

Bestandteile und Funktion einer normalen Eingitterröhre.

Jedem Bastler ist das Bild bekannt, das wir als Abb. 1 zeigen, der runde Kreis mit der dicken kurzen und der gestrichelten langen Linie wie mit dem unteren Kreisbogen. In allen Röhrensaltungen findet sich dieses Zeichen wieder, manchmal auch in etwas anderer Form, immer aber bedeutet es dasselbe. Es ist das Symbol der Empfängerröhre, die in allen besseren Empfangsapparaten zum Empfang wie zur Verstärkung der Empfangsenergie benützt wird. Vor wenigen

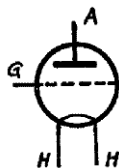


Abb. 1.

Symbol der Eingitterröhre.

Abb. 1.
Symbol der Eingitterröhre.

Jahren nur erst den eingeweihten Radiotechnikern bekannt, genießt sie heute bereits eine Popularität, wie sie die Glühlampe hat, und fast jedes Kind, bestimmt aber jeder aufgeweckte bastelnde Schüler - und welcher rechte Junge bastelt heute nicht - ist sich über ihre Bestandteile im Klaren. Ein Glasballon umschließt drei sogen. Elektroden, und zwar einen Heizfaden, ein Gitter und eine Anode.

Meist sind die Elektroden so angeordnet, daß der Heizfaden die Achse des ganzen Systems bildet, und in gewissem Abstand legt sich um den Faden die Gitterspirale und um diese wieder, ebenfalls in einem geringen Abstand, der Anodenzyylinder. Die Röhre ist luftleer gepumpt, und zwar bis zu einem außerordentlich hohen Grade, weshalb man diese Röhrenart auch Hochvakuumröhren nennt. Nur, wenn ein Hochvakuum vorhanden ist, spielen sich die Vorgänge in der Röhre mit der genügenden Klarheit und Zuverlässigkeit ab.

Der Sockel der Röhre wird mit Hilfe einer Fassung so mit der Empfangsapparatur verbunden, daß man einen Heizstrom durch den Heizfaden senden kann, der den Faden erwärmt, was man von außen durch die mehr oder weniger helle Glut des Fadens beobachten kann. In diesem Zustand geraten die sogen. Elektronen, das sind die negativ geladenen Elektrizitätsteilchen, die den Heizfaden bevölkern und die so außerordentlich klein sind, daß man sie mit den allerempfindlichsten Meßinstrumenten nicht direkt erfassen kann, in so starke Schwingungen, daß sie vom Heizfaden ab- und in den luftleeren Raum hinausgeschleudert werden. Die Anode ist mit dem Pluspol der Anodenbatterie verbunden, sie hat also die entgegengesetzte Elektrizität der negativen Elektronen. Die Folge davon ist, daß die letzteren von der Anode angezogen werden. Sie fliegen zu ihr hin, und diesen Strom, der durch die Röhre vom Heizfaden zur Anode fließt und der eigentlich aus der Anodenbatterie stammt, nennt man Anodenstrom. Auf seinem Wege muß er das Gitter passieren, das ebenfalls elektrisch geladen sein kann und es auch ist. Die ganze Funktion der Röhre besteht nun einfach darin, daß man das Gitter durch die zu verstärkenden elektrischen Ströme mehr oder weniger positiv oder negativ auflädt und dadurch den Anodenstrom mehr oder weniger abbremst, so daß das Telephon, das außerdem vom Anodenstrom durchflossen wird, entsprechend anspricht. Da am Gitter nur sehr kleine Spannungen notwendig sind, um große Änderungen des Anodenstromes zu erzielen, kann man durch Röhren eine erhebliche Verstärkung bewirken, weshalb man sie auch mit bestem Erfolg zur Hoch- und Niederfrequenzverstärkung wie auch zur Zwischenfrequenzverstärkung benützt. Eine ausführlichere Darstellung dieser Vorgänge findet der Leser in meinem Buch "Radiotechnik für Jedermann" (Verlag Robert Klett & Co. G. m. b. H., Berlin S 14).

Wir können die normale Röhre, die einen Heizfaden, eine Anode, ein Gitter besitzt, und die deshalb auch Eingitterröhre genannt wird, nur mit einer Arbeit belasten (wenn man von den Reflexschaltungen absieht); für jede neue Empfangs- oder Verstärkungsarbeit muß man eine weitere Röhre benützen. Daher rührt es, daß man für leistungsfähige Empfänger zahlreiche Röhren benötigt, die den Empfangsbetrieb einmal kompliziert machen und zum andern verteuern.

Der Aufbau der Pentatronröhre und deren Überlegenheit über die Eingitterröhre.

Die Pentatronröhre unterscheidet sich von der Eingitterröhre nun dadurch, daß in ihr zwei komplette Röhrensysteme untergebracht sind, die aber ein gemeinsames Heizfadensystem besitzen. Unsere Abb. 2 verdeutlicht in der gleichen schematischen Weise wie Abb. 1 den inneren Aufbau der Pentatronröhre: Wir haben hier ein Heizfadensystem H - H, um das sich zwei Gitter G_1 und G_2 und zwei Anoden A_1 und A_2 gruppieren. Wenn die beiden Heizfäden des Heizfadensystems getrennt wären, würde das Pentatron überhaupt zwei komplette Eingitterröhren enthalten; da der Heizfaden in Form eines kombinierten Systems beiden Röhrensystemen aber gemeinsam ist, sind diese beiden Systeme miteinander verknüpft. Aus diesem Verbundensein ergeben sich die wertvollsten Eigenschaften des Pentatrons, die bei zwei in einem Glasballon zusammengefügt, sonst aber voneinander unabhängigen, Röhrensystemen nicht gegeben wären.

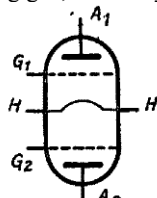


Abb. 2.

Symbol der Pentatron-Röhre.

Abb. 2.
Symbol der Pentatron-Röhre.

Wie arbeitet nun das Pentatron? Nun, wenn man dessen Heizfadensystem durch einen elektrischen Strom zur Rotglut bringt, dann senden die Fäden Elektronen aus, die ins Vakuum hinausfliegen. Da in der Röhre zwei Anoden vorhanden sind, wird ein Teil des Elektronenstromes durch Gitter G_1 zur Anode A_1 fließen, und der zweite Teil wird seinen Weg durch das Gitter G_2 zur Anode A_2 nehmen. Eine gegenseitige Beeinflussung der beiden Anodenströme findet nicht statt. Man kann die Röhre deshalb als zwei normale Eingitterröhren ansehen und kann mit einer Pentatron-Röhre eine normale Zweiröhrensaltung aufbauen, kann mit einer solchen Röhre also einen Empfänger herstellen, der beispielsweise eine Stufe Audion mit Rückkopplung und eine Stufe Niederfrequenzverstärkung besitzt, oder der eine Stufe Hochfrequenzverstärkung und eine Stufe Audion besitzt, oder dergleichen. Das Pentatron leistet also genau die gleiche Arbeit wie zwei

Röhren, es bringt daneben aber den Vorteil, daß es weniger kostet als zwei Eingitterröhren, und daß es an Platz spart, so daß Pentatron-Empfänger wesentlich kleiner sein können als solche gleicher Leistung mit Eingitterröhren. Natürlich wird auch der Aufbau der Apparate billiger, da ein Sockel und ein Heizwiderstand gespart werden und da Apparatekasten und Montageplatten kleiner sein können,

Weil die beiden Pentatron-Systeme durch das gemeinsame Heizfadensystem verknüpft sind und im gleichen Vakuumraum liegen, lassen sich ferner wertvolle Gegentakt- und vor allem Nullpunktschaltungen ausführen, die für die Empfangstechnik außerordentlich wichtig sind und die mit Hilfe normaler Röhren meist nur schwer hergestellt werden können.

Die Entwicklung der Doppelröhren bis zum modernen Pentatron.

Die Doppelröhren an sich, deren jüngste Entwicklungsstufe uns im modernen Pentatron vorliegt, sind nicht so neu, als der Leser vielleicht annehmen möge. Der Gedanke, zwei Röhrensysteme in einem Vakuum unterzubringen und die beiden Systeme mit einem gemeinsamen Heizfadensystem auszurüsten, ist ja auch ziemlich naheliegend. Trotzdem sind viele Jahre darüber hingegangen, bis es gelang, die Doppelröhre in einer technisch brauchbaren Form herzustellen. Die ersten bekannt gewordenen Arbeiten über Doppelröhren stammen noch aus den Jahren vor dem Kriege; damals experimentierte der sehr bekannt gewordene amerikanische Forscher Langmuir mit derartigen Röhren, und er stellte auch sogar Nullpunktschaltungen damit her, die er zur Störungsbeseitigung wie zum Richtempfang gebrauchen wollte. Das Prinzip der Langmuirschen Röhre mag Abb. 3 veranschaulichen; zu beiden Seiten eines Heizfadens waren Platten

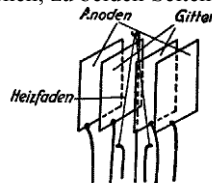


Abb. 3.
Schema der Doppelröhre von Langmuir.

Abb. 3.
Schema der Doppelröhre von Langmuir.

aufgestellt, die als Gitter wie als Anoden wirkten. Da die gegenseitige Beeinflussung der Platten sehr groß war, es trat der sogen. Plationeffekt ein, konnte die Röhre nicht funktionieren. Nach dieser Zeit erschienen dann unzählige neue Ideen, die jedoch alle auf der gleichen Grundlage fußten und deshalb ebenso wenig funktionierten. Während des Krieges wie danach wurde auch von russischen Wissenschaftlern an einer Doppelröhre gearbeitet, die die Nachteile der Langmuirschen im Prinzip vermied, denn man wickelte hier die Gitter über die Anodenbleche und ordnete zwei solcher Systeme zu beiden Seiten eines Heizfadens an (Abb. 4). Praktisch brauchbar war jedoch auch diese Röhre nicht, und die Arbeiten sind deshalb bald eingeschlafen.

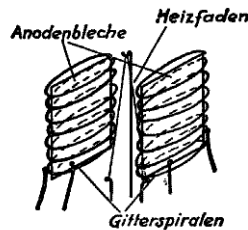


Abb. 4.
Schema der russischen Doppelröhre.

Abb. 4.
Schema der russischen Doppelröhre.

Verwendbar wurde die Doppelröhre erst dann, als L. v. Kramolin dazu übergang, die Anoden und Gitter nicht wie bisher an den gleichen Stellen des Heizfadensystems wirken zu lassen, sondern die Elektroden so verteilte, daß jede Röhrenhälfte an einem andern Teil des Heizfadensystems lag. Daraus ergab sich natürlich ein verhältnismäßig langer Faden, den man unterteilen mußte, wollte man ihn mit der zureichenden mechanischen Festigkeit ausrüsten. Das Heizfadensystem muß also zwei Fäden besitzen, und daraus ergibt sich nun wieder die Möglichkeit, daß bei unvorsichtiger Behandlung der eine Faden schneller als der andere durchbrennt und durch das Schadhafwerden nur eines Fadens die ganze Doppelröhre unbrauchbar wird.

Erst die Schaffung hochemissionsfähiger Kathoden, also die Herstellung der Röhren, die der Laie als Sparröhren kennt und die Oxyd-, Thorium- oder ähnliche Fäden besitzen, gab die Möglichkeit, Doppelröhren herzustellen, die eine genügende Lebensdauer besitzen und deshalb wirtschaftlich arbeiten können. Denn da die Hochemissionskathoden nur bis zu 600 oder 900° C erwärmt werden, die Schmelztemperatur des Trägermetalls aber mehrmals so hoch liegt, können derartige Röhren nicht infolge Durchbrennens, sondern nur durch die natürliche Erschöpfung des emittierenden Materials zugrunde gehen, d. h., praktisch ausgedrückt, es ist unmöglich, daß der eine Faden des Heizfadensystems der Pentatronröhre schneller als der andere unbrauchbar wird, da vielmehr beide Fäden die gleiche Emission liefern, müssen sie beide zu gleicher Zeit zu Ende gehen. Durch die Verwendung hoch emittierender Kathoden wurden die Mehrfachröhren überhaupt und insbesondere das Pentatron erst wirtschaftlich brauchbar.

Die Fa. Kramolin & Co. G. m. b. H. hat seit einer Reihe von Jahren an der Entwicklung der Doppelröhren gearbeitet; der Erfolg dieser Arbeit ist die neue Form des Pentatron, die aus dem Schemabild Abb. 5 näher hervorgeht. Wir erkennen hier das Heizfadensystem, das aus zwei parallel geschalteten Heizfäden besteht, die beiden Gitter und die beiden Anoden. Jede Röhrenhälfte befindet sich an einem besonderen Faden des Kathodensystems, wodurch der „Plationeffekt“ vollkommen beseitigt wird.

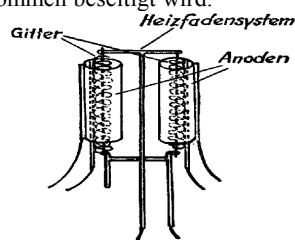


Abb. 5.
Schema der Pentatron-Röhre.

Abb. 5.
Schema der Pentatron-Röhre.

Abb. 6 bringt schließlich noch ein Photogramm, das die Entwicklung des Pentatron durch die Fa. Kramolin & Co. G. m. b. H. veranschaulicht.

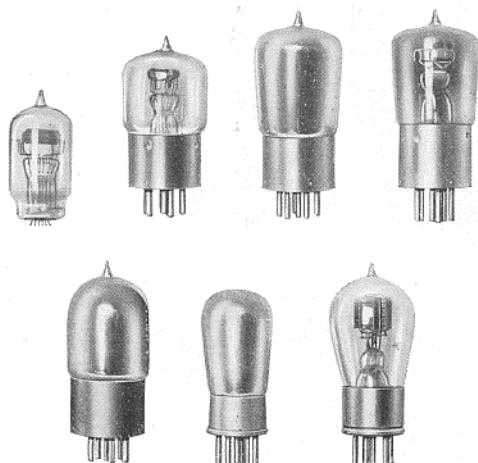


Abb. 6.
Die einzelnen Entwicklungsstufen der Pentatronröhren in den Jahren 1923 bis 1926 durch die Fa. Kramolin & Co.

Abb. 6.
Die einzelnen Entwicklungsstufen der Pentatronröhren in den Jahren 1923 bis 1926 durch die Fa. Kramolin & Co.

Elektrische Daten, Charakteristik und Sockel des Pentatron.

Die genauen elektrischen Daten und Betriebsbedingungen des Pentatron gehen, aus der folgenden, Aufstellung hervor, während die Charakteristik in Abb. 7 wiedergegeben wird.

Heizspannung	ca. 3,5 Volt
Heizstrom	ca. 0,1 Amp.
Heizenergie	ca. 0,35 Watt
Spannung des notwendigen Heizakkumulators	4 Volt
Anodenspannung	ca. 60—120 Volt
Sättigungsstrom einer Hälfte	ca. 15 Milliamp.
Anodenstrom einer Hälfte bei 90 Volt Anodenspannung und 0 Volt Gitterspannung	ca. 3,0 Milliamp.
Steilheit einer Hälfte	ca. 6×10^{-4} Amp./Volt
Durchgriff	ca. 12%
Innerer Widerstand einer Hälfte	ca. 16500 Ohm

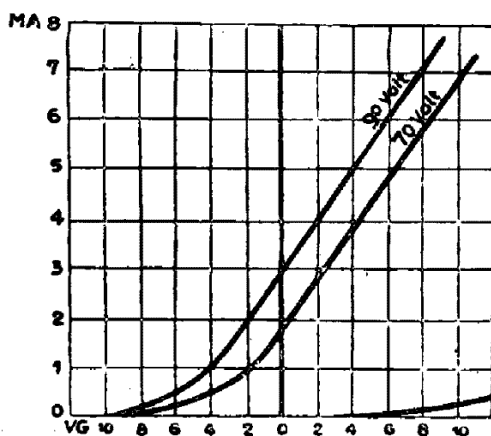


Abb. 7.
Charakteristik einer Pentatronhälfte,

Abb. 7.
Charakteristik einer Pentatronhälfte.

Zur Charakteristik der Abb. 7 ist zu bemerken, daß hier die Anodenstromkennlinie einer beliebigen Hälfte der Pentatronröhre wiedergegeben ist, der die zweite Hälfte in allen Einzelheiten genau entspricht.

Abb. 8 zeigt uns noch, in welcher Weise die Sockelstifte des Pentatron verteilt sind und wie sie mit den einzelnen Elektroden der Röhre verbunden wurden. Die Zeichnung gibt eine Aufsicht auf den Sockel, vom unteren Ende der Röhre her gesehen. Die Stifte besitzen einen Durchmesser von 3 mm und sind geschlitzt. K bedeutet Heizfaden, 0, = Gitter 1, G2 = Gitter 2, A1 = Anode 1 und A2 = Anode 2.

gilt in erster Linie von dem Isoliermaterial, das für Front- und Montageplatten Verwendung findet, von den Kondensatoren, seien es nun Dreh- oder Blockkondensatoren, wie von Hochohmwiderständen und Transformatoren. Das Isoliermaterial für die Montageplatten muß besonders dann sehr hochwertig sein, wenn man für die Pentatron-Röhren keine besonderen Fassungen verwendet, sondern einfach in entsprechenden Abständen Buchsen mit 3 mm Bohrung in die Isolierplatte einsetzt. Die Abstände zwischen den Metallteilen sind dann sehr gering, werden durch die Muttern noch bedeutend verringert, so daß man bei der Herstellung von Fassungen dieser Art wie beim Anlöten der Verbindungen sehr vorsichtig sein muß, damit keine Kriechströme entstehen. Besser ist hier stets die Verwendung von Spezialfassungen, bei denen die Abstände möglichst groß, der Isolationswiderstand also hoch und die schädliche Verlustkapazität klein ist. In Abb. 9 sind zwei derartige Fassungen abgebildet.

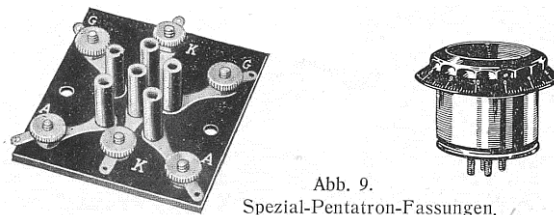


Abb. 9.
Spezial-Pentatron-Fassungen.

Abb. 9.
Spezial-Pentatron-Fassungen.

Gegen eine Verwendung der üblichen großen Luftdrehkondensatoren in Pentatron-Empfängern ist nichts einzuwenden, solange die Ausführung elektrisch wie mechanisch genügend gut ist. Bei kleineren Geräten, so bei allen Einröhren-Empfängern, widerspricht es aber eigentlich dem Prinzip des Pentatrons, Kondensatoren großer Ausmaße zu benutzen. Man muß bedenken, daß sich Empfänger mit Hilfe des Pentatrons in sehr kleinen Abmessungen herstellen lassen, so daß es nicht gerechtfertigt ist, diese Abmessungen durch Drehkondensatoren der üblichen Größe heraufzusetzen. Deshalb soll empfohlen werden, in diesen Fällen Präzisions-Glimmerdrehkondensatoren zu verwenden, wie sie uns in vorzüglicher Qualität im Kraco-Micro (Kramolin-Fabrikat) zur Verfügung stehen. Der Kraco-Micro-Kondensator (Abb. 10) hat ein Dielektrikum aus besonders sorgfältig ausgesuchtem Glimmer. Er zeichnet sich besonders dadurch aus, daß die Regelung der Kapazität mit Hilfe einer Mikrometerschraube äußerst feinstufig vorgenommen wird, so daß der Kondensator also die denkbar beste Feineinstellung besitzt, und daß er bei einer Maximalkapazität von etwa 1000 cm eine Anfangskapazität von nur 6 cm aufweist. Das ist so sehr wenig, daß man mit einer Spule ein recht umfangreiches Wellenbereich bestreichen kann. Ueberall, wo es vorteilhaft ist, diesen Kondensator zu verwenden, ist das in der Stückliste angegeben.

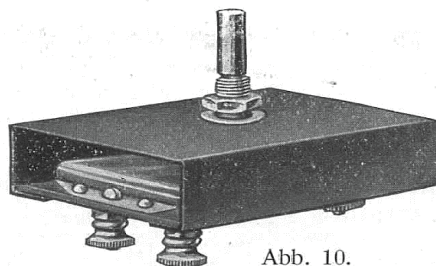


Abb. 10.
Kraco-Micro-Drehkondensator.

Abb. 10.
Kraco-Micro-Drehkondensator.

Die Form der herzustellenden Apparate ist immer noch sehr Geschmackssache, so daß hier keine Vorschriften gemacht werden sollen. Es ist aber vorteilhaft, wenn irgend möglich die Paneelform zu bevorzugen, also die Apparateform, bei der eine senkrechte Isolierplatte mit einer wagerechten Montageplatte verschraubt ist. Die Isolierplatte trägt die Teile, die Bedienungsknöpfe besitzen, die wagerechte Platte die Röhren und die übrigen Schaltelemente. Das Ganze wird in einen passenden Kasten hinein geschoben, der zweckmäßig oben einen aufklappbaren Deckel besitzt. Alle wichtigen Teile sind hier gut geschützt, die Form ist elegant, und alle Einzelteile sind schnell und einfach erreichbar.

Als Symbole unserer Schaltungen werden die der Deutschen Industrienormen benutzt, was sicher im Interesse der leichten Verständlichkeit liegen dürfte. Die Bedeutung der Zeichen ist allgemein bekannt, sie geht außerdem auch aus den in die Schaltungen eingeschriebenen Zahlen in Verbindung mit der Stückliste hervor. Die Zahlen in den Kreisen verweisen stets auf die Stückliste Seite 15, die für jede Schaltung eine genaue Zusammenstellung des benötigten Materials enthält. Eine Ausnahme hiervon machen die Selbstinduktionsspulen, die sich wegen ihrer mannigfachen Formen in einer gemeinsamen Stückliste nicht unterbringen lassen wie die Teile, die nur sehr selten vorkommen. Die Spulen sind stets mit Zahlen bezeichnet, die nicht in einem Kreise stehen, und die übrigen Teile durch Buchstaben. Ueber die Spulen wie über die mit Buchstaben bezeichneten Teile wird stets bei den einzelnen Schaltungen Näheres gesagt, und zwar innerhalb des durch dünne Linien umrandeten Teiles.

Das in Abb. 11 wiedergegebene Zeichen bedeutet das Telefon bzw. den Lautsprecher, dagegen haben die Batteriebezeichnungen folgende Bedeutung:

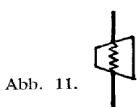


Abb. 11.

Schema für Telefon bzw. Lautsprecher.

Abb. 11.

Schema für Telefon bzw. Lautsprecher.

- bedeutet den gemeinsamen Batteriepol, also minus Anodenbatterie, minus Heizbatterie und plus Gitterbatterie (minus Anodenbatterie und plus Gitterbatterie fallen bei den üblichen Anodentrockenbatterien stets zusammen), + ist der Pluspol der Heizbatterie, die eine Spannung von 4 Volt besitzen soll, # der Pluspol der Anodenbatterie, die 90 bis 150 Volt haben kann, und = der Minuspol der Gitterbatterie. Die Gitterbatterie mag eine Spannung von 3 bis 6 Volt haben, sie ist in gewisser Beziehung von der Anodenspannung abhängig; bei Anodenspannungen bis 90 Volt ist eine Gitterbatterie überhaupt nicht erforderlich. Je höher man die Anodenspannung wählt, eine um so

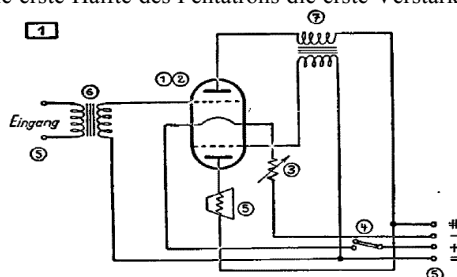
größere Gittervorspannung muß man in Anwendung bringen. Anodenspannung wie Gitterspannung werden in ihren günstigsten Werten durch Versuche ermittelt.

Bevor wir nun zur eigentlichen Besprechung der Pentatron-Schaltungen übergehen, soll es nicht unterlassen werden, den Bastler ausdrücklich vor der Benutzung von Doppelröhren zu warnen, die unter Verletzung der Pentatron-Schutzrechte in den Handel gebracht werden. Abgesehen von patenttechnischen Erwägungen, die den Amateur ja nicht berühren, muß hier festgestellt werden, daß für viele der hier angegebenen Schaltungen diese Röhren absolut ungeeignet sind, da sie zum großen Teil nicht mit Hochvakuum arbeiten, sondern erhebliche Gasreste enthalten. Diese Gasreste bedingen in den betreffenden Schaltungen eine Pfeifneigung des Gerätes und erschweren daher auf unnötige Weise das Arbeiten.

Die Pentatron-Schaltungen

mit genauen Maßangaben für alle Einzelteile.

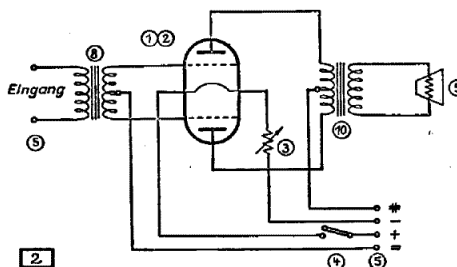
In der wohl richtigen Annahme, daß viele Rundfunkteilnehmer und Bastler in den Sendestädten den zumeist selbst gebauten Detektorapparat benutzen, dessen Empfangsenergie sie verstärken wollen, um Lautsprecherempfang zu erhalten, bringen wir als Schaltung 1 einen Pentatron-Niederfrequenzverstärker, bei dem die erste Hälfte des Pentatrons die erste Verstärkerstufe darstellt und die zweite



Schaltung 1.
Pentatron-Niederfrequenzverstärker.

Schaltung 1.
Pentatron-Niederfrequenzverstärker.

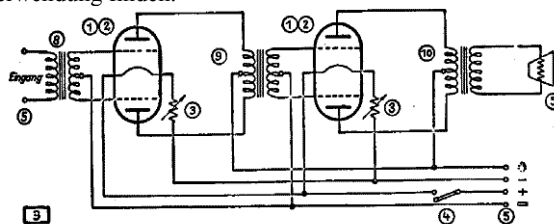
Hälfte des Pentatrons die zweite Stufe. Die Schaltung ist außerordentlich einfach und billig; die einzige größere Ausgabe stellen die beiden Niederfrequenztransformatoren 6 und 7 dar, aber gerade hier ist nur bestes Erzeugnis am Platze. Wenn der Verstärker an einen Kristalldetektorempfänger angeschlossen wird, soll der Transformator 6 besser ein Uebersetzungsverhältnis von 1 : 8 oder 1 : 10 haben, beim Anschluß an einen Röhrenempfänger dagegen 1 : 6. Die Außerbetriebsetzung des Verstärkers wird durch den Schalter 4 vorgenommen, der auch in allen weiteren Geräten vorgesehen ist, um das Abnehmen der Batterieleitungen zu ersparen. Niederfrequenztransformatoren sind stets so einzuschalten, daß die Klemme P₁ mit der Anode der vorhergehenden Röhre und die Klemme S₁ mit dem Gitter der folgenden Röhre in Verbindung steht.



Schaltung 2.
Einfach-Pentatron-Gegentaktverstärker.

Schaltung 2.
Einfach-Pentatron-Gegentaktverstärker.

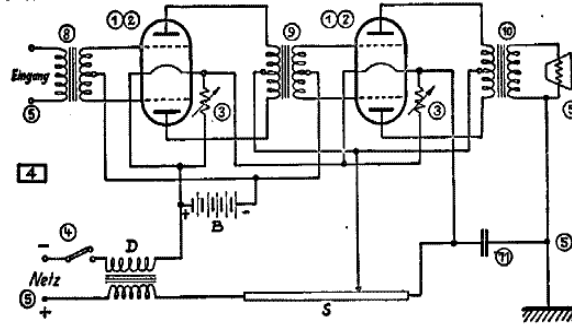
Diese Schaltung nützt die große Eignung der beiden genau gleichen Röhrensysteme im Pentatron zur Gegentaktverstärkung aus. Der erste Transformator, ein sogen. Gegentakt- oder Push-Pull-Transformator, dessen Sekundärwicklung angezapft ist, steuert beide Gitter gleichzeitig, und zwar ist die an ihm liegende Spannung stets um 180° phasenverschoben. D. h., während das eine Gitter gerade positiv ist, ist das andere ebenso stark negativ geladen. Im Anodenkreis ist das gleiche der Fall, so daß, wie hier nicht näher ausgeführt werden soll, eine Kompensation der beiden Ströme und damit eine vollkommene Aufhebung der Verzerrungen der Fall ist. Allerdings wird diese Aufgabe nur dann gelöst, wenn beste Gegentakt-Transformatoren Verwendung finden.



Schaltung 3.
Zweifach-Pentatron-Gegentaktverstärker.

Schaltung 3.
Zweifach-Pentatron-Gegentaktverstärker.

Schaltung 3 unterscheidet sich gegen die vorherige nur dadurch, daß wir es hier mit zwei Verstärkerstufen zu tun haben, also drei Transformatoren benötigen. Wenn die Schaltung nach Abb. 2 eine 20fache Verstärkung liefert, gibt die der Abb. 3 etwa eine 400 fache.

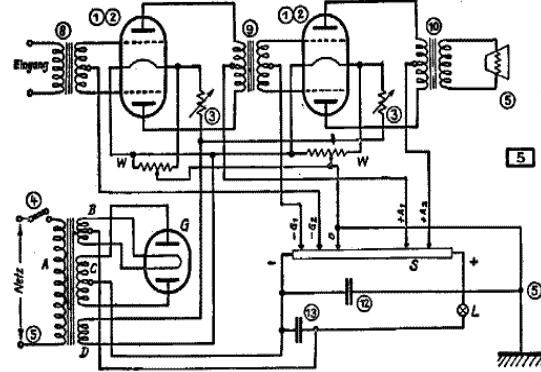


Schaltung 4.
Pentatron-Gegentaktverstärker zum direkten Anschluß an ein Gleichstromnetz.

Pentatron-Gegentaktverstärker zum direkten Anschluß an ein Gleichstromnetz.

Die Eigenschaft der Gegentaktschaltung, Verzerrungen durch Kompensation auszulöschen, macht sie zur Entnahme des Heiz- wie des Anodenstromes aus dem Lichtnetz geeignet. Die Geräusche, die aus dem Lichtnetz in den Verstärker gelangen, werden mit der Anodenspannung den Transformatoren und damit den Verstärkerstufen im Nullpunkt des Transformators zugeführt. Da sie in den beiden Hälften der Transformatoren auftreten heben sie sich gegenseitig auf und werden dadurch ausgelöscht. So ist es möglich, daß man die Anodenenergie dem Netz entnimmt und daß die Geräusche ohne die Anwendung von Drosselketten verschwinden. Sollte eine vollkommene Kompensation nicht möglich sein, so kann man immerhin mit einer ganz kleinen Drosselkette auskommen.

Die Schaltung ist zum Anschluß an 110 und 220 Volt Gleichstrom geeignet. Das Netz wird links unten angeschlossen, wo „Netz“ steht. auf richtige Polung ist zu achten. D ist eine Spezial-Drossel (Körting u. a. Fabrikate), S ein Silitstab, dessen Wert sich nach dem Stromverbrauch der Röhren richtet. Die beiden Röhren sind hintereinander geschaltet und verbrauchen bis je 3,5 Volt 0,1 Amp. Der Spannungsabfall in zwei hintereinander geschalteten Röhren beträgt 7 Volt. Der Widerstand errechnet sich bei 110 Volt zu $110 \text{ minus } 7 = 103$ geteilt durch $0,1 = 1030$ Ohm, abzüglich Widerstand der Drossel. Bei 220 Volt rechnen wir: $220 \text{ minus } 7 = 213$ geteilt durch $0,1 = 2130$ Ohm, ebenfalls abzüglich Widerstand der Drossel. Den Widerstand der Drossel muß man also kennen, um den richtigen Wert des Silitstabes errechnen zu können. Am einfachsten ist es, wenn man den Silitstab mit höherem Ohmwert wählt und mit einer Schelle an der richtigen Stelle abklemmt. Die Heizwiderstände haben hier 50 Ohm und liegen parallel zu den Röhren, sie müssen bei der Inbetriebnahme ganz ausgeschaltet - kleinster Widerstandswert! - sein; je weiter man sie einschaltet, um so mehr wird die Röhre dann geheizt.

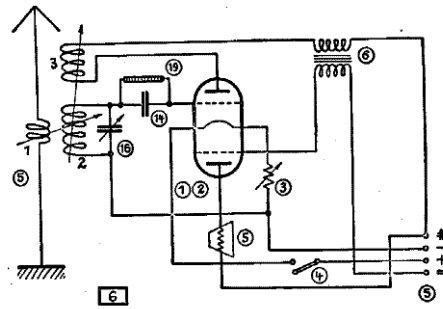


Schaltung 5.
Pentatron-Gegentaktverstärker zum direkten Anschluß an ein Wechselstromnetz.

Schaltung 5.
Pentatron-Gegentaktverstärker zum direkten Anschluß an ein Wechselstromnetz.

Schaltung 5 verwirklicht das Prinzip der Schaltung 4 für ein Wechselstromnetz. Da Röhren nur mit Gleichstrom gespeist werden können, muß der Wechselstrom gleichgerichtet werden, was mit Hilfe eines Spezialgleichrichters vorgenommen wird (G). Der Anschluß an das Netz wird mit Hilfe des links unten erkennbaren Transformators bewirkt. Der Kondensator 13 speichert die Stromstöße, die nur durch den Gleichrichter fließen können, auf und gibt sie in den Strompausen an den Verstärker ab, er formt den pulsierenden Gleichstrom in einen gleichmäßigeren um.

Der Spezial-Transformator hat neben der Primärwicklung A, die für 110 oder 220 Volt eingerichtet sein muß, je nachdem, ob der Apparat an 110 oder 220 Volt-Wechselstromnetz angeschlossen werden soll, drei genau abgestimmte Sekundärwicklungen B, C und D; Wicklung B dient zur Heizung der zweianodigen Gleichrichterröhre G, C zur Erzeugung der gleichzurichtenden Hochspannung und D zur Heizung der beiden Pentatronröhren. S ist der Silitstab von zweckmäßig 10 000 Ohm, der mit 5 Schellen zur Abnahme der Anoden- und Gitterspannung ausgerüstet ist. Die Lampe L mag eine Nitalampe 220 Volt 25 Watt sein, sie ist als Sicherheitslampe eingeschaltet. Die Widerstände W sind bifilar gewickelte Kompensationswiderstände, die einreguliert werden müssen und bei einer bestimmten Stellung die Netzgeräusche auf ein Minimum ermäßigen. Als Transformator, Gleichrichter und Widerstände können übliche Fabrikate keine Verwendung finden, da diese Teile genau aufeinander und auf die Pentatron-Röhren abgestimmt sein müssen; jeder Händler und Vertreter für Pentatron-Röhren empfiehlt auf Wunsch die richtigen Modelle. Der Leser mag sich stets an seinen Händler wenden, der meist die geeignetsten Fabrikate entweder auf Lager hat oder doch besorgen kann.

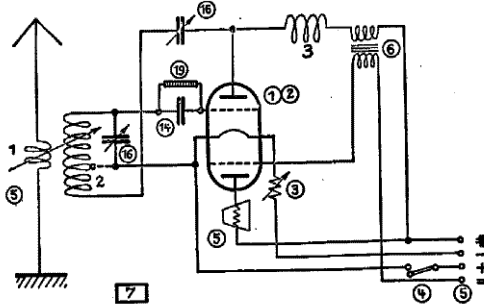


Schaltung 6.
Pentatron-Rückkopplungsaudion mit Einfach-Niederfrequenzverstärker.

Schaltung 6.
Pentatron-Rückkopplungsaudion mit Einfach-Niederfrequenzverstärker.

In dieser Schaltung arbeitet die erste Hälfte der Röhre als Rückkopplungsaudion und die zweite als Niederfrequenzverstärker. In den Anodenkreis der ersten Hälfte ist deshalb außer der Rückkopplungsspule 3 die Primärwicklung des Niederfrequenztransformators geschaltet. Beim Zusammenbau der Schaltung ist in erster Linie auf richtige Polung der Spulen zu achten; stellt sich das bekannte Rückkopplungspfeifen nicht ein, so muß die Spule 3 umgepolt werden.

Als Selbstinduktionsspulen 1, 2 und 3 benützt man zweckmäßig Ledionspulen oder solche ähnlicher Wicklungsart auf einem Dreifach-Spulenhalter, auf dem sich Spule 2 in der Mitte zwischen den beiden andern befindet. 1 = 25 oder 35 Wdg., 2 = 50 Wdg., 3 = 50 oder 75 Wdg. (Wenn bei den folgenden Schaltungen Ledionspulen genannt werden, sind stets wie hier nicht nur Original-Ledionspulen gemeint, sondern solche, die den Ledion- oder einen ähnlichen Wicklungsschritt besitzen.)

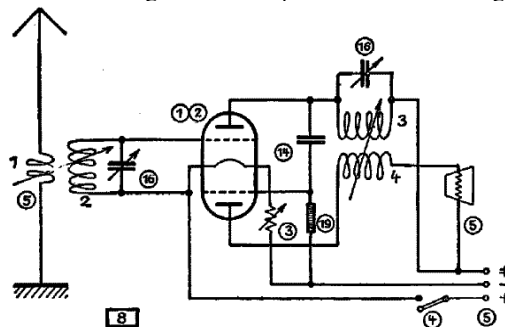


Schaltung 7.
Pentatron-Leithäuser-Schaltung mit Niederfrequenzverstärkung.

Schaltung 7.
Pentatron-Leithäuser-Schaltung mit Niederfrequenzverstärkung.

Prinzipiell Schaltung 6 gleich, mit dem Unterschied, daß die erste Hälfte nach dem Leithäuser-Prinzip (fälschlich allgemein Reinartz-Prinzip genannt) geschaltet ist.

1 und 2 sind Zylinderspulen, und zwar sind die Spulen nebeneinander auf einen Zylinder von 8 cm Durchmesser gewickelt. 1 hat hierbei 20 Windungen, 2 zwischen Heizfaden und Rückkopplungskondensator (in der Zeichnung oben) 15 Windungen und zwischen Heizfaden und Gitter 60 Windungen. 3 ist eine Drossel, die aus einer wild gewickelten Spule von 300 Windungen besteht.

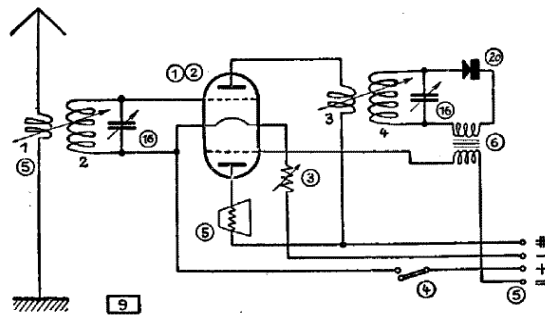


Schaltung 8.
Pentatron-Sperrkreis-Empfänger.

Schaltung 8.
Pentatron-Sperrkreis-Empfänger.

Hier arbeitet die erste Hälfte des Pentatrons als Hochfrequenzverstärker, während die zweite Hälfte als Audion die Gleichrichtung der Schwingungen besorgt, sie ist außerdem mit Rückkopplung versehen. Beim Aufbau dieser Schaltung müssen die Spulen 1, 2 und 3, 4 eine genügende Entfernung voneinander haben, wenigstens 25 cm, damit kein Ueberkoppeln eintreten kann. Man bringt 1, 2 an der linken und 3, 4 an der rechten Wand des Apparates an.

Die Spulen sind Ledionspulen; 1, 2 sitzen zusammen auf dem einen zweiseitigen und 3, 4 auf einem zweiten zweiseitigen Spulenhalter; die Halter müssen eine weitgehende Aenderung der Kopplung zulassen. 1 = 25 oder 35 Wdg., 2 und 3 = 50 Wdg., 4 = 50 oder 75 Wdg.

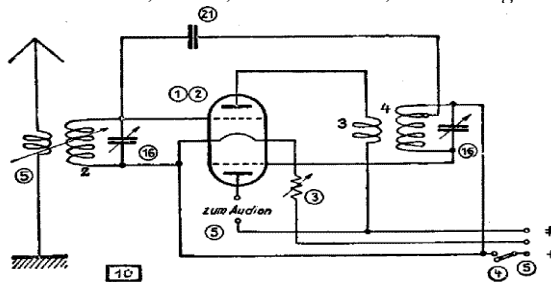


Schaltung 9.
Pentatron-Hoch- und Niederfrequenzgerät mit Detektor.

Schaltung 9.
Pentatron-Hoch- und Niederfrequenzgerät mit Detektor.

Die Reichweite, vor allem aber die Selektivität, ist bei dem Empfänger der Schaltung 8, wenn er richtig aufgebaut ist, besser als bei den Schaltungen 6 und 7. Dagegen ist bei den beiden letztgenannten Schaltungen die Lautstärke größer. In der Mitte zwischen beiden dürfte die Schaltung 9 stehen, die eine Hochfrequenzstufe (deshalb große Reichweite) und eine Niederfrequenzstufe (deshalb bessere Lautstärke) besitzt und bei der die Gleichrichtung durch einen Detektor vorgenommen wird. Auch hier wie bei allen folgenden Schaltungen ist darauf zu achten, daß die beiden Spulengruppen voneinander entkoppelt sein müssen, da sonst leicht Selbsterregung eintreten kann. Um die besten Verhältnisse zu finden, ist es weiter empfehlenswert, durch Probieren die richtigen Anschlüsse, also die richtige Polarität, der Spulen festzustellen. Als Detektor in dieser wie in allen folgenden wähle man einen solchen, der möglichst fest steht. Zweckmäßig sind die verschiedenen im Handel befindlichen fest eingestellten Detektoren, die man nicht verstellen kann.

Spulen: Ledionwicklung. Windungszahlen: 1 = 25 oder 35, 2 = 50, 3 = 23 oder 35, 4 = 50 Wdg.

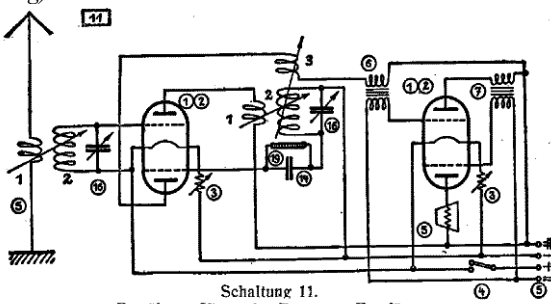


Schaltung 10.
Vorschaltbarer Pentatron-Hochfrequenzverstärker.

Schaltung 10.
Vorschaltbarer Pentatron-Hochfrequenzverstärker.

Diesen Zweifach-Hochfrequenzverstärker kann man vor jeden beliebigen Audionempfänger vorschalten, vorausgesetzt, daß dessen Selbstinduktionsspulen genau so geschaltet sind, wie die Spulen 1 und 2 in Schaltung 10. In diesem Falle verbindet man die beiden Klemmen „zum Audion“ in Abb. 10 mit den Klemmen Antenne und Erde des Audionempfängers oder des Detektorempfängers, denn auch an einen solchen kann man das Vorsatzgerät anschalten. Dieser Zweistufen-Hochfrequenzverstärker, der gleichzeitig neutralisiert ist, um Selbsterregung zu vermeiden, vergrößert die Reichweite jedes Apparates ganz beträchtlich. Allerdings ist die Abstimmung der zusammen geschalteten Empfangsanlage nicht mehr ganz einfach. Der Kondensator 21 ist ein Neutrodon üblicher Bauart, das man so einreguliert, daß der Apparat trotz größter Empfindlichkeit nicht pfeift. Die günstigste Stelle ist durch einiges Verschieben leicht zu finden.

Spulen: 1 und 2 Ledionspulen von 25 oder 35 und 50 Wdg., 3 und 4 stellt einen der handelsüblichen Neutrodyne-Hochfrequenztransformatoren mit Anzapfung dar; dieser Transformator ist für das Rundfunkwellenbereich zu erwerben (unsere sämtlichen Angaben beziehen sich auf das Rundfunkwellenbereich von etwa 200 bis etwa 600 m. Für den Empfang längerer Wellen, z. B. des Deutschlandsenders, sind größere Spulen nötig).

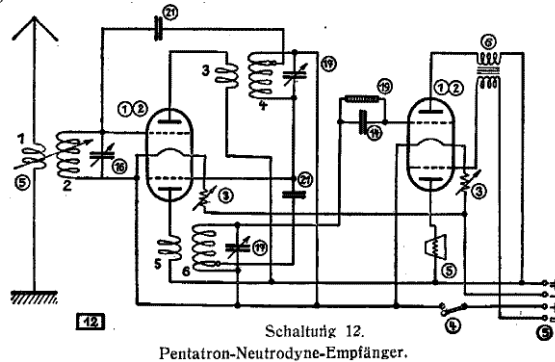


Schaltung 11.
Bewährter Vierstufen-Pentatron-Empfänger.

Schaltung 11.
Bewährter Vierstufen-Pentatron-Empfänger.

Diese Schaltung gibt den beliebten Vierstufen-Empfänger, der eine Stufe Hochfrequenzverstärkung, eine Audion mit Rückkopplung und zwei Stufen Niederfrequenzverstärkung besitzt und der an der Hochantenne fast alle europäischen Stationen in den Kopfhörer und eine Reihe in den Lautsprecher bringt. Es ist aber ganz besonders darauf zu achten, daß die beiden Spulengruppen vollständig voneinander entkoppelt sein müssen und daß auch die Leitungen zweckmäßig verlegt werden.

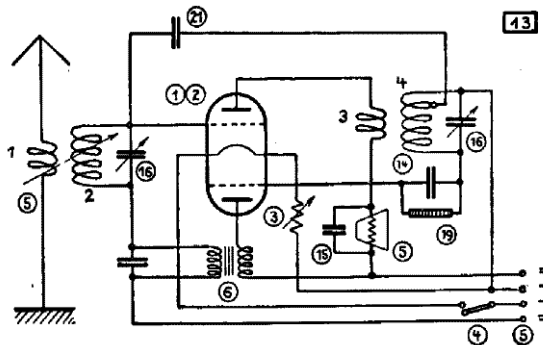
Spulen: Ledionart. 1 und 2 auf einem Zweifach-, 1, 2 und 3 (zwischen beiden Röhren) auf einem Dreifach-Spulenkoppler. 1 = stets 25 oder 35, 2 = stets 50 Wdg., 3 = 50 oder 75 Wdg.



Schaltung 12.
Pentatron-Neutrodyne-Empfänger.

Dieser Apparat entspricht vollkommen dem üblichen Neutrodynegerät mit zwei Stufen Hochfrequenzverstärkung, rückkopplungsfreiem Audion und einer Stufe Niederfrequenzverstärkung. Durch Neutrodons sind die einzelnen Stufen neutralisiert, so daß der Empfänger nicht schwingen kann. Hierfür ist aber auch die richtige Spulenpolung wichtig, die auszuprobieren ist.

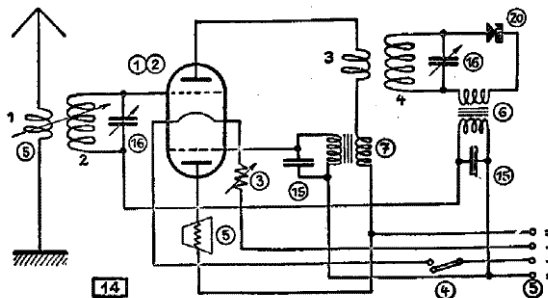
Spulen: Es kommen zweckmäßig Neutrodyne-Hochfrequenztransformatoren zur Verwendung, wie sie von verschiedenen Firmen in günstigen Dimensionen in den Handel gebracht werden.



Schaltung 13.
Neutrodyne-Reflex-Empfänger.
Schaltung 13.
Neutrodyne-Reflex-Empfänger.

In der vorliegenden Schaltung wird die Pentatron-Röhre dreimal ausgenutzt, und zwar in ihrer ersten Hälfte zuerst als Hochfrequenzverstärker, dann in der zweiten Hälfte als rückkopplungsfreies Audion und schließlich in der ersten Hälfte wieder als Niederfrequenzverstärker. Es ist also eine Reflexschaltung, und zwar ist das Reflexprinzip auf die erste Hälfte des Pentatrons angewendet. Dem ersten Gitter werden vom Schwingungskreis die von der Antenne aufgenommenen Hochfrequenzschwingungen zugeführt und durch diese verstärkt, so daß sie im Anodenkreis große Stromschwankungen hervorrufen. Die Hochfrequenz wird von hier auf Spule 4 übergekoppelt und beeinflusst nun das mit Gitterblock und Ableitungswiderstand ausgerüstete zweite Gitter; die zweite Hälfte der Röhre wirkt jetzt als Audion. Man könnte die Sprache nun durch ein Telephon im Anodenkreis der zweiten Hälfte abhören, tut das aber nicht, sondern schaltet an dessen Stelle die Primärwicklung eines Niederfrequenztransformators ein, dessen Sekundärwicklung mit dem Schwingungskreis des ersten Gitters in Verbindung steht, so daß dieses auch niederfrequent gesteuert und so eine Verstärkung der Niederfrequenz bewirkt wird, die man schließlich durch das Telephon im Anodenkreis der ersten Pentatronhälfte abhört.

Spulen genau wie bei Schaltung 10.

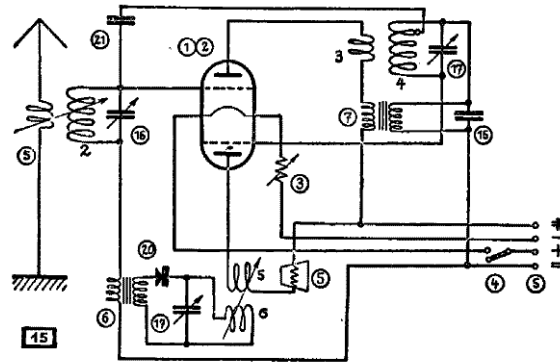


Schaltung 14.
Pentatron-Reflex-Empfänger mit
Detektor.

Schaltung 14.
Pentatron-Reflex-Empfänger mit Detektor.

Um das Pentatron noch etwas besser ausnützen zu können, verwendet man in dieser Schaltung einen Kristalldetektor als Gleichrichter, so daß man auch die zweite Hälfte der Röhre zur Verstärkung frei hat. Man läßt die erste Hälfte als Hochfrequenzstufe und als erste Niederfrequenzstufe arbeiten und die zweite Hälfte als zweite Niederfrequenzstufe. Alles Nähere sagt die Schaltung, die einfach zu bauen und zu bedienen ist und die, vor allem an guter Antenne, sehr bemerkenswerte Resultate gibt. Eine gute Antenne ist notwendig, weil nur die Hochfrequenzstufe empfindlichkeitssteigernd wirkt; Rückkopplung ist nicht vorhanden.

Spulen: Ledionart: Zwei zweiteilige Spulenhalter sind notwendig, je einer für 1, 2 und für 3, 4. 1 und 3 je 25 oder 35 Wdg., 2 und 4 je 50 Wdg.

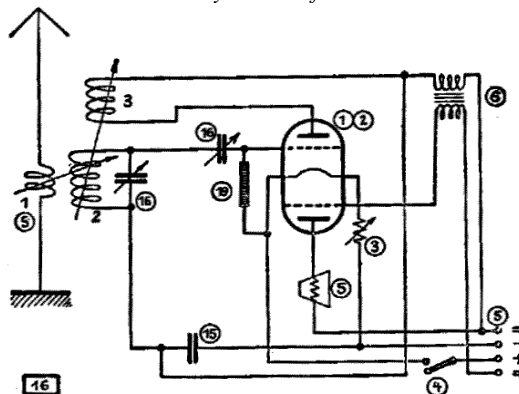


Schaltung 15.
Pentatron-Doppel-Reflex-Empfänger mit Detektor.

Schaltung 15.
Pentatron-Doppel-Reflex-Empfänger mit Detektor.

Die vorstehende Schaltung bringt die weitestgehende Ausnützung des Pentatrons nach dem Reflexprinzip. Beide Hälften werden zu zwei Verstärkungen herangezogen, zu je einer Hochfrequenz- und einer Niederfrequenzverstärkung. Damit das möglich ist, muß die Gleichrichtung wieder von einem Detektor besorgt werden. Diese Schaltung kann, richtig funktionierend, ihren Erbauer sehr befriedigen, sie stellt gleichzeitig aber auch eine der schwierigsten Pentatron-Schaltungen dar, an die sich nur sehr erfahrene Bastler wagen sollten. Das genaue Abgleichen der einzelnen Kreise gegeneinander ist nicht leicht, und schriftliche Ratschläge haben hier wenig Zweck, da die Verhältnisse bei derartigen Reflexempfängern fast in jedem Exemplar andere sind. Um die Schaltung zu einwandfreiem Funktionieren zu bringen, ist außer einer genügenden Erfahrung ein großes Teil Geduld notwendig.

Spulen: Ledionart. Die drei Gruppen von je zwei Spulen müssen vollkommen voneinander entkoppelt sein. Wenn das durch Abstände zwischen den Spulengruppen nicht möglich ist, versuche man es durch Einkapseln einer, der mittelsten, Spulengruppe in Metall. 1, 3 und 5 haben je 25 oder 35 Wdg., 2, 4 und 6 je 50 Wdg. 3, 4 ist am besten ein Neutrodyne-Transformator.

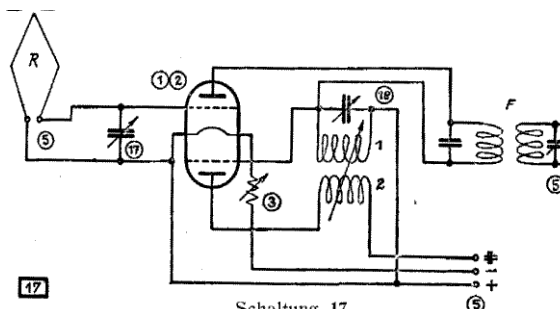


Schaltung 16.
Pentatron-Pendelrückkopplungsschaltung.

Schaltung 16.
Pentatron-Pendelrückkopplungsschaltung.

An diese Schaltung dürfen sich, das sei von vornherein gesagt, nur erfahrene Amateure wagen, da sie bei ungeschickter Bedienung bzw. beim Ausprobieren stark strahlt und der Rundfunkempfang in der Nachbarschaft deshalb empfindlich gestört werden kann. Das Prinzip der Pendelrückkopplung ist bekanntlich das, daß mit Hilfe eines Hilfs-Schwingungskreises der Zustand des eigentlichen Empfangskreises sehr schnell ständig vom Schwingen ins Nichtschwingen geändert wird. Dadurch besteht dauernd die größtmögliche Empfindlichkeit des Apparates, ohne daß der eigene Empfang durch Schwingungserscheinungen benachteiligt wird. Die Hilfsfrequenz wird oberhalb der Hörbarkeitsgrenze gewählt, sie wird durch den Kondensator 15 erhalten. Der Gitterkondensator und möglichst auch der Ableitungswiderstand müssen variabel sein. Die zweite Hälfte der Röhre dient hier wie bei den früheren Audionschaltungen zur Niederfrequenzverstärkung.

Spulen: genau wie bei Schaltung 6.

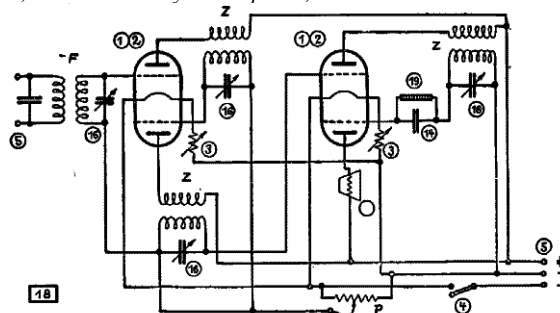


Schaltung 17.
Pentatron-Ultradyne.

Schaltung 17.
Pentatron-Ultradyne.

Der Ultradyn ist einer der beliebtesten Ueberlagerungs- oder Superheterodyneempfänger. Er verfügt über eine ungemein große Empfindlichkeit, so daß es möglich ist, am Rahmen alle europäischen Stationen zu empfangen und zu günstigen Zeiten auch amerikanische Rundfunksender zu hören. Als Nachteil gegenüber anderen Superhets nennt man den, daß er zwei Röhren an Stelle von einer gebraucht, weil für die Erzeugung der Hilfsfrequenz wie für die Modulation je eine besondere Röhre gebraucht werden. Dieser Nachteil kann durch die Verwendung des Pentatrons umgangen werden. Es ist möglich, die eine Hälfte des Pentatrons als Modulationsröhre und die andere als Schwingungserzeuger zu benutzen. Die Modulationshälfte wird mit dem Rahmenkreis verbunden, während das Gitter der zweiten Hälfte mit dem Hilfskreis in Verbindung steht. Die zur Schwingungserzeugung notwendige Rückkopplung wird durch die Spule 2 erzielt.

Das Schaltbild gibt aus Raumangel nur die Modulationsschaltung wieder, an die sich nun der Zwischenfrequenzverstärker, der normaler Bauart sein kann, den man zweckmäßig aber ebenfalls mit Pentatron-Röhren ausrüstet, anschließt. F ist das Filter, das zum Zwischenfrequenzverstärker gehört und die gewünschte Zwischenfrequenz heraussiebt. R ist der normale Rahmen von 8 Windungen, 1 und 2 sind Zylinderspulen, 1 von 50 und 2 von 35 Windungen.

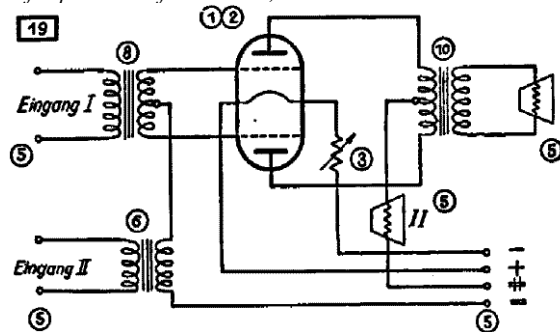


Schaltung 18.
Pentatron-Zwischenfrequenzverstärker.

Schaltung 18.
Pentatron-Zwischenfrequenzverstärker.

Dieser Zwischenfrequenzverstärker kann in Verbindung mit jeder Superheterodyne-Modulationsschaltung, so der Ultradyneschaltung Nr. 17, Verwendung finden. Er entspricht bis auf die Verwendung von Pentatronröhren vollkommen den üblichen Zwischenfrequenzschaltungen, auch hier kann den Gittern der ersten drei Stufen durch ein Potentiometer eine regelbare Gittervorspannung erteilt werden, die man so einstellt, daß der Verstärker kurz vor dem Schwingungseinsatz steht.

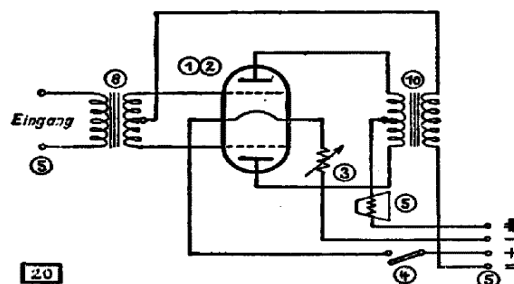
F ist das Eingangsfilter, Z sind die Zwischenfrequenztransformatoren, sämtlich üblicher Bauart. P ist ein Potentiometer von 400 Ohm.



Schaltung 19.
Prinzip der Nullpunktschaltungen.

Schaltung 19.
Prinzip der Nullpunktschaltungen.

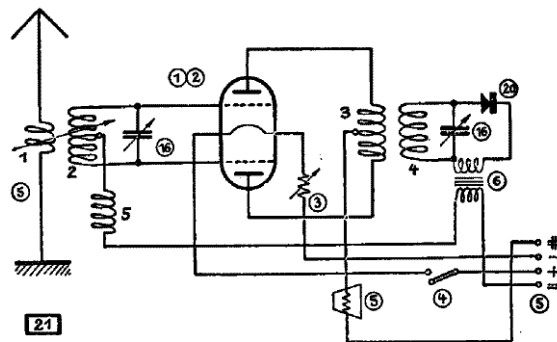
Damit kommen wir nun zu den eigentlichen Pentatron-Nullpunktschaltungen, in denen diese Röhre ihre besten Leistungen gibt. Die Schaltungen bringen pro Pentatron eine zweifache große Verstärkung und arbeiten vollkommen verzerrungsfrei. Betrachten wir die Schaltung 19, so erkennen wir zuerst, daß die Röhre mit den beiden Push-Pull-Transformatoren 8 und 10 als normaler Gegentaktverstärker geschaltet ist. Erteilt man der Primärwicklung des Transformators 8, die mit den Klemmen Eingang I verbunden ist, eine Spannung, so findet eine Verstärkung im Gegentakt statt, und die verstärkte Energie wird im Transformator 10 wirksam, der auf das Telephon 1 arbeitet. Hier hört man also die Sprache, durch die die Eingangsklemmen 1 beeinflusst wurden. Die Transformatoren sind nun, wie beim Gegentaktverstärker ja üblich, genau in der Mitte angezapft. In die Nullpunktleitung des ersten Transformators ist ein weiterer Niederfrequenztransformator eingeschaltet, in die des zweiten ein weiteres Telephon 11. Der neue Transformator 6 steht mit dem Eingang 11 in Verbindung. Wird auch dieser Transformator besprochen, d. h., werden auch über ihn Spannungen an die Gitter gebracht, so spricht hierauf nur das Telephon 11 an, während die so verstärkte Energie in 1 nicht wahrzunehmen ist. Auf diese Weise ist es möglich, durch das Pentatron zwei Verstärkungen im Gegentakt, d. h., praktisch ausgedrückt, verzerrungsfrei, zu erledigen. Dabei ist es gleichgültig, ob die beiden zur Verstärkung kommenden Energien niederfrequent oder hochfrequent sind, ja, sie können auch gemischtrequent sein, also eine hochfrequent und die andere niederfrequent.



Schaltung 20.
Pentatron-Nullpunkt-Gegentaktverstärker.

Schaltung 20.
Pentatron-Nullpunkt-Gegentaktverstärker.

Schaltung 20 zeigt einen Niederfrequenzverstärker, in dem das eben geschilderte Prinzip durchgeführt ist. In die Sekundärleitung des zweiten Transformators ist hier kein Telephone gelegt, sondern sie ist direkt mit dem Nullpunkt des ersten Transformators verbunden. Die einmal im Gegentakt verstärkte Energie wird so zurückgeführt und noch einmal verstärkt. Die üblichen Gegentakttransformatoren sind für diese Schaltungen nicht immer zu gebrauchen, da bei geringen Unregelmäßigkeiten im Aufbau der Schaltungen Selbsterregung eintreten kann, vorausgesetzt, daß der Transformator genau in der Mitte angezapft ist. Um das zu verhindern, muß man Transformatoren verwenden, deren Nullpunkt nach oben, dem Telephone entgegengesetzt, verlegt ist. Oft genügt es aber auch, die Sekundärklemmen des Transformators 10 zu vertauschen, um ein richtiges Arbeiten zu erreichen.

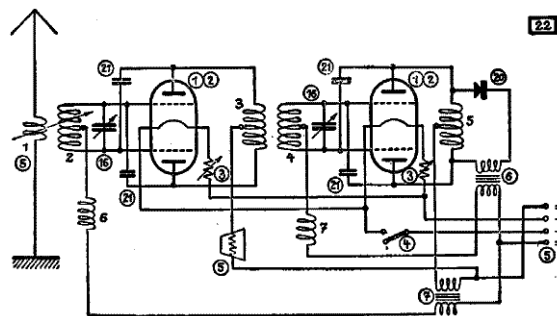


Schaltung 21.
Pentatron-Gegentakt-Hochfrequenz-Niederfrequenz-Verstärker.

Schaltung 21.
Pentatron-Gegentakt-Hochfrequenz-Niederfrequenz-Verstärker.

In dieser Schaltung ist das Prinzip auf Hoch- und Niederfrequenz ausgedehnt. Die Röhre arbeitet zuerst als Gegentakt-Hochfrequenzverstärker, die verstärkte Energie wird dann im Detektor gleichgerichtet, und dann findet die Gegentakt-Niederfrequenzverstärkung statt.

Spulen: Zweckmäßig Zylinderspulen von 5 cm Durchmesser. Auf den Zylinder wird zuerst die Spule 2 gewickelt, die man genau in der Mitte anzapft (etwa 100 Windungen und dann die Spule 1 (etwa 30 Windungen), die durch eine Lage Oelpapier von 2 isoliert ist. Spulengruppe 3, 4 sieht ähnlich aus; hier wird 3 in Form von 60 Windungen, genau in der Mitte angezapft, zuerst auf den Zylinder gewickelt, und dann 4 in Form von 80 Windungen. 5 ist eine Drossel, die aus 300 bis 500 wild gewickelten Windungen besteht, Durch Rückkopplung von 3 auf 2 kann die Empfindlichkeit bedeutend gesteigert werden. Diese Schaltung ist einfach herzustellen und gibt sehr gute Resultate, so daß sie besonders empfohlen werden kann.



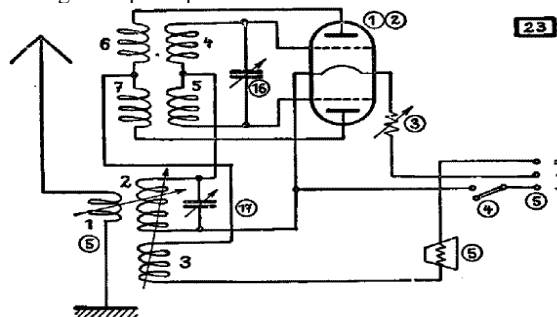
Schaltung 22.
Pentatron-Gegentakt-Neutrodyne-Empfänger.

Schaltung 22.
Pentatron-Gegentakt-Neutrodyne-Empfänger.

Das Nullpunkt-Gegentakt-Prinzip wird hier bei zwei Pentatron-Röhren in Anwendung gebracht, so daß wir einen Empfänger erhalten, der zwei Stufen Hochfrequenzverstärkung und zwei Stufen Niederfrequenzverstärkung besitzt, während die Gleichrichtung von einem Kristalldetektor besorgt wird. Die Röhren sind neutralisiert, was höchst einfach und dabei in sehr vollkommener Weise durch die Neutrodons 21 geschieht. Der Apparat ist von gleicher Leistung, wie der beliebte Neutrodyne-Empfänger mit 5 Röhren.

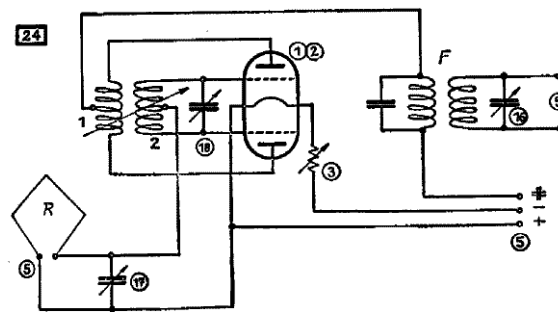
Für die Herstellung der Spulen 1 bis 5 ist das bei Schaltung 21 Gesagte zu beachten; und auch die Drosseln 6 und 7 werden so ausgeführt wie die Drossel 5 in Nr. 21. Auch dieser Apparat, bei dem ebenfalls zur weiteren Leistungssteigerung noch eine Rückkopplung zwischen den Spulen 5 und 4 eingefügt werden kann, ist in der Herstellung nicht allzu schwer und dabei sehr leistungsfähig. Die Schaltung dürfte sich daher zahlreiche Freunde unter den Amateuren erwerben.

Die Schaltungen 23, 24 und 25 bringen wir schließlich für solche Radioamateure, die an schwierigen Problemen ihre Freude haben. Es sind Nullpunkt-Gegentaktsschaltungen, und zwar stellt 23 eine Pendelrückkopplungsschaltung dar, 24 eine Superhetschaltung und 25 schließlich einen Zwischenfrequenzverstärker nach dem Gegentaktprinzip.



Schaltung 23.
Gegentakt-Pendelrückkopplungsschaltung

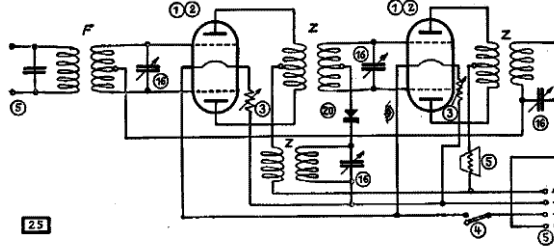
Schaltung 23.
Gegentakt-Pendelrückkopplungsschaltung.



Schaltung 24.
Gegentakt-Superheterschaltung.

Schaltung 24.
Gegentakt-Superheterschaltung.

Die Schaltungen sind an sich nicht schwierig, aber ihre Dimensionierung wie ihr Aufbau erfordern doch gewisse theoretische Kenntnisse, eine



Schaltung 25.
Gegentakt-Zwischenfrequenzverstärker.

Schaltung 25.
Gegentakt-Zwischenfrequenzverstärker.

ziemliche Erfahrung im Bau von komplizierten Empfangsgeräten, kurz, Eigenschaften, die man wohl bei einem Amateur voraussetzen kann, der sich schon lange mit der Materie befaßt, die dem Durchschnittsbastler aber meist fehlen werden. Diese drei Pentatronschaltungen stellen aber gleichzeitig mit die elegantesten der Empfangstechnik dar, und die Beschäftigung mit ihnen hat einen großen Reiz. Es wäre erfreulich, wenn recht zahlreiche erfahrene Amateure mit diesen Schaltungen ihr Heil versuchen würden.

Zu den drei Schaltungen ist im einzelnen zu bemerken: Die Pendelrückkopplungsschaltung 23 nach dem Gegentakt-Nullpunktprinzip besitzt zwei kraß voneinander unterschiedene Kreise, einmal den Empfangskreis, der aus 1, 2 und 3 besteht, dann den Hilfskreis, dessen Spulen 4, 5, 6 und 7 darstellen. Diese letzteren Spulen sind sehr groß, sie haben einige hundert Windungen, denn sie sollen die niedrige Hilfsfrequenz erzeugen, in deren Rhythmus nachher die Schwingungen des Empfangskreises entstehen und wieder aussetzen. Für die Anordnung sei empfohlen, vier Honigwabenspulen zu benutzen, die in radialer Richtung ineinander geschoben werden, und zwar werden, von oben gesehen, die nebeneinander aufgestellten Spulen 6 und 7 in die Spulen 4 und 5, die in einer gewissen Entfernung befestigt sind, hinein geschoben. Dadurch kann die Rückkopplung des Hilfskreises geändert werden. 1, 2 und 3 bildet man zweckmäßig als Zylinderspulen aus.

In der Superheterschaltung 24 dienen die Spulen 1, 2 zur Erzeugung der Hilfsfrequenz, während der Rahmen in Verbindung mit dem Kondensator 18 den fernen Sender aufnimmt. F ist das Filter üblicher Konstruktion.

Die Zwischenfrequenzschaltung 25 arbeitet mit Zwischenfrequenztransformatoren, die in der Mitte angezapft sind und die sich der Amateur, da noch nicht im Handel, bis auf weiteres selbst herstellen muß. F ist wieder das Filter.

Zum Schluß soll darauf hingewiesen werden, daß das Pentatron selbstverständlich nicht nur in solchen Schaltungen gebraucht werden kann, in denen ausschließlich Pentatron-Röhren Verwendung finden, sondern daß man es im Gegenteil mit großem Vorteil auch in allen beliebigen anderen Schaltungen benutzen kann, in denen bereits normale Eingitterröhren vorhanden sind. Es ist z. B. sehr zweckmäßig, das Pentatron als Gegentakt-Verstärker arbeiten zu lassen, wie es in unseren Schaltungen gezeigt worden ist, sowohl für die Hochfrequenz- als für die Niederfrequenzströme, als Audion aber eine normale Eingitterröhre zu benutzen. Auch da, wo es sich um die Vervollständigung bestehender Empfangsanlagen nach der Niederfrequenzseite hin handelt, wird man gern und mit Erfolg vom Pentatron Gebrauch machen können. Wie bereits weiter vorn erwähnt, kann das Pentatron prinzipiell in jeder beliebigen Schaltung gebraucht werden. Von dieser Eigenschaft kann der Amateur überall Gebrauch machen, gleichgültig, ob für die betr. Schaltungen an einzelnen Stellen bereits Eingitterröhren oder andere Spezialröhren vorgesehen sind oder nicht.

Ratschläge für die Bedienung von Pentatron -Empfängern.

Es ist nicht meine Aufgabe, an dieser Stelle über die Bedienung von Röhrenempfängern überhaupt zu sprechen, vielmehr soll nur das hervorgehoben werden, was in der Bedienung von Pentatron-Geräten im Gegensatz zu anderen Röhrenempfängern zu beachten ist. Zunächst sollen dem Bastler einige Ratschläge gegeben werden, welche Pentatronschaltungen er wählen soll. Es ist auch hier notwendig, mit dem Einfacheren anzufangen und dann zum Schwereren überzugehen. Das Pentatron muß man in seinen Betriebsbedingungen genau kennen, ehe man sich an den Aufbau von Schaltungen mit mehreren Pentatron-Röhren wie an die Nullpunktschaltungen überhaupt wagt. Deshalb sei jedem geraten, zuerst mit den Schaltungen anzufangen, in denen einfach jede Hälfte des Pentatrons als normale Röhre arbeitet. Sehr dankbar und sehr zu empfehlen sind hier die Schaltungen 1, 6 und 7. Dann sollen die Gegentaktverstärker empfohlen werden, die in Abb. 2 und 3 dargestellt sind, die gar keine Schwierigkeiten bieten und über deren sauberes Arbeiten jeder überrascht sein wird. Wer Netzanschluß-Schaltungen liebt, wird mit den beiden mitgeteilten gut zurecht kommen. Die Bastler die weniger daran denken, lange Zeit zu experimentieren und Höchstleistungen zu erzielen, werden bereits mit den bis hierher genannten einfacheren Schaltungen zufrieden sein und bei ihnen bleiben. Und der Bastler und Amateur, der weniger des Rundfunkprogramms als der technischen Beschäftigung wegen bastelt, wird sich nach diesen Vorerfahrungen an den Bau der weiteren Geräte machen.

Von den spezifischen Pentatron-Schaltungen sind besonders Schaltung 21 und 22 zu empfehlen, die bei einiger Aufmerksamkeit ohne Schwierigkeiten gelingen und sehr schöne Resultate geben.

In bezug auf die Bedienung ist eigentlich nur das zu sagen, daß bei Pentatron-Röhren wie bei allen Oxydfadenröhren darauf geachtet werden muß, daß der Faden nur ganz dunkelrot brennt. Das wird hier nicht nur im Interesse der der Röhren geschrieben, sondern vor allem auch darum, weil die Röhre in diesem Zustand die besten Leistungen ergibt. Durch Ueberheizung holt man keineswegs mehr heraus, die Lautstärke und vor allem die Empfindlichkeit beim Rückkopplungsempfang gehen vielmehr ganz bedeutend zurück.

Und nun: Gut Funkheil zum Pentatron-Empfang!

Sie benutzen im Pentatron eines der genialsten Hilfsmittel der Empfangstechnik - für Sie dürfen dann auch die weiteren Gebiete der Rundfunktechnik keine Geheimnisse mehr sein. Rundfunkteilnehmer, Anfänger und fortgeschrittene Bastler unterrichten sich über die Vorgänge beim Senden und beim Empfang, über die zahlreichen Empfangssysteme, den Bau und die Bedienung von Empfängern aus den folgenden reich illustrierten Büchern von Erich Schwandt:

Radiotechnik für jedermann

Die drahtlose Sende- und Empfangstechnik wie ihre elektrotechnischen Grundlagen in allgemeinverständlicher Darstellung. - Mit 78 Abb. Verlag Robert Klett & Co Preis Mk. 2.50

Die Empfangstechnik

mit besonderer Berücksichtigung des Rundfunkempfangs. - Mit 182 Abb. Verlag Hachmeister & Thal. Preis Mk. 1.

Radiotechnik für Elektropraktiker

Ein Hilfsbuch der Radiopraxis für Elektrotechniker, Installateure, Elektromonteur, Radiohändler und Mechaniker. Mit 68 Abb. und zahlr. Tabellen. Verlag Robert Klett & Co Preis **Mk. 2.60**

Durch den Buchhandel zu beziehen; wo nicht erhältlich, erfolgt portofreier Versand nach Einzahlung des Betrages auf Postscheckkonto Berlin 127833 (Erich Schwandt. Berlin-Rahnsdorf). Prospekte kostenlos.