PHILIPS

MONATSHEFT FÜR APPARATE-FABRIKANTEN

2015 Digitalisiert von Thomas Lebeth für www.radiomuseum.org

Nr. 14
APRIL 1934

"MINIWATT" EMPFÄNGER-RÖHREN

VERSTÄRKER-RÖHREN

GLEICHRICHTER RÖHREN

REGULATOR RÖHREN

ÖLKONDEN-SATOREN

ELEKTROLYT-KONDENSATOREN

N. F. TRANS-FORMATOREN

LAUTSPRECHER-SYSTEME

WIDERSTÄNDE

INHALT:

Allgemeine Betrachtungen über automatische Lautstärkeregelung. - Quermodulationskurven der Hochfrequenztetroden B 262 und B 255 - Beschreibung eines Spulensystems für die Philips Oktode.

Allgemeine Betrachtungen über automatische Lautstärkeregelung

Einleitung.

Wie wohl allgemein bekannt sein dürfte, bezweckt die automatische Lautstärkeregelung einen Ausgleich der Lautstärkeunterschiede beim Empfang verschiedener Sender und infolge Fading.

Ideal wäre die automatische Lautstärkeregelung, wenn jede Station mit einer konstanten, einstellbaren Lautstärke empfangen würde. Praktisch erreicht man dies aber nur in grösserer oder kleinerer Annäherung, je nach dem System und der Empfindlichkeit des Apparates.

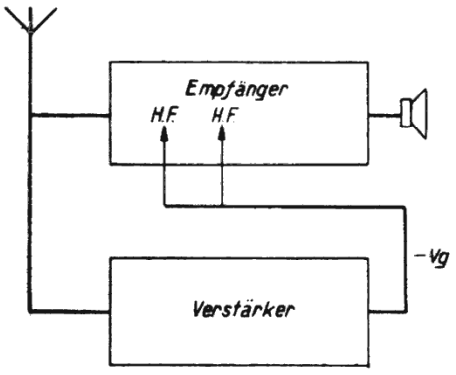


Abb. 1

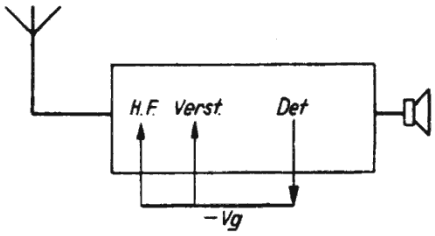


Abb. 2

Prinzipiell muss jede automatische Lautstärkeregelung aus einem System bestehen, welches die Verstärkung oder die Empfindlichkeit des Apparates regelt. Die geeignetste Methode zur Regelung der Verstärkung ist die, welche mit Hilfe der Änderung der negativen Gittervorspannung einer oder mehrerer Verstärkerröhren erfolgt. Die negative Gittervorspannung der geregelten Röhren muss also von der Stärke des eintreffenden Signales abhängig sein. Man kann dies auf verschiedene Arten erzielen, und wir werden im folgenden die verschiedenen Systeme der automatischen Lautstärkeregelung behandeln.

Prinzipielle Betrachtungen.

Das allgemeine Prinzip der automatischen Lautstärkeregelung wird in Abbildung 1 gezeigt.

In dieser Abbildung wird vorausgesetzt, dass die Lautstärkeregelung mit Hilfe von 2 Verstärkerröhren erfolgt, und zwar durch einen besonderen Verstärker, welcher auch an die Antenne angeschlossen ist und die erforderliche negative Vorspannung liefert. Theoretisch kann man einen solchen Verstärker so bauen, dass bei z.B. einem 100fachen Antennensignal die Verstärkung des Empfängers 100fach herabgesetzt wird, wenn man von einem bestimmten Minimumsignal ausgeht. Bei einem 1000fachen Signal müsste also die Verstärkung 1000fach herabgesetzt werden usw. In dieser Weise erzielt man also, dass der Empfänger für jedes beliebige Antennensignal dieselbe Ausgangsleistung abgibt. Natürlich ist es eine grosse Vereinfachung, wenn man die Rolle eines besonderen Verstärkers dem Empfänger selbst überträgt. Dies ist möglich, weil es in jedem Empfänger einen Punkt gibt, wo eine Gleichspannung entsteht, welche vom eintreffenden Signal abhängig ist und also zur Regelung der Vorverstär-

2015 Digitalisiert von Thomas Lebeth für www.radiomuseum.org

kerröhren verwendet werden kann. Im allgemeinen befindet sich dieser Punkt beim zweiten Detektor oder Audion. Abb. 2 zeigt den Grundgedanken dieses Systems.

Prinzipiell besteht aber zwischen der Lautstärkeregelung mit Hilfe eines besonderen Verstärkers und der, welche mit Hilfe der am Detektor erhaltenen Gleichspannung erfolgt, ein Unterschied. Mit Hilfe eines besonderen Verstärkers kann man theoretisch die ideale Lautstärkeregelung erzielen. Dagegen erzielt man mit der Detektorgleichspannung in jedem Falle nur eine Annäherung des Idealfalles und je nach dem System eine gute oder weniger gute Annäherung.

Es leuchtet ein, dass bei einer Steigung der Detektorgleichspannung auch die Signalstärke am Gitter des Detektors zunehmen muss. Das Zunehmen der Signalstärke am Gitter des Detektors hat aber zur Folge, dass die Lautstärke im Lautsprecher zunimmt; also ist die Lautstärke nicht vollkommen konstant. Man kann die Gleichspannung aus dem Detektor verstärken, bevor diese Regelspannung die als Regelröhren verwendeten Verstärkerröhren beeinflusst. Man spricht dann von einer verstärkten automatischen Lautstärkeregelung. Eine kleine Änderung in der Signalstärke am Detektorgitter genügt dann, um eine grosse negative Regelspannung hervorzurufen. Aber trotzdem wird die kleine Änderung des Detektorsignals eine entsprechende, wenn auch kleine, Änderung des Detektorsignals verursachen, so dass die Lautstärke im Lautsprecher bei Zunahme des Antennensignals doch noch etwas zunimmt.

Niederfrequenz-Kompensation.

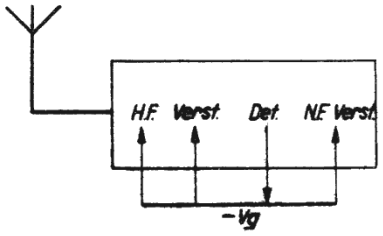


Abb. 3

Nun ist es natürlich wohl möglich, das Lautsprechersignal konstant zu halten, wenn man auch zu gleicher Zeit eine Regelung auf den N.F.-Verstärker vornimmt. Abb. 3 stellt eine solche Schaltung prinzipiell dar. Hierin wird also die Regelung nicht nur mit Hilfe einer oder mehrerer H.F.-Verstärkerröhren, sondern auch mit Hilfe einer N.F.-Verstärkerröhre vorgenommen. Hierdurch ist es möglich, die obengenannte Änderung des Detektorsignals durch ein gleichzeitiges Herabsetzen der N.F.-Verstärkung zu kompensieren. Wenn z.B. eine Diode als Detektor verwendet wird, schaltet man als N.F.-Verstärker nach dieser Röhre eine Selektode, welche ebenfalls durch die negative Gittervorspannung geregelt wird. Die N.F.-Amplituden auf dem Gitter dieser Röhre sind jedoch so gross, dass eine ziemlich grosse Verzerrung auftritt, wenn man durch Änderung der Vorspannung nicht mehr im geradlinigen Teil der Kennlinie arbeitet, und zwar ist diese Verzerrung grösser als die, welche man im allgemeinen in der Endröhre zulässt.

Wir haben einige Messungen mit der Röhre E 445, der Röhre, welche am wenigsten Verzerrung ergibt, vorgenommen. Ebenso haben wir mit anderen Röhren, welche speziell für diesen Zweck hergestellt werden, Versuche gemacht, und es zeigte sich, dass man, um 10 Volt auf dem Gitter der Endröhre zu erzielen, eine Verzerrung von 8 bis 10% in der N.F.-Verstärkerröhre zulassen muss. Dies bedeutet, dass die Verzerrung durch die N.F.-Verstärkerröhre die Verzerrung, welche man als Maximum für die Endröhre festgelegt hat, ungefähr verdoppelt. Aus diesem Grunde wird die N.F.-Kompensation auch nur selten angewendet.

Wie oben gesagt, kann die automatische Lautstärkeregelung verstärkt oder nicht verstärkt sein, und im folgenden werden, nach diesen zwei Gruppen eingeteilt, die verschiedenen Systeme und die Berechnung der automatischen Lautstärkeregelung behandelt.

2015 Digitalisiert von Thomas Lebeth für www.radiomuseum.org

Einfache automatische Lautstärkeregelung.

Wenn man also die N.F.-Kompensation ausser Betracht lässt, erhält man immer nur eine Annäherung des Ideales, d.h., dass das Lautsprechersignal konstant bleibt für alle Signale und Signaländerungen. Am besten kann man eine Lautstärkeregelung beurteilen, wenn man die Wirkung eines Systems berechnet und graphisch aufträgt. Zu diesem Zweck wollen wir hier die Wirkung eines einfachen Systems (Abb. 4) betrachten, und dazu muss man zuerst den Zusammenhang zwischen der Verstärkung (Steilheit) und der Regelspannung der geregelten Röhren kennen. Hierfür kann man die Steilheits-Kennlinien der Röhren als Funktion der negativen Gittervorspannung verwenden. Wenn man z.B. mit Hilfe von 2 Röhren regelt, so kann man sofort aus diesen Kurven die resultierende Regelkurve beider Röhren berechnen, indem man bei jeder negativen Vorspannung die sich hierauf beziehenden Steilheitswerte multipliziert und die so erhaltenen Werte wieder aufträgt. Abb. 5 zeigt die Steilheitskurven der am häufigsten in Frage kommenden Röhren.

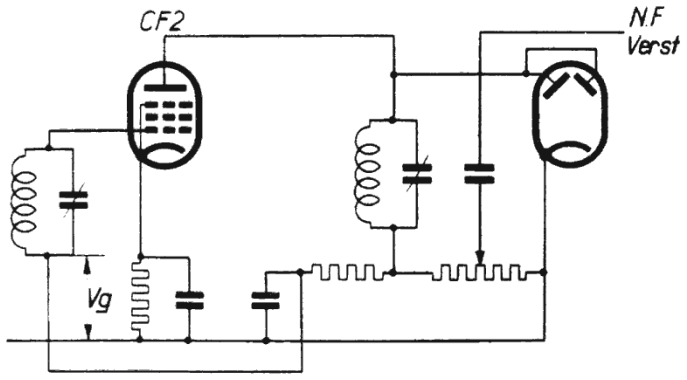


Abb. 4

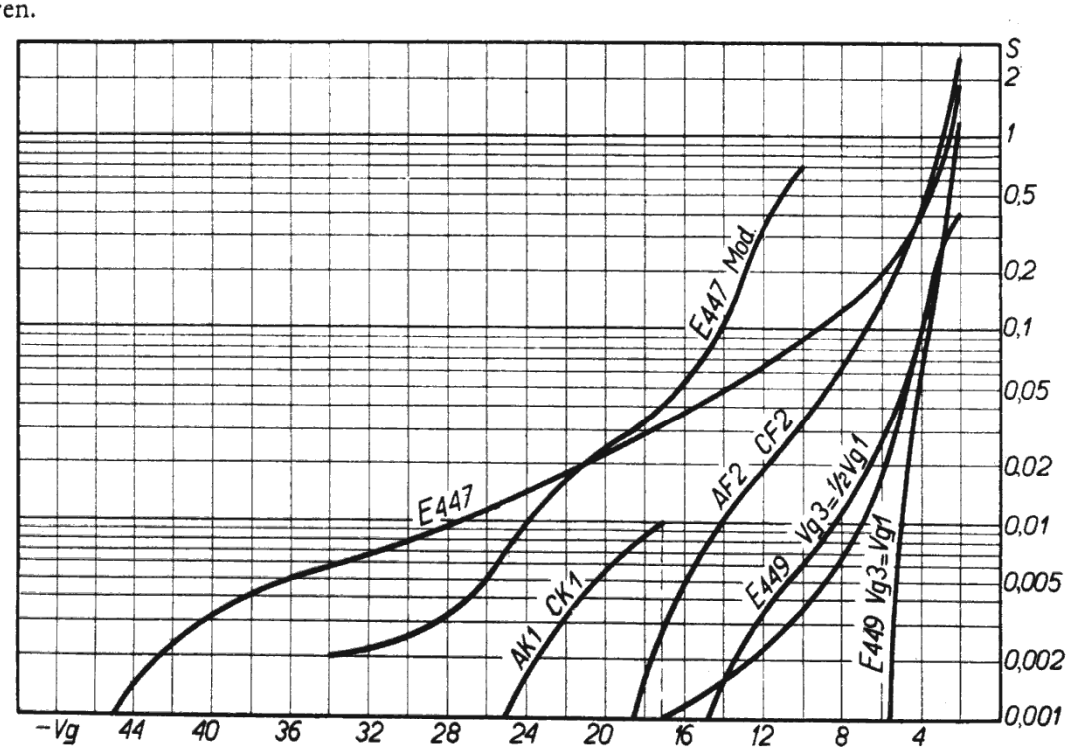


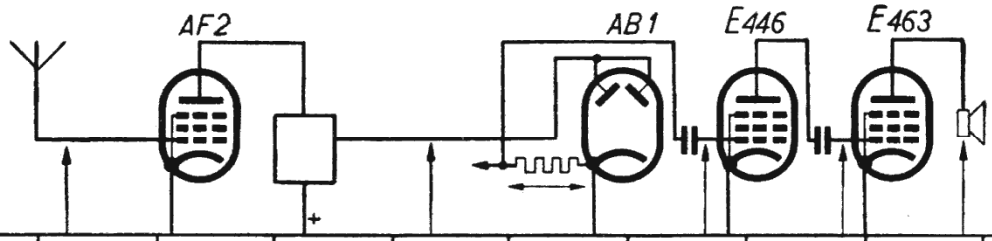
Abb. 5

Ausser der Regelkurve der kontrollierten Röhren braucht man die Kurve, welche am Detektor die Abhängigkeit der Regelspannung vom Detektorsignal zeigt, und man muss auch noch die Abhängigkeit des Lautsprechersignals vom Detektorsignal kennen, d.h., dass die N.F.-Wechselspannung des Detektors als Funktion der eintreffenden H.F.-Spannungen und der darauf-

2015 Digitalisiert von Thomas Lebeth für www.radiomuseum.org

folgende N.F.Verstärkung bekannt sein muss. Diese Beziehungen wurden in unserem Artikel über Detektorverstärkung im Monatsheft für Apparatefabrikanten behandelt, und wir verweisen daher hier auf diesen Aufsatz.

Weil im allgemeinen die Diode oder Binode verwendet wird, zeigt Abb. 6 die Kurven, die die Abhängigkeit der Regelspannung vom Detektorsignal angeben, und Abb. 7 eine Kurve, welche die erzielte N.F.-Wechselspannung als Funktion der zugeführten H.F.-Wechselspannung bei einem bestimmten Ableitungswiderstand darstellt. Mit Hilfe dieser drei Kurvenarten kann man nun für einen bestimmten Röhrensatz die Regelkurve eines Apparates zusammenstellen. Diese Regelkurve kann am bequemsten durch eine tabellarische Zusammenfassung punktweise bestimmt werden. Im folgenden Beispiel haben wir dies für eine Regelröhre AF 2 ausgeführt.



Zunahme e_1	e_1	S	Verst.	e_2	Vg	e_3	e_4	Watt	Zunahme e_4
1 x	1,7 uV	2,5 mA/V	100 x	0,17 V	0,8 V	0,025 V	2 V	0,05 W	1 x
8,2 x	14 „	1,2 „	48 x	0,67 „	1,6 „	0,125 „	10 „	1,25 „	5 x
23 x	39 „	0,7 „	28 x	1,1 „	2,1 „	0,25 „	20 „	5 „	10 x
100 x	175 „	0,3 „	12 x	2,1 „	3,6 „	0,50 „	40 „		20 x
290 x	500 „	0,14 „	5,6 x	3,1 „	5,0 „	0,75 „	60 „		30 x

TABELLE 1.

Diese Tabelle ist von rechts nach links eingetragen. Um die normale Ausgangsleistung von 0,05 Watt, wie diese den Messungen am Empfänger zugrunde gelegt wird, zu erzielen, ist z.B. für die Endröhre eine effektive Gitterwechselspannung von 2 Volt notwendig. Wenn man nun beispielsweise die N.F.-Verstärkung als 80fach voraussetzt, errechnet man also für e_3 eine Spannung von 0,025 Volt. Hieraus bestimmt man mit Hilfe des Artikels über Detektorverstärkung ein H.F.-Signal von 0,17 Volt an der Diode, und aus der Kurve I der Abb. 6 findet man hierfür eine Gleichspannung von 0,8 Volt am Diodenableitungswiderstand.

Diese kleine Regelspannung wird fast keinen Einfluss auf die Steilheit der Regelröhre unseres Beispiels, der AF 2, ausüben, und diese Steilheit wird als 2,5 in die Tabelle eingetragen. Im allgemeinen wird man auch die positive Vorspannung der Kathode der Regelröhren so wählen, dass diese, zusammen mit der aus der Diode erhaltenen Gleichspannung von 0,8 Volt, gerade die benötigte negative Gittervorspannung von 2 Volt ergibt.

Ebenfalls wird die mit der Steilheit von 2,5 mA/V übereinstimmende normale Verstärkung zu 100 in die Tabelle eingetragen, d.h. also, dass in der Tabelle $e_1 = \frac{0{,}170}{100} = 1{,}7$ mV wird.

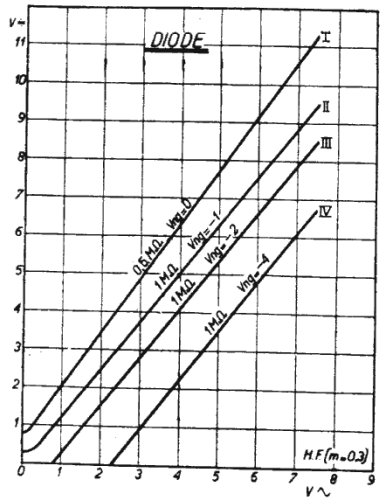


Abb. 6

2015 Digitalisiert von Thomas Lebeth für www.radiomuseum.org

Die zweite Zeile der Tabelle setzt voraus, dass e_4 infolge eines grösseren Signals auf dem Gitter der Röhre AF 2 auf das Fünffache gestiegen ist. Wenn man wiederum die verschiedenen Werte in die Tabelle einträgt, findet man nun für e_3 einen Wert von 0,125 Volt, für e_2 0,67 Volt und eine Gleichspannung von $Vg = 1{,}6$ V. Die negative Gitterspannung der Röhre AF 2 ist also um 0,8 Volt gestiegen, und aus Abb. 5 ergibt sich eine Steilheit von 1,2 mA/V. Hiermit stimmt eine Verstärkung von $100 \times \frac{2{,}5}{1{,}2} = 48$ überein. Weiter kann man in die Tabelle $e_1 = 14$ mV eintragen, d.h. also, dass in diesem Falle das Gittersignal der AF 2 um einen Faktor $\frac{14}{1{,}7} = 8$ zugenommen haben muss.

In gleicher Weise findet man die erforderliche H.F.-Spannung für die Zunahme der N.F.-Wechselspannung um das 10-, 20- und 30fache des normalen Betrages und kann man zum Schluss alle Angaben für die automatische Lautstärkeregelung dieser Tabelle entnehmen und als Regelkurve des Apparates auftragen (Abb. 8, Kurve I).

Wie man sieht, ist die Ausgangsleistung bei schwächeren Signalen bei weitem noch nicht konstant. Man wird bei der praktischen Anwendung dieses Systems bemerken, dass dies schon ziemlich effektiv funktioniert und dass die Schleierungsstörung schon viel kleiner geworden ist. Bei schwachen Signalen würde die Ausgangsspannung, infolge der für schwache Signale quadratischen Charakteristik der Diode, ohne automatische Lautstärkeregelung im Verhältnis zum Quadrat des eintreffenden Signals abnehmen.

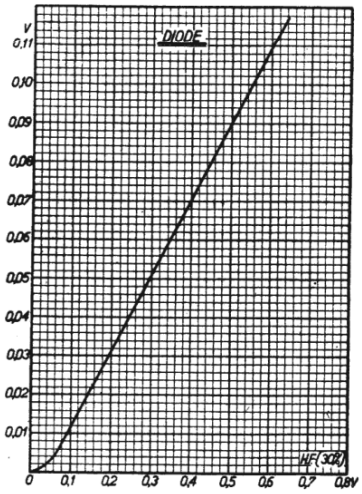


Abb. 7

Für die Berechnung einer Regelung mit Hilfe mehrerer Röhren kann man links ebenso viele Spalten mit den betreffenden Steilheiten und Verstärkungen mehr eintragen. Man kann z.B. in unserer Tabelle die AF 2 als Zwischenfrequenzröhre betrachten und sich vor dieser Röhre die Mischoktode AK 1 denken. Wenn man nun in die Tabelle noch eine Spalte für die Transponierungssteilheit und für die Transponierungsverstärkung einträgt, so kann man auch hierfür die Regelkurve des Apparates aufstellen. Abb. 8, Kurve II zeigt uns diese Kurve für die Regelung mit Hilfe der Röhren AK 1 und AF 2, und man kann hieraus die Folgerung ziehen, dass die Regelung mit Hilfe von 2 Röhren viel effektiver funktioniert.

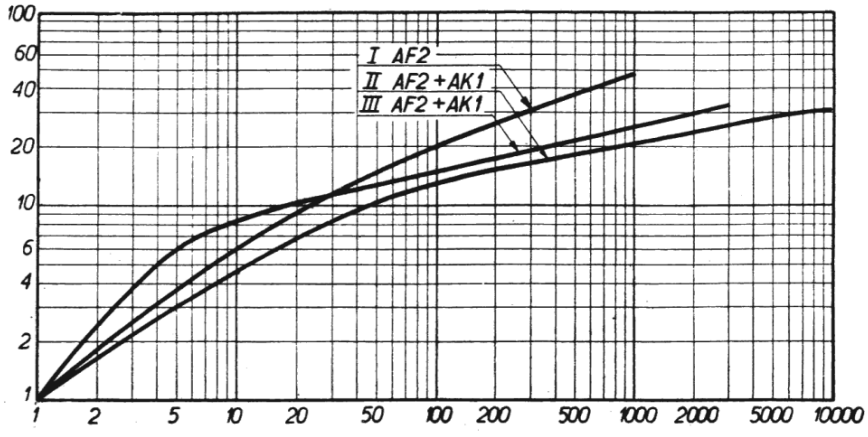


Abb. 8

Es stehen aber nicht immer 2 Regelröhren zur Verfügung, wie z.B. in den Superhets mit einer Penthode oder Tetrode in Autodyne-Schaltung, und es liegt dann auf der Hand, eine Regelröhre, welche noch viel rascher regelt als die AF 2, zu verwenden. Eine solche Röhre ist die Regelhexode E 449. Aus

2015 Digitalisiert von Thomas Lebeth für www.radiomuseum.org

Gründen der Verzerrung und Modulationsvertiefung schaltet man diese Röhre am besten so, dass das dritte Gitter die Hälfte der negativen Vorspannung des ersten Gitters erhält (siehe Monatsheft Nr. 6, Seite 12). In Abb. 5 ergibt dies die *S*-Kennlinie, welche links liegt. Lässt man aber mehr Modulationsvertiefung und Verzerrung zu, so kann man die ganze negative Vorspannung des ersten Gitters auch dem dritten Gitter zuführen. Hiermit erzielt man dann eine noch viel raschere Regelung (Abb. 5, Kurve rechts).

Beschränkungen.

Wie wir oben erwähnten, stehen nicht immer 2 oder mehrere Röhren zur Verfügung, so dass in vielen Apparaten nur mit Hilfe einer Röhre geregelt werden kann. Im 4-Röhren-Super mit einer Penthode als Oszillator-Modulatorröhre wurde mit Hilfe der Z.F.-Röhre geregelt. Hierbei musste man darauf achten, wie bei der Lautstärke-Handregelung, dass die Z.F.-Röhre und die Mischröhre nicht übersteuert wurden. Trotz der Lautstärkeregelung erreichten die Signale mit voller Verstärkung das Gitter der Z.F.-Röhre, wenn die Mischröhre nicht geregelt wurde. Wie aus dem Artikel über Quermodulation und Verzerrung in H.F.-Röhren im Monatsheft Nr. 12 ersichtlich ist, darf die Wechselspannung am Gitter der Z.F.-Röhre einen bestimmten Wert nicht überschreiten, wenn mann eine übermässige Verzerrung vermeiden will. Diese Wechselspannung ist abhängig von der Verzerrung, welche man zulassen will.

Wenn wir für diese maximale Wechselspannung 6 Volt voraussetzen, und wenn wir ferner annehmen, dass die Verstärkung von der Antenne bis zum Gitter der Z.F.-Röhre 1000-fach ist (siehe Artikel über die Empfindlichkeit von Rundfunkgeräten), dann dürfte man in der Antenne also höchstens ein Signal von $\frac{6}{1000}$ Volt zulassen. Unzweifelhaft kommen viel stärkere Signale vor und würde man vor der Z.F.-Röhre eine Abschwächung anbringen. Das einfachste Mittel ist meistenteils ein spezieller, sehr schwach gekoppelter Antennenanschluss, besser aber ist es, eine Abschwächung nach der Mischröhre anzubringen, weil dann zu gleicher Zeit eventuelles Rauschen aus dieser Röhre abgeschwächt wird. Die Notwendigkeit eines derartigen Empfindlichkeitsschalters oder eines besonderen Antennenanschlusses ist also ein Nachteil dieser Apparattype. Diese Schwierigkeit ist aber in Apparaten mit einer Regel-Mischröhre umgangen.

Ein zweiter Punkt, auf den man achten muss, ist folgender. Es wurde vorausgesetzt, dass die Z.F.-Verstärkung bei einer Steilheit von $S = 2{,}5$ mA/V in der Grössenordnung von 100 liegt. Setzt man nun weiter voraus, dass bei einem bestimmten Signal die automatische Lautstärkeregelung genau so viel Regelspannung abgibt, dass die Steilheit $S = 0{,}025$ wird, dass also die Verstärkung nur noch das Einfache ist, so wird dies bei einer Vorspannung $Vg = -11$ Volt geschehen. Von diesen 11 Volt rühren 9 Volt aus der automatischen Lautstärkeregelung her, d.h. also, dass das Signal von der Diode ca. $\frac{9}{\sqrt{2}} = 6{,}35$ Volt betragen muss, und weil die Verstärkung nun das Einfache beträgt, ist also das Signal am Gitter der Z.F.-Röhre 6,35 Volt, d.h. also, dass die Scheitelspannung des Signals an diesem Gitter 9 Volt beträgt, und weil schon für Vg 11 Volt gefunden wurde, zeigt es sich, dass noch gerade kein Gitterstrom auftritt. Es ist aber klar, dass hier die Grenze liegt und dass bei noch stärkeren Signalen die aus dem Detektor erhaltene Regelspannung nicht mehr ausreicht, um das Auftreten von Gitterströmen zu verhindern. Diese Begrenzung kann bei sehr schnell regelnden Röhren, wie der E 449, wichtig sein, weil diese Begrenzung dann nur kleine H.F.-Signale zulässt.

Weiter kann diese Begrenzung von Wichtigkeit sein bei jeder anderen Röhre, wenn diese nur wenig verstärkt und direkt vor die Detektorröhre geschaltet ist. Dann gibt es ja nur ein ge-

2015 Digitalisiert von Thomas Lebeth für www.radiomuseum.org

ringes Gebiet zwischen der maximalen Verstärkung und der Verstärkung von 1×. Wenn auf eine Röhre geregelt wird, welche nicht direkt vor den Detektor geschaltet ist, tritt, wie man leicht durch eine Berechnung feststellen kann, diese Erscheinung erst bei sehr starken Signalen auf.

Aus diesen Beschränkungen zeigt sich wohl, dass es von grossem Vorteil ist, mit mehr als einer Röhre zu regeln, selbst wenn man dies nicht aus dem Gesichtspunkt der effektiven Lautstärkeregelung betrachtet. Dies ist an erster Stelle durch das Herausbringen der Regelmischoktoden AK 1 und CK 1 möglich geworden, aber auch früher war hierfür die Röhre E 447 als Modulatorröhre in Verbindung mit einer separaten Oszillatorröhre sehr geeignet. In Abb. 5 ist auch für diese Röhre noch eine Steilheitskurve aufgenommen, und zwar bei einer Oszillatorspannung von ca. 5 Volt.

Sogar bei einem System mit 2 geregelten Röhren ist es nicht überflüssig, nachzuprüfen, ob die zweite Röhre nicht ein zu grosses Signal zu verarbeiten hat, insbesondere was betrifft Quermodulation und Verzerrung. Hierüber findet man Näheres im Artikel über H.F.-Verzerrung im Monatsheft Nr. 12.

Übrigens kann man aus der Tabelle, welche man für die Berechnung der Lautstärkeregelung aufstellt, direkt ablesen, ob dieser Betrag überschritten wird oder nicht. Wenn dies der Fall sein sollte, muss das Signal in der vorhergehenden Stufe mehr herabgesetzt werden. Dies erreicht man dadurch, dass die Regelung auf die überlastete Röhre weniger effektiv gemacht wird. Dann kommt man zu einer Schaltung, wobei die Regelspannung der zweiten Röhre von einer Anzapfung auf dem Diodenwiderstand abgenommen wird. Man kann so eine Berechnung von neuem aufstellen, indem man das Verhältnis der Anzapfung schätzt. Natürlich ist eine Verbesserung nur notwendig, wenn Überlastung auftritt bei Signalen, die kleiner sind als das zu erwartende Maximum von z.B. 1 Volt in der Antenne.

Aus der schon aufgestellten Kurve von Abb. 8 findet man, wie gross bei diesem Signal e_4 ist, und aus diesem Wert, wie erwähnt wurde, kann man nun in der Tabelle zurückrechnen und dabei die auftretenden Gitterspannungen finden.

Verzögerte automatische Lautstärkeregelung.

Wenn man die Kurve II von Abb. 8 betrachtet, sieht man, dass durch die Regelung mit Hilfe von zwei Röhren schon eine ziemlich flache Kurve zu erzielen ist. Aber zu gleicher Zeit wird man bemerken, dass der Zweck verfehlt wird, denn wenn man auf diese Weise weitergeht, indem man noch mehr Röhren verwendet, wird man erzielen, dass die Ausgangsleistung konstant bleibt, aber auf einem viel zu niedrigen Niveau.

Wenn man bei der Kurve II voraussetzt, dass die durch den Faktor 1 gegebene Ausgangsleistung (0,05 Watt) bei einem Antennensignal von 10 μV erzielt wird, dann wird 5 Volt Lautsprecherleistung erst bei ~~100~~ × 10 = ~~1000~~ μV erreicht (nämlich wenn die Ausgangsspannung um das Zehnfache zugenommen hat. Die Leistung ist dem Quadrat der Ausgangsspannung proportional). Die automatische Lautstärkeregelung funktioniert also schon so effektiv, dass sie bei einer grösseren Anzahl Sender die Erzielung der vollen Endbelastung erschwert. In dieser Beziehung wäre also die Kurve I besser. Um diese Schwierigkeiten zu umgehen, kann man das System der verzögerten automatischen Lautstärkeregelung anwenden.

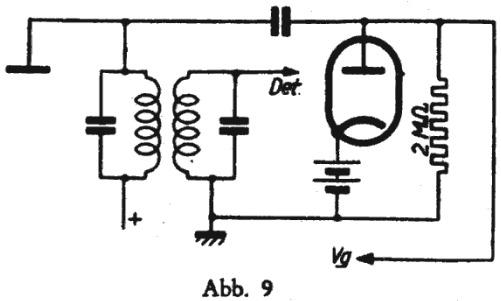


Abb. 9

2015 Digitalisiert von Thomas Lebeth für www.radiomuseum.org

Bei einem System verzögert man die Wirkung der automatischen Lautstärkeregelung, bis die maximale Endbelastung erzielt worden ist. Dieses Prinzip und die Ausführung dieses Systems werden in Abbildung 9 angegeben. Die Regelspannung kann nun nicht mehr von dem normalen Detektor erhalten werden. Man muss die Funktionen der Lautstärkeregelung und der Gleichrichtung trennen.

In Abb. 10 ist die A.V.C.-Diode an die primäre Wicklung des letzten Z.F.-Transformators angeschlossen. Diese Wicklung gibt ziemlich die gleiche Wechselspannung wie die sekundäre, jedoch hat diese Schaltung den Vorteil, dass die Dämpfung nun einigermassen auf beide Teile verteilt wird. Sehr wichtig ist auch, dass diese Schaltung scheinbar selektiver ist als die, bei der die Diode an der sekundären Seite angeschlossen wird. Jede A.V.C.-Schaltung hat bekanntlich die Neigung, die Selektivität scheinbar zur verringern, weil der Abfall der Resonanzkurve teilweise ausgeglichen wird von der auf grössere Verstärkung regulierenden A.V.C. Wenn nun *nach* der A.V.C. noch ein Abstimmkreis folgt, behält dieser doch wenigstens die ursprüngliche Trennschärfe. In diesem Falle ist dieser Abstimmkreis die Sekundärseite des Z.F.-Transformators. In Reihe mit der Regeldiode ist eine Vorspannung geschaltet, so dass die Diode erst anfängt gleichzurichten, wenn die Signalscheitelspannung diese Vorspannung überschritten hat. Für dieses System kann man also die Diode einer Binode als Regeldiode verwenden. Der Tetrodenteil könnte dann als Anoden- oder Gittergleichrichter dienen.

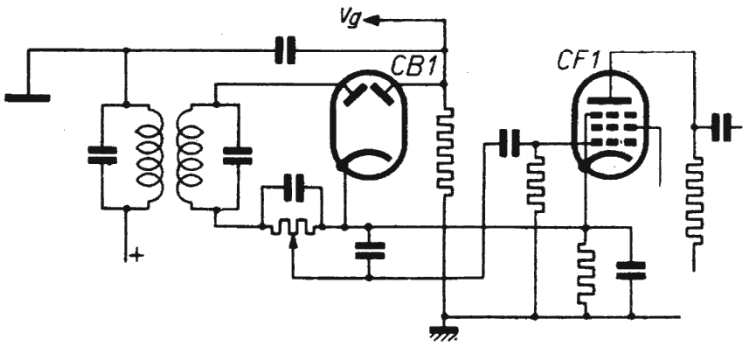
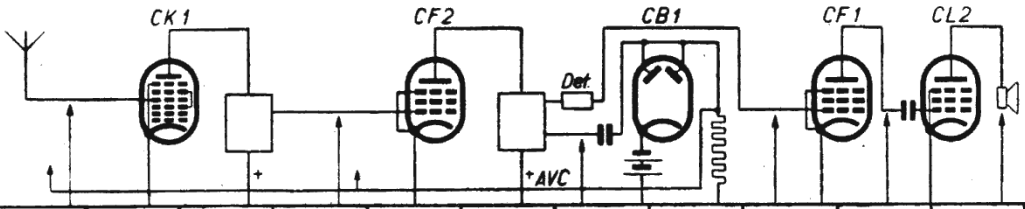


Abb. 10

Seit kurzer Zeit führt Philips die Doppeldioden AB 1 und CB 1. Bei diesen Dioden kann eine Anode als Regeldiode und die andere als Gleichrichterdiode verwendet werden (Abb. 10). Das System der Abb. 9 wird folgendermassen berechnet. Wir setzen nun die Regelung mit Hilfe der Röhren CK 1 und CF 2 voraus. Ferner sind im Apparat die Endröhre CL 2 und eine achtzigfache N.F.-Verstärkung vorhanden. Auch hier arbeitet man wieder am besten mit Hilfe einer Tabelle. Wir setzen weiter voraus, dass die A.V.C. anfängt zu arbeiten, nachdem das Gitter der Endröhre 10 Volt N.F.-Spannung erhalten hat. Diese ist dann also noch nicht voll ausgesteuert. Bei verschiedenen N.F.-Spannungen werden wieder, wie früher, die Werte des benötigten Signals am Detektor berechnet. 10 Volt an der Endröhre stimmt, wie früher, mit einem Detektor-H.F.-Signal von 0,67 Volt auf der Regeldiode überein. Die Scheitelspannung ist dan 0,95 Volt. Nun beginnt bei einer Spannung von ungefähr —1,3 Volt ein Strom durch die Diode zu fliessen. Indem nun die Kathode der Regeldiode eine positive Spannung erhält von 0,95 + 1,3 = 2,25 Volt, lässt diese bei diesem Signal noch gerade keinen Strom durch. Dies wird der folgenden Berechnung zu Grunde gelegt. In der Praxisschaltung von Abb. 10 wird die schon bestehende Kathodenspannung an der N.F.-Verstärkerröhre, die ungefähr den richtigen Wert hat, verwendet. In Abb. 6 sind noch für verschiedene negative Vorspannungen die Kurven dargestellt, bei denen Vg als Funktion der zugeführten H.F.-Spannung gefunden wird.

In der folgenden Tabelle ist die ganze Berechnung aufgestellt.

2015 Digitalisiert von Thomas Lebeth für www.radiomuseum.org



Zunahme e_0	e_0	S_1	Verst.	e_1	S_2	Vers.	e_2	Vg	e_3	e_4	Watt	Zunahme e_4
1 x	17 µV	0,5 mA/V	100 x	1,7 mV	2,5 mA/V	100 x	0,17 V	0 V	0,025 V	2 V	0,05 W	1 x
4 x	67 „	0,5 „	100 x	6,7 „	2,5 „	100 x	0,67 „	0 „	0,125 „	10 „	1,25 „	5 x
18 x	306 „	0,3 „	60 x	18,4 „	1,5 „	60 x	1,1 „	0,5 „	0,25 „	20 „	5 „	10 x
310 x	5080 „	0,1 „	20 x	105 „	0,5 „	20 x	2,1 „	1,7 „	0,50 „	40 „		20 x
2200 x	39000 „	0,04 „	8 x	310 „	0,25 „	10 x	3,1 „	3,0 „	0,75 „	60 „		30 x

TABELLE 2.

Bei dieser wie bei der vorigen Tabelle ist vorausgesetzt, dass bei der niedrigsten Regelspannung *Vg* die Röhren ihre normale Steilheit besitzen. In der vorigen Tabelle war diese 0,8 Volt, d.h. also, dass die geregelten Röhren selbst noch eine Vorspannung durch den Kathodenwiderstand von ca. 1,2 V erhalten müssen. In dem letzten Beispiel, wo *Vg* mit einem Wert 0 anfängt, muss also die Vorspannung durch den Kathodenwiderstand direkt auf 2 Volt eingestellt werden. Das Resultat dieser Tabelle ist in Abb. 8, Kurve III, graphisch dargestellt. Bei der Berechnung wird man schon bemerken, dass durch die Verzögerung zu gleicher Zeit die Regelung effektiver wird. Während bei der ersten Berechnung die Regelspannung *Vg* mehr oder weniger proportional der N.F.-Wechselspannung e_3 zunahm, ist dieselbe Zunahme nun proportional dem Unterschied zwischen e_3 und einer gewissen Vorspannung (in unserem Beispiel 0,125 Volt), d.h., dass nun die Gleichspannungszunahme bei einer *relativ* geringeren Zunahme der N.F.-Spannung erhalten wird. Dies ist übrigens aus Abb. 8, Kurve III, ersichtlich. Die wirkliche Verstärkung pro H.F.- oder Z.F.-Stufe, welche oben als hundertfach vorausgesetzt wird, ist für die Gestalt der Regelkurve nicht prinzipiell wichtig. Wenn diese Verstärkungen grösser werden, wäre einfach die maximale Empfindlichkeit des Apparates grösser. In Abb. 8 würde dann der Wert 1 auf der horizontalen Achse z.B. 10 V anstatt 17 V darstellen usw. Die Kurve bleibt dann weiter die gleiche.

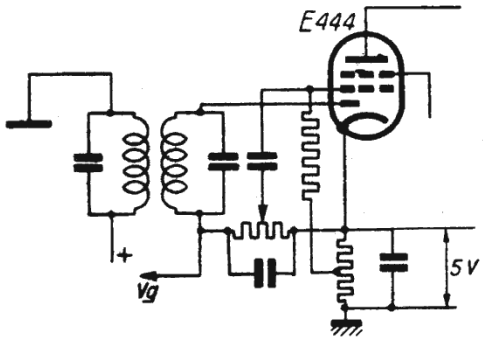


Abb. 11

Eine zwar nicht vollständige Verzögerung kann man auch noch in der Weise erzielen, dass man die Gestalt der Kennlinie der geregelten Röhre benutzt. Bei diesem System wird der Regeldiode keine negative Vorspannung zugeführt, so dass diese zu gleicher Zeit für die Signalgleichrichtung dienen kann. Hier ist also die Binode sehr gut brauchbar (siehe Abb. 11). Man gibt der Kathode der Diode eine feste positive Spannung von z.B. + 5 V. Wenn die geregelte Röhre nun mit einer negativen Gitterspannung von —2 V anfängt, dann muss die Kathode dieser Röhre also eine Spannung von + 7 Volt haben. Man schaltet also einen Widerstand *Rk* in die Kathodenleitung, so dass $Rk \times ia = 7$ Volt.

Abb. 12 zeigt nun, was geschieht, wenn die Regelspannung von + 5 V anfängt abzunehmen und zum Schluss negativ wird. Die totale Spannung *Vg* ist jedesmal gleich $Vr - ia \cdot Rk$ und wird also aus dem Schnittpunkt der *Ia-Vg*-Charakteristik mit einer schrägen Linie erhalten.

2015 Digitalisiert von Thomas Lebeth für www.radiomuseum.org

Aus Abb. 12 ist nun ersichtlich, dass die wirkliche Gitterspannung *Vg* sich nur wenig ändert, solange *Vr* von + 5 bis — 1 Volt abnimmt (die Diode liefert dann die 6 Volt).

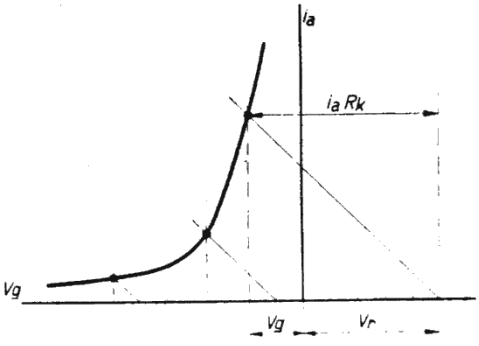


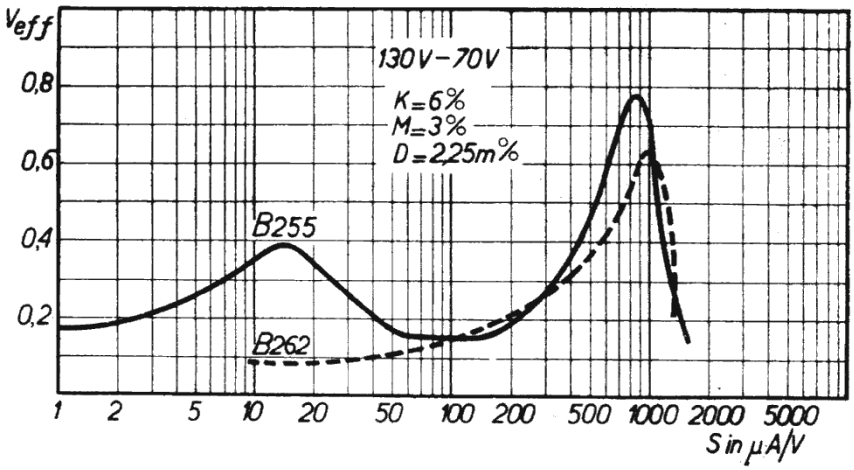
Abb. 12

Nachdem der Schnittpunkt die Krümmung der Kennlinie überschritten hat, fängt erst die wirkliche Regelung an. Man kann hier von einer allerdings nicht volkom nenen Verzögerung von ± 6 Volt reden.

Je nachdem man den Anfangswert von *Vr*, also die Kathodenspannung der Diode, höher wählt, und zu gleicher Zeit *Rk* grösser nimmt, wird auch die Verzögerung grösser. Dieses vereinfachte System kann aber nie so gut sein wie die verzögerte A.V.C., welche mit einer Doppel-Diode erzielt wird.

(Schluss folgt.)

Quermodulationskurven der Hochfrequenztetroden B 262 und B 255



Im Anschluss an unseren Artikel über Folgeerscheinungen der Kennlinienkrümmung bei Hochfrequenz-Verstärkerröhren geben wir hiermit die Quermodulationskurven für die Hochfrequenz-Verstärkerröhren B 262 und B 255 der 2-V-Batterieserie.

Beschreibung eines Spulensystems für die Philips Oktode

Viele moderne Empfänger ermöglichen jetzt auch den Empfang auf Kurzwellen. Für diese Geräte ist die Oktode AK 1 sehr geeignet, und wir geben deshalb im folgenden die kurze Beschreibung eines Spulensystems, welches ausser den normalen Wellenbereichen den Kurzwellenbereich von 15-55 Meter umfasst. Als Zwischenfrequenz wurde 125 kH und für die Bandfilterspulen die Selbstinduktionen von 178,5 bzw. 2050 µH gewählt.

2015 Digitalisiert von Thomas Lebeth für www.radiomuseum.org

Die Kurzwellenspulenteile sind in einfachster Weise in der Schaltung aufgenommen. Deshalb gibt auch der Empfang in diesem Bereich, nicht die gleiche Resultate wie mit einem speziell für diesen Bereich konstruirten Kurzwellenapparat.

Das Schaltbild von Abb. 1 zeigt, dass eine normale Antennenbandfilterkopplung für Rundfunk- und Langwellen angewendet wurde. Beim Kurzwellenempfang wird dieses Bandfilter auf einen einfachen Eingangskreis umgeschaltet (Schalter 1 und 2). Hieraus folgt, dass die Kurzwellenspule S_3 sich dauernd im zweiten Bandfilterkreis befindet. Die Selbstinduktion dieser Spule ist aber so klein, dass man kaum damit zu rechnen braucht.

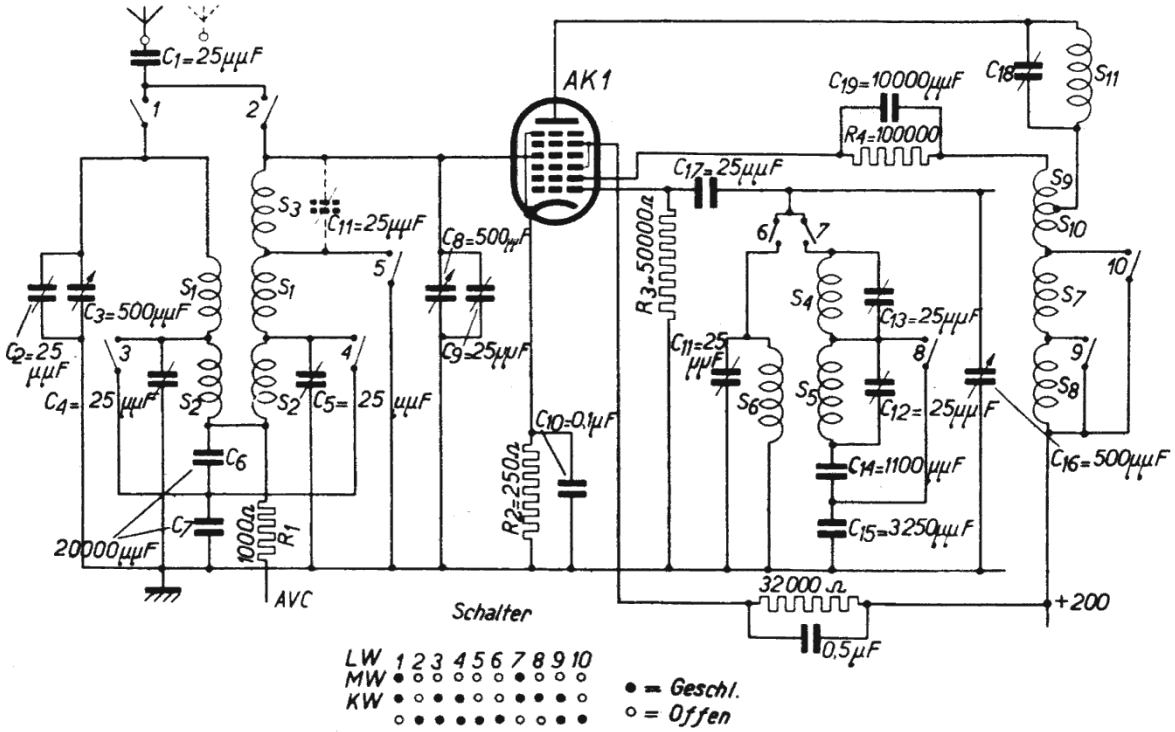


Abb. 1

Abb. 2 zeigt die Bandfilterspulen und Kurzwellenspulen.

Im Oszillatorkreis wird entweder auf die Kurzwellenspule S_6 oder auf die Rundfunkspulen $S_4 + S_5$ geschaltet. S_6 ist nicht mit S_4 und S_5 in Reihe geschaltet, um eine zu grosse Nullkapazität zu vermeiden. Dies ist für den Parallellauf im Rundfunkbereiche sehr wichtig. Um einen Schaltkontakt zu ersparen, ist die Oszillatorspannung so ausgeführt, dass die Langwellenspule und das Padding mit einem Kontakt kurzgeschlossen werden.

Der Gitterkondensator ist, um die Frequenzverwerfung auf Kurzwellen während der Lautstärkeregelung auf der Oktode zu begrenzen, auf 25 $\mu\mu$F heruntergesetzt. Aus dem gleichen Grunde ist eine spezielle Schaltung im Rückkopplungskreis notwendig geworden. Durch diese Massnahmen wird die Frequenzverwerfung durch die Regelung im ungünstigsten Falle weniger als 2 kH.

Aus dem Schaltbild ersieht man, dass für die Kurzwellenoszillatorspule kein Padding vorgesehen ist. In der Praxis stellt man diesen Kreis meistens durch Änderung der Selbstinduktion ein, indem man einige Windungen der Spule S_6 verschiebt. Man stellt auf diese Weise zuerst die Selbstinduktion am Ende des Kurzwellenbereiches (ca. 55 m) ein und nachher den Trimmer parallel zur Spule S_6 (oder S_3) am Anfang des Wellenbereiches. Ob der Trimmer sich parallel zu S_3 oder S_6 befinden muss, hängt davon ab, welcher der beiden Kreise die kleinste Nullkapazität infolge der Bedrahtung erhalten hat.

Die Rückkopplungsspulen müssen immer so fest wie möglich mit den Spulen S_4, S_5 oder S_6 gekoppelt sein und um eine zusätzliche Nullkapazität zu vermeiden an die Nullspannungsseite liegen (Siehe Abb. 2) und aus möglichst wenig Windungen bestehen. Bei der Spule S_6 ist die Rück-

2015 Digitalisiert von Thomas Lebeth für www.radiomuseum.org

kopplungsspule aus ziemlich dünnem Draht und in angemessenem Abstand zwischen den Windungen von S_6 gewickelt.

Mit den angegebenen Windungszahlen wird man ziemlich genau die vorgeschriebene Oszillatorspannung von 8 Volt erzielen. Es ist aber empfehlenswert, diese in jedem Fall nachzuprüfen. Dies ist nicht schwierig, weil eine Schwingung von 8 V im Oszillatorkreis einem Gleichstrom von ziemlich genau 190 μA im Gitterableitungswiderstand von 50.000 Ohm entspricht. Durch die Messung dieses Stromes bekommt man also einen Eindruck von der Grösse und der Gleichmässigkeit der Schwingungsspannung. Nach dieser Messung kann man evtl. noch die Anzahl der Rückkopplungswindungen ändern.

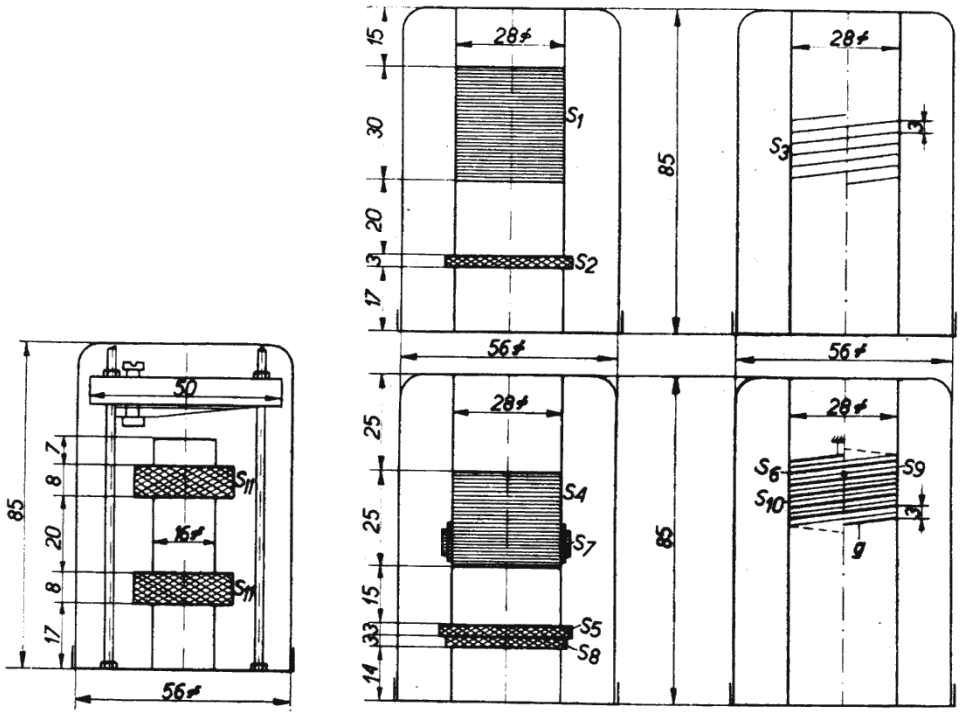


Abb. 2

Spule Nr.	Windungszahl	Drahtdurchmesser	Drahtsorte
S_1	114	0,25	a
S_2	206	0,15	a
S_3	6	1	a
S_4	80	0,25	a
S_5	124	0,25	a
S_6	6	1	b
S_7	30	0,25	a
S_8	40	0,25	a
S_9	2	0,5	b
S_{10}	3,5	0,5	b
S_{11}	870	0,1	b

a = emaillierter Draht,
b = doppelt seidenumsponnener Draht.

Berichtigungen zum Monatsheft Nr. 14

1. In Abb. 5, seite 3, bezieht sich das Stück der Kurve für AK 1 und CK 1 zwischen —17 und —25 Volt auf Steilheiten zwischen 0,001 und 0,0001 mA/V. Die unbezeichnete Kurve bezieht sich auf Steilheiten der Oktoden AK 1 und CK 1 zwischen 0,5 und 0,001 mA/V. Diese Kurve soll bei 2 Volt durch den Punkt für die Steilheit 0,5 mA/V gehen und nicht für 0,4, wie irrtümlicherweise gezeichnet wurde.

2. In Tabelle 1 lese man in der Spalte für e_1 : mV anstatt μV.

3. Auf Seite 5 oben lese man $100 \times \frac{1,2}{2,5} = 48$ statt $100 \times \frac{2,5}{1,2} = 48$.

4. In Abb. 8 sind vertikal die e_4 am Gitter der Endröhre und horizontal die Eingangsspannungen e_1 aufgezeichnet.

5. Auf Seite 6 unten muss man noch zu den Ausführungen über den Gitterbereich der Z.F.-Röhre bemerken, dass die Verhältnisse durch die Modulation der Trägerwelle noch ungünstiger werden und grössere Verstärkungen als die einfache die Grenze für Gitterstrom darstellen.

6. Auf Seite 7 unten lese man $50 \times 10 = 500$ μV anstatt $100 \times 10 = 1000$ μV. Man lese auch anstatt 5 Volt Lautsprecherleistung 5 Watt Lautsprecherleistung.

7. Auf Seite 8, 1. Zeile von oben, lese man: Bei einem solchen Systeme.

8. In der Tabelle 2, Seite 9, lese man an Stelle der G/W-Röhren folgende Röhren: AK1, AF2, AB1, E 446, E 463.

9. In der Abb. 1, Seite 11, ist der Schalter 5 irrtümlicherweise an die Masse angeschlossen. Hierdurch wird auf Kurzwellen die automatische Lautstärkeregelung kurzgeschlossen. Schalter 5 muss deshalb an den Punkt zwischen Kondensator 6 und 7 angeschlossen werden.