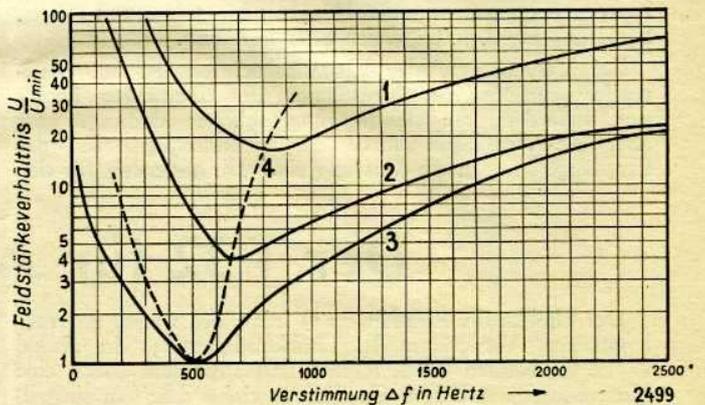


Abb. 6

unter Einschaltung des richtigen Anpassungswertes für die betr. Endröhre. Die einmal gefundene Einstellung gilt dann für alle Anpassungen.

Die Schaltung eines einfacheren „Outputmeters“ ist in Abb. 5 wiedergegeben. Hier bleibt der Ausgangstransformator und der Lautsprecher im Empfänger angeschlossen, es wird der Transformator des Outputmeters der Primärwicklung des im Empfänger eingebauten Ausgangstransformators parallel geschaltet. Der Transformator für das Outputmeter hat aus diesem Grunde einen sehr hohen Impedanzwert. Es muß hier für jede Endröhre eine andere Marke für 50 mW auf der Skala des Instrumentes angebracht werden. Die Eichung erfolgt so, daß man die für 50 mW an die Klemmen A und B anzulegende Spannung unter Berücksichtigung des Anpassungswertes ausrechnet, z. B. für die RES 964:

$$E = E/R^2 \quad E = \sqrt{N \cdot R} = \sqrt{0,05 \cdot 7000} = 18,7 \text{ Volt.}$$

Wie bereits erwähnt, lassen sich nun diese Methoden für die Empfindlichkeit und Selektionsbestimmung, wie sie in der Rundfunktechnik üblich sind, nicht ohne weiteres für einen Amateur-Kurzwellen-Empfänger übernehmen. Hier handelt es sich ja um Aufnahme rein ungedämpfter, unmodulierter Signale innerhalb der Amateurbänder. An den Eingang des Empfängers muß also beim Messen eine unmodulierte Hochfrequenz, die der Oszillator liefert, angelegt werden. Zur Hörbarmachung dieser Hochfrequenz muß der Empfänger mit Hilfe der Rückkopplung zum Schwingen gebracht werden. Von der Einstellung der Rückkopplung hängen aber nun die beiden zu messenden Faktoren, die Empfindlichkeit und die Selektivität, sehr stark

ab. Man wird also die Empfindlichkeit bei verschiedenen Rückkopplungsgraden unter Beobachtung der Überlagerungstonhöhe aufnehmen und in Form von Kurven auftragen.

Dasselbe gilt für die Bestimmung der Selektivität; auch hier muß man mehrere Kurven bei verschiedener Rückkopplung aufnehmen und aus diesen eine Mittelwertskurve bilden (siehe Abb. 6). Aus dieser Abbildung geht hervor, daß die Überlagerungsfrequenz mit zunehmender Rückkopplung sinkt, hierbei geht die Selektionskurve durch ihr Minimum (Kurven 1 bis 3). Die größte Empfindlichkeit bei der optimalen Rückkopplung würde sich etwa nach Kurve 3 ergeben; wie man sieht, bei einer Überlagerungsfrequenz von ca. 500 Hz. Zwischen diesen beiden Kurven werden nun die Kurven für die anderen Rückkopplungseinstellungen liegen. Verbindet man sämtliche Minima dieser Kurven miteinander, so wird man zu einer Kurve 4 gelangen, die dann die Selektionskurve für den betr. Empfänger bei einer bestimmten Empfangsfrequenz und bestimmten Rückkopplungseinstellungen darstellen würde.

Selbstverständlich wird man bei der Aufnahme dieser Kurven nur mit Rückkopplungseinstellungen arbeiten, die dann auch in der Praxis anwendbar sind. Auch lassen die Kurven erkennen, wie der Rückkopplungseinsatz der betr. Schaltung ist, d. h. ob weich oder hart usw.

Bei Verstimmung der Eingangshochfrequenz am Meßsender gegenüber der Abstimmung des Empfängers ändert sich außerdem die Überlagerungstonhöhe; dadurch geht aber die Verstärkungskurve des Niederfrequenzteiles des Empfängers mit in die Messung ein. Da außerdem für den

praktischen Betrieb auch noch die Empfindlichkeit des Ohres zu bedenken ist, das ja auf die verschiedenen Überlagerungstonhöhen verschieden stark reagiert, kann man sagen, daß eine Kurve, die bezogen ist auf konstante Ausgangsleistung, kein eindeutiges Maß für die Störwirkung eines zweiten Senders sein kann. Es wäre also nötig, die Selektivität für einen Empfänger für rein ungedämpften Empfang nicht auf konstante Ausgangsleistung, sondern auf konstante Tonempfindung des Ohres zu beziehen.

Bei Ausführung derartiger Messungen wird man dann auch sofort den großen Vorteil eines niederfrequenten Resonanzverstärkers, etwa für den Ton 1000, erkennen.

Zu erwähnen wäre noch, daß man bei Untersuchungen an Amateurempfängern die Normalausgangsleistung von 50 mW nicht zugrunde legen kann. Es handelt sich ja um Aufnahme der Zeichen mit dem Kopfhörer; für diesen käme eine Normalausgangsleistung von ca. 2 mW in Frage, für die dann auch das verwendete Outputmeter umzueichen wäre.

Mit vorstehenden Erörterungen sollte das Problem der Messungen an Amateurempfängern unter Zugrundelegung der in der Rundfunktechnik üblichen Verfahren kurz beleuchtet werden. Aus ihnen möge hervorgehen, daß es nicht nur wichtig ist, Empfindlichkeit und Trennschärfe zu messen, damit man Empfänger untereinander vergleichen kann, sondern daß man erst durch diese Messungen in die Lage versetzt wird, bei der Entwicklung bzw. beim Bau und beim Abgleich höherwertiger Schaltungen festzustellen, ob eine vorgenommene Änderung mechanischer oder elektrischer Art einen positiven oder negativen Erfolg hatte.

Zeichnungen und Aufnahmen vom Verfasser

Der T 32 für Amateurbetrieb

Der Umbau des Empfängers ¹⁾ lohnt sich wegen der vollkommenen Ausnutzung des Drehkondensators, der einmal in 12 Grobstufen durch Rasten und außerdem durch eine Kurvenscheibe mit 360 Grad Drehwinkel sehr fein einstellbar ist. Auch das kräftige Metallgehäuse macht den Emp-

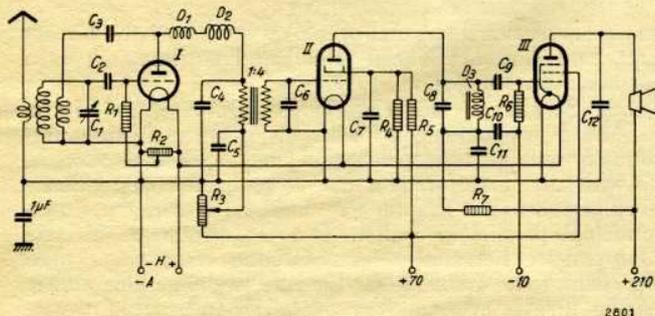


Abb. 1. Gesamtschaltbild des abgeänderten Empfängers

fänger sehr stabil und somit für Amateurbetrieb geeignet. Der Umbau bezieht sich also nur auf den Spulenwechsel und eine Verbesserung des Tones bei Telegraphieempfang (Abb. 1). Der Spulenwechsel mit der vorgesehenen Trommel war — trotzdem die Federn erst verzinkt, dann versilbert und zuletzt durch Aufmieten von Silberblech verbessert wurden, nicht kontaktsicher genug. Es zeigt sich teilweise im Betrieb starkes Knacken und Kratzen, was erst durch die neue Anordnung beseitigt werden konnte. Die bekannte Röhrensockelspule sollte wieder Verwendung finden. Schwierigkeiten zeigten sich bei Frequenzen von 20 mHz aufwärts. Es mußte eine besondere Bauart der

¹⁾ T 32 ist die Typenbezeichnung eines seinerzeit von Telefunken herausgebrachten Kurzwellenempfängers (s. a. „CQ“ 1929), der heute nicht mehr erhältlich ist, sich aber bei vielen Amateuren noch findet.
Die Schriftleitung

Spulen getroffen werden. Die direkt auf den Körper gewickelten Spulen zeigten zu große Verluste im Bakelit. Die Rückkopplungswindungsanzahl mußte bei 1½ Windung im Gitterkreis auf 5 bis 6 Windungen gesteigert werden. Damit stieg aber auch die Eigenkapazität und die gesamte Induktivität der Spule, so daß das 10-m-Band ganz knapp erreicht werden konnte. Ein Festerkoppeln der Antenne genügte, um das Band aus dem Empfänger zu drücken. Die neue Spulenart (Abb. 2): Verwendet wird derselbe 30-mm-Röhrensockel. Darauf werden über die ganze Wickelfläche 3 Wdg. 7 × 0,1 Antennenlitze fest aufgewickelt und an die Stecker für Rückkopplung gelötet. Längs der Spule werden über die Rückkopplungswicklung 4 Stück 5 mm hohe Brücken aus Hartgummi aufgekittet. Auf diesen Brücken liegt die Gitterwicklung, die aus 1,5 mm versilbertem Schmelzdraht hergestellt ist. Die Aus-

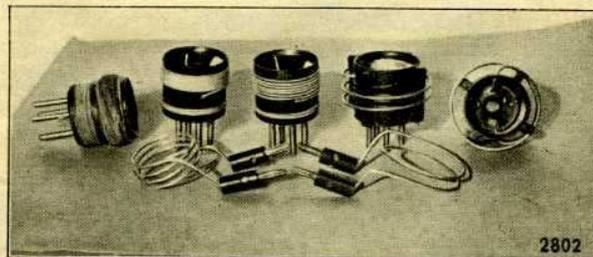


Abb. 2. Die neue Spulenart

wicklung betragen, da sonst die Spannung der vorher auf einen etwas kleineren Körper gewickelten Gitterwicklung die Brücken zusammendrücken würde.

Die Leitungskapazität im Schwingkreis wird durch ganz nahes Montieren der Frequenzspulenfassung am Drehkondensator sehr gering gehalten (Abb. 3). Vom Stator

führt eine bewegliche Litze nach dem unten liegenden Gitteranschluß. Von da aus über den 30 cm C_2 Calanblock nach der ebenfalls ausgewechselten, nichtfedernden

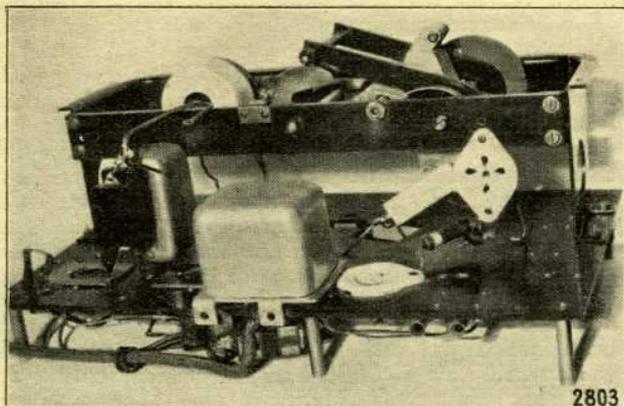


Abb. 3. Der umgebaute Empfänger von hinten gesehen

Frequenz-Röhrenfassung der Audionröhre. Der Rotoranschluß, auch eine bewegliche, aber isolierte Litze liegt am oberen und rechten Anschluß der Spulenfassung. Von da aus geht eine Leitung gerade herunter durch das Chassis nach dem Schaltstreifen, der an H liegt. Anode der Röhre und linker Spulenanschluß sind über einen induktionsfreien Rückkopplungsblock ($C_3 = 150$ cm) verbunden. Von der Anode geht es über $D_1 = 100$ Wdg. 0,15 SS auf 12 mm Hartgummrohr, worauf gleichzeitig D_2 als Kreuzwickelspule mit 300 Wdg. 0,15 SS befestigt ist, zum Niederfrequenztransformator 1 : 4 (Abb. 4). Die Antennenspulen 2 und 4 Wdg. sind auch auswechselbar, vor der Spulenfassung liegen 2 Stck. 4 mm Buchsen für Antenne und

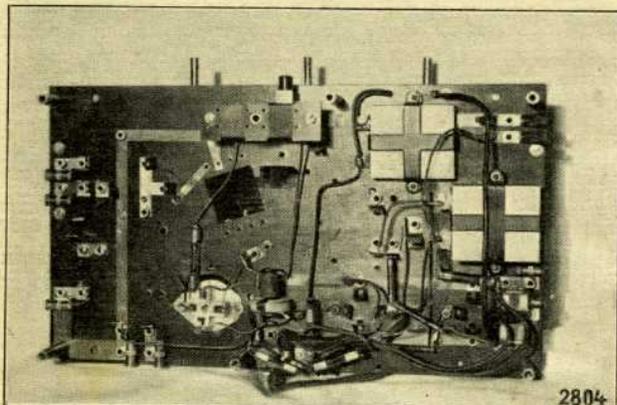


Abb. 4. Empfänger von unten gesehen

Erde, welche für Schallplattenanschluß vorgesehen waren. Diese Buchsen sind mit je 2 Hohlrieten am Chassis befestigt. Die Hohlrieten verwenden wir nun als Steckbuchsen für die Antennenspule (Abb. 5). Es lassen sich also durch einfaches Umstecken derselben Antennenspule zwei verschiedene Kopplungen einstellen. Durch die neue Spulenordnung, die mit $1\frac{1}{2}$ Wdg. bei ca. 50 MHz anfängt und mit der man nicht mehr als 60 V Audionanodenspannung braucht, konnten im Sommer 1935 auf 200 km Entfernung die beiden Berliner Fernsendeder auf 7 m (Fonie r 4—5) leicht einstellbar empfangen werden. Ein speziell für U. K. W. gebautes Audion arbeitet mit derselben Spule noch betriebssicher auf 65 MHz (4,6 m).

Die Audionröhre, deren Wirkungsweise noch viel zu wenig beachtet wird, ist gerade der Hauptteil jedes Empfängers. Sie hat nämlich drei Aufgaben gleichzeitig zu erfüllen, und zwar Gleichrichtung, Verstärkung und Rückkopplung. Da es sich meist um Gleichrichtung kleinster Amplituden

handelt, kommt nur Gittergleichrichtung zur Anwendung. Für Frequenzen über 20 MHz empfehlen sich nur Dreipolröhren, die gegenüber den Vier- und Fünfpolröhren auch

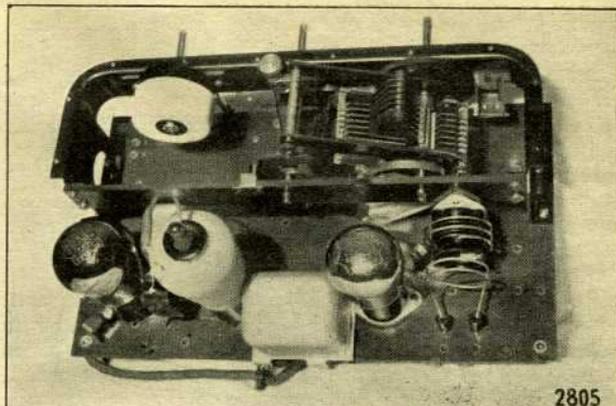


Abb. 5. Empfänger mit eingesetzten Spulen

bei niedriger Anodenspannung noch kleine innere Widerstände haben. Niedrige Anodenspannung ist zur Erzielung steiler Gitterstromkennlinien erforderlich. Höhere Anodenspannung reißt mehr Elektronen durch das Gitter, und die

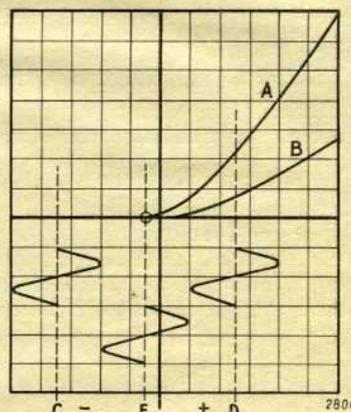


Abb. 6. Gitterstromkennlinien. A = niedrige Anodenspannung, B = hohe Anodenspannung, C und D = keine Gleichrichtung, E = richtiger Arbeitspunkt

Steilheit wird viel geringer. Die Abb. 6 zeigt Gitterstromkennlinien A und B bei verschiedenen Anodenspannungen. Auch sehen wir, wie dringend nötig eine Regulierung der Gittervorspannung bei Audiongleichrichtung ist, denn ganz kleine Steueramplituden erreichen bei negativer Gittervorspannung die Kennlinie überhaupt nicht bei C. Eine Gleichrichtung kann also nicht erfolgen. Dasselbe ist bei positiver Vorspannung der Fall bei D. Eine Gleichrichtung, auch der kleinsten Amplitude erfolgt also nur, wenn der Arbeitspunkt mit dem Gitterstromereinsatz zusammenfällt bei E, dieser Arbeitsvorgang bezieht sich nur auf rein tonmodulierte empfangene Schwingungen, also ohne Rückkopplung. Ähnlich ist es bei überlagerten Empfangsschwingungen. Nur daß das Gitter durch die in der Röhre selbst erzeugte Hilfsfrequenz schon vorbelastet ist. Liegt der Arbeitspunkt wiederum im negativen Teil, so setzt die Rückkopplung zu weich ein, und die Hilfsfrequenz muß bis zum Gitterstromereinsatz vergrößert werden. Das Verhältnis Empfangs- zu Hilfsfrequenz wird also groß und die Schwebungsamplitude dadurch klein. Bei positiver Vorspannung setzt die Rückkopplung zu hart ein und zeigt außerdem noch Zieherscheinungen, d. h. die Rückkopplung setzt nicht wieder an derselben Stelle aus, wo der Einsatz erfolgt ist. Außerdem muß die kleine Empfangsamplitude den starken Gitterstrom überwinden, was auch wieder eine Verminderung der Schwebungsamplitude zur Folge hat. Die größte Laut-

stärke, Empfindlichkeit und der beste Schwingungseinsatz lassen sich also durch Regelung der Gittervorspannung im Audion mit Überlegung gut einstellen. Bei direkt geheizten Röhren in Batteriebetrieb genügen 0,2 V — oder + Vorspannung, welche durch einen Potentiometer über Heizung abgenommen werden können.

Bei indirekter Heizung mit Wechselstrom wird ein Kathodenwiderstand von ca. 500 Ohm zur Regelung zwischen — 0,5 bis 1 V. verwendet. Bei indirekt geheizten Röhren liegt der Einsatz stets im Negativen. Folgende Röhren wurden auf Schwingfähigkeit untersucht: 074, 084, 134 und KC 1 sowie 804, 904, 914, 1104 und AC 2. Alle zeigten bei richtiger Gitter- und Anodenspannung bis 60 Mc ihre Brauchbarkeit.

Die Rückkopplung hat nicht nur die Aufgabe, Schwebungen zu erzeugen, sondern alles, was vor dem Gitter liegt, zu entdämpfen, d. h. alle Verluste, die das empfangene Zeichen, z. B. durch die Antenne erleidet, wieder zu ersetzen. Wieviel das ist, merkt man, wenn eine gut gebaute Hochfrequenz-Verstärkerstufe vor ein Audion gesetzt wird, und zwar so, daß eine Rückwirkung auf die Antenne nicht erfolgen kann. Durch starke Panzerung und Neutralisierung läßt sich die Rückwirkung vermeiden. Noch besser bei Superhet-Empfängern, da der Oszillator auf größere Differenzfrequenz schwingt. Es zeigt sich, daß Zeichen, die in einem O-V-1-Empfänger mit R_0 noch hörbar sind, von den Antennenverlusten bei Super- oder Hochfrequenz-Eingangsstufen vollkommen verzehrt sind, ehe sie zur Verstärkung gelangen. Die Zeichen, die mit einem O-V-1 mit R 3 hereinkommen, sind im Super natürlich = R 6. Ich selbst will aber keine Platzmusik mit Morsezeichen ausführen und bin deshalb auf Tonselktion übergegangen, wodurch die Trennschärfe auch etwas verbessert werden kann.

Tonselktion:

Als Übertrager zwischen Audion und erster Niederfrequenzstufe dient ein Transformator 1 : 4. Um eine gute Filterwirkung für 1000 Hz zu erhalten, mußte die Selbstinduktion beider Wicklungen und auch die Kopplung herabgesetzt werden. Durch einseitiges Schichten der Bleche

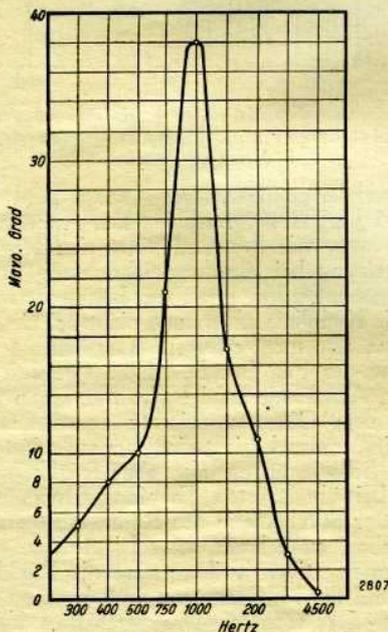


Abb. 7. Frequenzkurve des abgeglichenen Empfängers

und Weglassen der Querstreifen bei einem Manteltransformator entsteht so ein offener E-Kern, welcher beide Vorbedingungen gleichzeitig erfüllt. Parallel zu Primär- und Sekundärwicklung sind Blockkondensatoren gelegt (C_4 und C_5); die erforderliche Größe muß durch Versuche gefunden

werden. Für die erste Stufe, welche große Spannungsverstärkung und dabei kleine Rückwirkung haben soll, muß eine Vierpol-Schirmröhre verwendet werden. Fünfpol-Endröhren zeigten bei guter Abstimmung des Anodenkreises (D_3) Selbsterregung in Huth-Kühn-Schaltung. Die Drossel D_3 , ein alter Autotransformator aus Siemens-Einkreisempfängern, der mit 0,2 SS ca. 100 Ohm neu gewickelt wurde, gab durch die vollkommene Panzerung die geringste Rückwirkung. An der Endstufe ist nichts geändert worden. Sie erhält nur während der nun folgenden Abgleichung des Filters und der Drossel eine etwas höhere Gittervorspannung und an Stelle des Kopfhörers im Anodenkreis ein Milliampereometer. Die Gittervorspannung wird so hoch gewählt, daß nur ein ganz geringer Anodenstrom fließt, damit haben wir zur Abgleichung ein gutes Röhrenvoltmeter. Zwischen Heizung und Gitter des Audionrohres legen wir nun eine Abtastdose für Schallplatten. Eine Frequenzplatte, welche auf der einen Seite mit veränderlicher Frequenz von 60 bis 10 000 Hertz und auf der anderen Seite 1000 Hz. konstant geschnitten ist, z. B. Grammophon Bestellnummer 62 687 wird zunächst mit veränderlicher Frequenz abgetastet. Dabei zeigt das Milliampereometer an verschiedenen Stellen Resonanz. Diese Resonanzstellen werden nun durch Auswechseln der Kondensatoren C_4 , C_5 und C_6 so zusammengefaßt, daß ein Maximalausschlag bei 1000 Hz. erzielt wird (siehe Abb. 7). Ein großer Vorteil dieses Abgleichverfahrens ist, daß sich im Empfangsbetrieb dann nichts mehr ändert. Alle Widerstände in den Röhren sowie die Gitterwiderstände und auch alle Kapazitäten sind beim Abgleichen schon mit beachtet worden. Die erste Niederfrequenzröhre zeigt infolge geringer Gittervorspannung bald Übersteuerung. Hier bei Telegrafsempfang ist es aber gerade erwünscht, denn durch die Tonselktion klingen die Zeichen sehr „hohl“. Bei Übersteuerung bilden sich harmonische Oberschwingungen, die zur „Unterlegung“ des ausgesiebten Tons benutzt werden.

Zum Schluß sei noch bemerkt, daß für sicheren Betrieb, hauptsächlich bei höheren Frequenzen, absolut konstante Spannungen erforderlich sind. Bei Übersteuerung der Niederfrequenzstufen darf sich an der Audion-Anodenspannung nichts ändern, denn dadurch wird Frequenzänderung und „künstliches Fading“ hervorgerufen. Bei Halbnetzbetrieb wird die von einem Vollweggleichrichter gelieferte Spannung sehr gut gesiebt und über einen Widerstand dem Stabilisator zugeführt. Der Anschluß des Empfängers erfolgt, wie Abb. 8 zeigt, an den Punkten 0, — 70 und + 70 Volt bzw. + 210 Volt. Es ist also erforderlich, daß der Empfänger nur über einen durchschlagssicheren 1 μ F Block geerdet werden kann, wenn „die andere Seite“

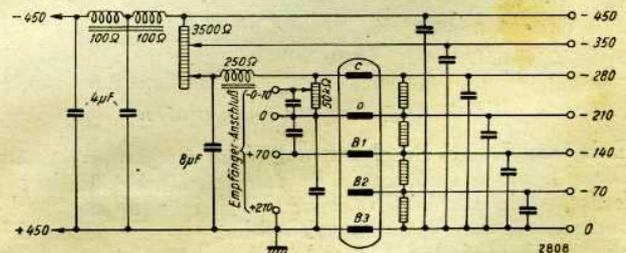


Abb. 8. Spannungsteilung und Glättung für Netzbetrieb

desselben Netzgerätes in der gezeigten Weise als gutgesiebte und stabile Gittervorspannung für Sender verwendet werden soll (Anschlüsse 0, — 70, — 140, — 210, — 280, — 350, — 450).

Seit 1930 baue ich Kurzwellen-Empfänger, Hochfrequenzstufen mit und ohne Antennenentdämpfung, Super (auch mit Kristallfilter), aber die geringe Reizschwelle, wie bei einem richtig gebauten und betriebenen O-V-1 (2)-Empfänger konnte ich für Amateur-Telegraphie-Empfang dort nicht erreichen. Es lohnt sich also doch, den alten T_{32} auf die Höhe zu bringen. D 4 LNM



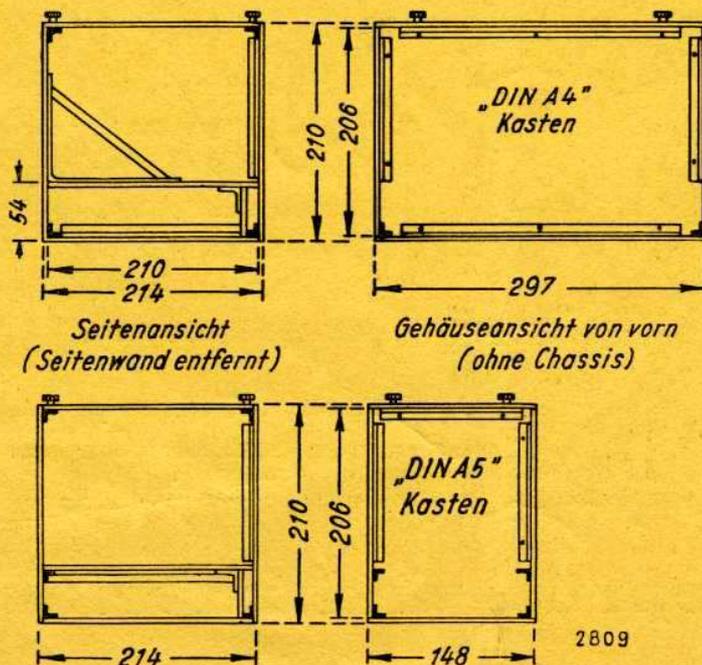
AKTM

Isolierstoff	Dielekr.- konstante	Verlustwinkel ¹⁾ bei Wellenlängen von				
		5 m	25 m	75 m	150 m	300 m
Hartgummi	3	53	56	60	62	64
Glimmer	7	1,6	1,6	1,7	1,7	1,7
Quarz	4,7	1,1	1,1	1,0	1,0	1,0
Quarzglas	4,2	1,6	1,7	1,8	1,8	1,8
Quarzgut	3,9	7	5,8	5,5	5,5	5,0
Minosglas (Schott u. Gen.)	7,5	7,4	5,9	5,0	4,8	4,6
Gewöhnliches Glas	6,5—7			35 bis 75		
Trolit	6,2	—	290	280	275	270
Trolitul	2,2	7,0	5,8	5,6	5,5	3,9
Bakelite	2,8	260	220	210	190	160
Bakelite-Hartpapier	5,4	1000	750	400	320	280
Preßspan	3,4	—	580	370	280	240
Vulkanfibre	4,1	—	1000	510	670	—
Preßbernstein	2,9	—	180	170	—	—
Zelluloid	3,3	—	480	490	500	—
Zellon	4,2	—	480	590	580	—
Mykalex	8	18	18	18	18	18
Amenit	3,5	—	—	11	—	8
Hartporzellan	5,4	85	65	60	48	55
Steatit	6,5	15	17	18	19	20
Calan	6,6	2,5	2,6	2,7	2,9	3,2
Ultra-Calan	7,1	1,1	1	1	1	1
Calit	6,5	3,2	3,4	3,6	3,7	3,9
Frequenta	5,6	2—3	2—3	3	4	5
Frequenta D	5,6	2	2	2	3	4
Frequentit	5,9	6	7	8	9	10
Condensa	40	—	—	6 bis 8,5	—	—
Condensa C	80	—	—	20 bis 40	—	—
Kerafar	85	—	ca 7	—	—	ca 10

¹⁾ $\text{tg } \delta = (\text{angegebene Zahl}) \times 10^{-4}$
Blatt 003
2. 36

AKTM

Die Plattenmaße ergeben sich durch Zugrundelegung der DIN A 4 und Din A 5 Papierformate

**I.: „DIN A 4“ - Kasten**

zusammengesetzt aus :

- 4 Stck. Al-Platten 297×210×2 mm
- 2 Stck. „ 210×206×2 mm
- 1 Stck. „ 292×210×2 mm
- 4 Stck. Winkel 10×10×2, 250 mm lang
- 2 Stck. „ „ „ 185 mm lang
- 2 Stck. „ „ „ 140 mm lang
- 1 Stck. Pertinaxleiste 250×50×5 mm
- 2 Stck. Montagewinkel groß
- 2 Stck. „ „ klein

II.: „DIN A 5“ - Kasten

zusammengesetzt aus :

- 4 Stck. Al-Platten 210×148×2 mm
- 2 Stck. „ 210×206×2 mm
- 1 Stck. „ 210×143×2 mm
- 4 Stck. Winkel 10×10×2, 185 mm lang
- 8 Stck. „ „ „ 140 mm lang
- 1 Stck. Pertinaxleiste 140×50×5 mm
- 2 Stck. Montagewinkel klein

Blatt 004
2. 36



PREISLISTE 36

gegen 10 Pf. Portovergütung kostenlos!
A. Lindner, Werkstätten für
 Feinmechanik. Machern/Bez. Leipzig

Steuerquarze

jeder Größe und Ausführung, Genauigkeit der Frequenzangaben $\pm 0,5\%$. Garantie für Einwelligkeit, höchste Steuerleistung und Belastbarkeit. Für Mitglieder des DASD e. V. Amateurquarze zu Sonderpreisen: 160 m- und 80 m-Band 7,50 RM, 40 m-Band 9,00 RM

Quarzhalter hierzu. Ganz geschlossen! In jeder Lage einwandfreies Arbeiten. Größte Konstanz der Welle! Kein Zuschlag für das Haltern der Quarze. 4,50 RM

Frequenznormalen genau 100 kHz zur Eichung und Kontrolle der Wellenmesser. Fertig in Spezialhalter eingebaut! 22,50 RM. Sämtlichen Artikeln liegen Gebrauchsanweisungen und Schaltungsbeispiele bei. Machen Sie einen Versuch, und auch Sie sind mehr als zufrieden! **Verlangen Sie unverbindlich unsere Preislisten!**

Eichungen von Frequenzmessern aller Art werden von uns mit größter Genauigkeit ausgeführt!

Laboratorium für Piezoelektrizität und Hochfrequenztechnik
Wolfgang Abmann, Burscheid bei Köln, Hindenburgstraße 92
 Postscheckkonto Köln Nr. 462 19

DYNOS



Elektra-
Warmluft-Ofen

**DAS NEUE RAUMHEIZGERÄT
 OHNE HITZESTRAHLUNG
 KEINE GLOHENDEN TEILE**

Sauber und wirtschaftlich

DRUCKSCHRIFT UND LIEFERUNG

Wheeler & Co.

Pasing bei München

Preis
28,-

Vertretung
 für Groß-Berlin:

J. K. Peter

Berlin-Charlottenburg
 Kaiser-Friedrich-Str. 79

Achtung OM's

Durch immer häufiger werdende Nachbestellungen und dauerndes Wachsen meines Kundenkreises, sehe ich mich genötigt, folgende Lieferzeiten einzuführen:

Trafos und Drosseln ca. 8 bis 10 Tage
 Drehpulvinstr. " 6 " 8 Tage
 Dreheiseninstr. " 2 " 3 Wch.
 Hitzdrahtinstr. " 2 " 3 Wch.
 Cu-Spiralen sofort ab Lager.

Überzeugen auch Sie sich von meiner Preiswürdigkeit und Leistungsfähigkeit durch unverbindliches Fordern meiner Liste 14 oder durch eine kleine Probebestellung. (Ohne Vorauszahlung oder Nachnahme.)

Elektrische Reparaturen aller Art (Trafos, Motore, Meßgeräte usw.) werden bei billigster Berechnung schnellstens ausgeführt

Dankesoj Pflaum

Werkstätte für Transformatoren u. elektr. Meßgeräte, **Bamberg 4**, Schließfach 1, Postscheck 929 Nürnberg

Sämtliche Einzelteile

die im CQ-MB beschrieben sind,

halten wir stets am Lager

WALTER ARLT

Radio-Handels G. m. b. H.

Berlin-Charlottenburg

Berliner Straße 48

Fordern Sie die ausführliche

Materialaufstellung C2/36

Riesenkatalog 25 Pf. und 15 Pf. Porto

Die neuen Röhren

der deutschen Funkindustrie bringen das Röhrenprogramm zu einem vorläufigen Abschluß. Die nunmehr erreichte Gesamtheit der modernen Röhren, wie sie heute im Empfänger- und Verstärkerbau Verwendung finden, wird in der soeben erschienenen dritten Auflage vom „**Röhrenbuch für Rundfunk- und Verstärkertechnik**“ von Dr.-Ing. F. Bergtold ausführlich behandelt. Über 200 Seiten mit 186 Abbildungen, brosch. 3.60 RM in Ganzleinen gebunden 4.80 RM

Weidmannsche Buchhandlung
 Berlin SW 68

Unentbehrlich für jeden Kurzwellenfreund

Signaltafel für Kurzwellen-Amateure

Amateurrufzeichen		Q-Code	
1	2	1	2
3	4	3	4
5	6	5	6
7	8	7	8
9	0	9	0
10	11	10	11
12	13	12	13
14	15	14	15
16	17	16	17
18	19	18	19
20	21	20	21
22	23	22	23
24	25	24	25
26	27	26	27
28	29	28	29
30	31	30	31
32	33	32	33
34	35	34	35
36	37	36	37
38	39	38	39
40	41	40	41
42	43	42	43
44	45	44	45
46	47	46	47
48	49	48	49
50	51	50	51
52	53	52	53
54	55	54	55
56	57	56	57
58	59	58	59
60	61	60	61
62	63	62	63
64	65	64	65
66	67	66	67
68	69	68	69
70	71	70	71
72	73	72	73
74	75	74	75
76	77	76	77
78	79	78	79
80	81	80	81
82	83	82	83
84	85	84	85
86	87	86	87
88	89	88	89
90	91	90	91
92	93	92	93
94	95	94	95
96	97	96	97
98	99	98	99
100	101	100	101
102	103	102	103
104	105	104	105
106	107	106	107
108	109	108	109
110	111	110	111
112	113	112	113
114	115	114	115
116	117	116	117
118	119	118	119
120	121	120	121
122	123	122	123
124	125	124	125
126	127	126	127
128	129	128	129
130	131	130	131
132	133	132	133
134	135	134	135
136	137	136	137
138	139	138	139
140	141	140	141
142	143	142	143
144	145	144	145
146	147	146	147
148	149	148	149
150	151	150	151
152	153	152	153
154	155	154	155
156	157	156	157
158	159	158	159
160	161	160	161
162	163	162	163
164	165	164	165
166	167	166	167
168	169	168	169
170	171	170	171
172	173	172	173
174	175	174	175
176	177	176	177
178	179	178	179
180	181	180	181
182	183	182	183
184	185	184	185
186	187	186	187
188	189	188	189
190	191	190	191
192	193	192	193
194	195	194	195
196	197	196	197
198	199	198	199
200	201	200	201
202	203	202	203
204	205	204	205
206	207	206	207
208	209	208	209
210	211	210	211
212	213	212	213
214	215	214	215
216	217	216	217
218	219	218	219
220	221	220	221
222	223	222	223
224	225	224	225
226	227	226	227
228	229	228	229
230	231	230	231
232	233	232	233
234	235	234	235
236	237	236	237
238	239	238	239
240	241	240	241
242	243	242	243
244	245	244	245
246	247	246	247
248	249	248	249
250	251	250	251
252	253	252	253
254	255	254	255
256	257	256	257
258	259	258	259
260	261	260	261
262	263	262	263
264	265	264	265
266	267	266	267
268	269	268	269
270	271	270	271
272	273	272	273
274	275	274	275
276	277	276	277
278	279	278	279
280	281	280	281
282	283	282	283
284	285	284	285
286	287	286	287
288	289	288	289
290	291	290	291
292	293	292	293
294	295	294	295
296	297	296	297
298	299	298	299
300	301	300	301
302	303	302	303
304	305	304	305
306	307	306	307
308	309	308	309
310	311	310	311
312	313	312	313
314	315	314	315
316	317	316	317
318	319	318	319
320	321	320	321
322	323	322	323
324	325	324	325
326	327	326	327
328	329	328	329
330	331	330	331
332	333	332	333
334	335	334	335
336	337	336	337
338	339	338	339
340	341	340	341
342	343	342	343
344	345	344	345
346	347	346	347
348	349	348	349
350	351	350	351
352	353	352	353
354	355	354	355
356	357	356	357
358	359	358	359
360	361	360	361
362	363	362	363
364	365	364	365
366	367	366	367
368	369	368	369
370	371	370	371
372	373	372	373
374	375	374	375
376	377	376	377
378	379	378	379
380	381	380	381
382	383	382	383
384	385	384	385
386	387	386	387
388	389	388	389
390	391	390	391
392	393	392	393
394	395	394	395
396	397	396	397
398	399	398	399
400	401	400	401
402	403	402	403
404	405	404	405
406	407	406	407
408	409	408	409
410	411	410	411
412	413	412	413
414	415	414	415
416	417	416	417
418	419	418	419
420	421	420	421
422	423	422	423
424	425	424	425
426	427	426	427
428	429	428	429
430	431	430	431
432	433	432	433
434	435	434	435
436	437	436	437
438	439	438	439
440	441	440	441
442	443	442	443
444	445	444	445
446	447	446	447
448	449	448	449
450	451	450	451
452	453	452	453
454	455	454	455
456	457	456	457
458	459	458	459
4			