

dr. Blan

9

Radio-CURSUS



vormingscentrum voor radio en electronica

INHOUDSOPGAVE

Hoogfrequentversterking	3
Triode als r.f. versterker	3
Neutrodyne condensator	5
Parallelvoeding	5
Pentode als r.f. versterker	6
Resonantie-transformator	7
Afscherming	8
2-Traps r.f. versterking	10
Eénknops afstemming	11
Geluidssterkteregeling	13
Regeling der steilheid	13
Meelopende schermroosterspanning	15
Fading	16
Automatische sterkteregeling	17
Rechtuit-ontvanger	19
Zekeringen	20
Aan/uit schakelaar	22
Afstembereiken	22
Meerpolige bereiken-omschakelaar	22
Proefdraaien	23
Het afregelen van een rechtuit-ontvanger	24
Bandspreiding	26
Bouwontwerp rechtuit-ontvanger	27
De bouw	28
Afregeling	28
Prestaties	29
Vragen bij de negende les	31
Bouwschema	32/33

COPYRIGHT DE MUIDERKRING — BUSSUM — NEDERLAND
NADruk, OOK GEDEELTELIJK, IS VERBODEN

HOOGFREQUENTVERSTERKING

9e LES

In de vorige lessen zijn de mogelijkheden tot ontvangst en versterking van hoogfrequente of radiofrequente trillingsverschijnselen besproken en het ontwerpen van een eenvoudig radiotoestel zal geen probleem meer zijn. Voor het ontvangstgedeelte zou een diode of triodeschakeling gekozen kunnen worden, waarachter dan elke gewenste versterker gekoppeld zou kunnen worden om het vereiste geluidsniveau te bereiken. Wanneer men niet te ver van een zender afwoont, kan op deze manier inderdaad „kwaliteitsontvangst” worden verkregen.

Officieel zou het geen zin hebben dat zenders hogere tonen dan 4500 Hz uitzenden, gezien de „bandbreedte” van onze moderne ontvangers, die berekend is op 4500 Hz. In feite worden vele zenders echter pas afgesneden op ca. 10.000 Hz; een éénkringer, met zijn gebrek aan selectiviteit, zal een toon van 10.000 Hz nog behoorlijk ontvangen, maar de moeilijkheden doemen onmiddellijk op: als de zender nu te sterk binnenkomt. Wat dan? Bij een kristaldiodedetector, of bij dioden in het algemeen, is dit geen bezwaar; hoe sterker ontvangst, des te minder vervorming bij de detectie. Met de volumeregelaar op de a.f. versterker kunnen we het geluidspeil bedwingen. Bij de triode is dat anders: hier treden ernstige vervormingen op bij ontvangst van te sterke signalen. Dus: sterkteregeling vóór de afstemkring in de vorm van een potentiometer (fig. 1). We zien in het schema dat deze potentiometer hier anders geschakeld is dan b.v. in laagfrequent-schakelingen (zie les 6). De blokkeringsweerstand van de L—C-kring in resonantie heeft een hoge waarde, zo als we in de vorige les zagen; bij een goede L—C-kring is deze waarde minstens honderdduizend ohm. Gaan we nu de potentiometer schakelen als in fig. 2, dan zal parallel aan die blokkeringsweerstand bij naar „beneden” gedraaide potentiometer maar een geringe weerstand komen te staan. Hierdoor wordt stellig de geluidssterkte minder, maar de selectiviteit gaat ook verloren. En dát is de bedoeling niet. Daarom schakelen we de potentiometer volgens fig. 1 en komt de antenne aan de z.g. „slider” (het loop-contact) te liggen. De waarde van die potentiometer moet minstens 100.000 Ω zijn. Wanneer we echter verderafgelegen zenders willen ontvangen, zal de ontvangst daarvan of te zwak blijken of gestoord worden door ongewenste sterkere naastliggende zenders.

Een oplossing is een nog lossere koppeling van de roosterkring met de antenne en de aldus tamelijk verzwakte hoogfrequenttrilling eerst te gaan versterken, alvorens deze te detecteren.

TRIODE ALS R.F. VERSTERKER

Het ligt voor de hand dat een radiobuis, b.v. een triode, ook op het gebied van de hoogfrequente trillingen behoorlijke versterking zou kunnen opleveren. Nu zouden we hierbij te werk kunnen gaan als bij het versterken van laagfrequente trillingen werd beschreven: Een belastingsweerstand R_a in de anodekring zal dan de belasting voor de triode vormen, ter-

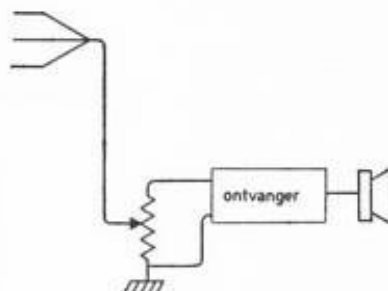


fig. 1

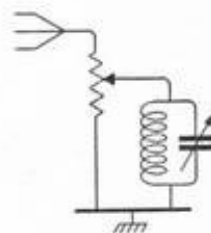


fig. 2

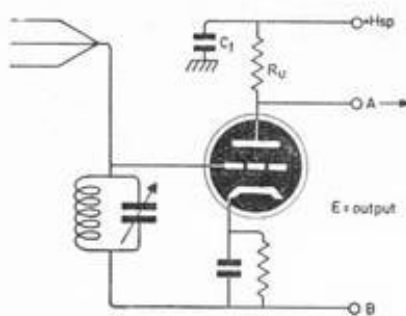


fig. 3.

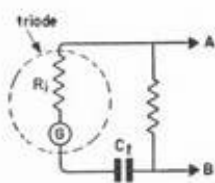


fig. 4

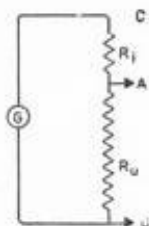


fig. 5

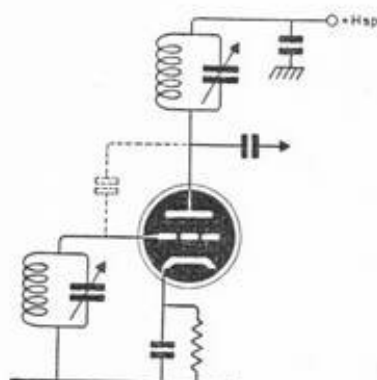


fig. 6

In de figuren wordt nog de oudere aanduiding R_u voor belastingsweerstand gebruikt; in de tekst gebruiken we de nieuwere aanduiding R_a (anodeweerstand).

wijl de inwendige weerstand van de triode = R_i . Principieel zou de r.f. spanning E op de anode van de buis dus bedragen: de versterking (μ) van de buis $\times$ de r.f. wisselspanning op het rooster V_g of in formule: $E = \mu \times V_g$ (fig. 3).

We zullen de triode voor een ogenblik beschouwen als een generator met een inwendige weerstand, die R_i bedraagt; elke generator of spanningsbron in 't algemeen heeft nu eenmaal een inwendige weerstand. Deze R_i staat dan in serie met de uitwendige belasting R_a ; de triode is dus een combinatie van G (= Generator) en R_i . Tussen de punten A en B staat dus nooit de volle versterkte spanning; in het schema (fig. 4) is dit duidelijk te zien, vooral als we de zaak even anders tekenen in fig. 5; de ontkoppelcondensator C_1 is hier weggelaten omdat die voor r.f. trillingen praktisch geen weerstand bezit. Hoe groter R_a en hoe kleiner R_i des te hoger zullen de spanningen tussen A en B zijn; wij herkennen hier duidelijk de spanningsdeling die plaats vindt tussen punt C en B. Het gaat hier om de maximale spanningsversterking, die we reeds in les 5 op pagina 16 e.v. hebben besproken.

Nu kan men door een R_u te kiezen, die b.v. $5 \times$ groter is dan de R_i van de triode, toch een behoorlijke versterking bereiken; deze is dan

$$A = \frac{R_a}{R_a + R_i} \times \mu = \frac{5 \times R_i}{(5 \times R_i) + R_i} \times \mu = \frac{5 R_i}{6 R_i} \times \mu = \frac{5}{6} \times \mu$$

en wanneer V_g de spanning op het rooster van de r.f. versterkerbuis is, dan bedraagt in dit geval de spanning E ná versterking, gemeten over de kring L_2-C_2 :

$$E = V_g \times \frac{5}{6} \times \mu$$

We zien dus, dat we nooit een versterking = μ kunnen

bereiken; in dit geval komen we tot $\frac{5}{6} \times \mu$

Maar dat geldt voor alles wat op het rooster van de buis komt, zowel gewenste als ongewenste signalen; we noemen dit aperiodische (niet-periodische) of onafgestemde versterking. Deze wordt nogal eens toegepast in de later te bespreken superheterodyne auto-ontvangers, waar wél een grotere versterking gewenst wordt, doch waar reeds voldoende selectiviteit aanwezig is; men spaart dan een variabele condensator uit.

Door inplaats van die weerstand een afgestemde L—C-kring aan te brengen, kan een voorkeurspositie voor één bepaalde frequentie worden gekozen en we vergroten aldus de selectiviteit; de schakeling zien we in fig. 6.

De L—C-kring noemen we, wanneer die op dergelijke plaatsen toegepast wordt, een SPERKRING; in resonantie bereikt de blokkeringsweerstand hiervan, dus de R_u van de buis, een hoge waarde, hetgeen een hoge signaalspanning op de anode van de buis veroorzaakt; door middel van een condensator brengen we deze versterkte spanningen op het rooster van de daarachter volgende triode of eventueel op een diode-detectorschakeling.

Maar er dreigen moeilijkheden. Om te beginnen vormen het

rooster en de anode van de r.f. versterkertriode een condensator en de versterkte spanningen op de anode zullen niet nalaten „terug te koppelen” op het rooster, waardoor het rooster in zijn bewegingen versterkt wordt en waardoor dus de schakeling aan het genereren raakt. We tekenen deze roostercapaciteit gestippeld in het schema.

NEUTRODYNE CONDENSATOR

Hiertegen vond men de neutrodyneschakeling uit: de spoel in de anodeleiding wikkeld men aan de aardzijde met een evengroot aantal windingen dóór; deze wikkeling behoort niet tot de L—C-kring en mag dus uit dun draad gewikkeld worden. Vanzelfsprekend zijn de spanningen op punt D in tegenfase met die op punt A, dus de anode van de buis (fig. 7). En dat punt D werd nu via een condensatortje C_n van slechts enkele pF's verbonden met het rooster van B_1 . De terugwerking van de anode op het rooster werd dus geheel gecompenseerd door de spanningen, afkomstig van punt D. Een juiste balans verkreeg men door op een sterke zender af te stemmen, de anodestroom van de buis even te onderbreken, zodat deze tijdelijk niet als versterker dienst doet en dan het condensatortje C_n zó in te stellen, dat in de hoofdtelefoon achter de detector niets meer te horen was. C_n is dan precies even groot als C_{r-a} . Uit fig. 8 blijkt wel, dat buiten die evenwichtstoestand er ook zonder versterking nog enige signaalspanning op de detector wordt overgedragen, via het verschil tussen C_n en C_{r-a} . Bij de versterking van trillingen met zéér hoge frequenties b.v. bij televisie en F.M. wordt de neutrodyne-condensator veelvuldig toegepast, omdat men hiervoor de voorkeur geeft aan trioden boven de hierna te beschrijven pentode-buizen.

PARALLEL VOEDING

Er bestaan verschillende andere methoden om de r.f. buis aan de volgende kring te koppelen. Bij één dezer methoden, de z.g. parallelvoeding, wordt het pad voor de gelijkstroom naar de anode van de triode gevormd door een weerstand R_k , terwijl de belasting voor wisselstroom bestaat uit een L—C-kring, die weer gewoon met de detector wordt verbonden (fig. 9). De koppeling met de anode van de buis geschiedt met een kleine condensator C_k . Evenals bij de laagfrequentkoppeling bij buizen die nogal veel anodestroom gebruiken, blijft er slechts weinig spanning beschikbaar op de anode van de triode, tenzij we van zeer hoge spanningen uit het voedingsapparaat uitgaan. Daar R_k parallel staat op de L—C-kring via het koppelcondensatortje C_k moet de waarde van R_k nl. hoog zijn: want wanneer we twee weerstanden parallel schakelen (hier: R_k en de blokkeringsweerstand van L—C) wordt de vervangingsweerstand steeds kleiner dan de kleinste, in dit geval R_k (fig. 10).

Een betere methode lijkt wel de vervanging van R_k door een hoogfrequent smoorspoel S (fig. 11), een onderdeel dat we hier voor het eerst leren kennen (fig. 12). In feite is het een gewone spoel, doch zó gewonden, dat de eigen capaciteit bijzonder laag is. Men bereikt dit door op een buisje van isolatiemateriaal 6 à 8 honingraatspoeltjes op 1 mm afstand van elkaar te wikkelen en in serie te schakelen. (De z.g. honingraatwikkeling heeft ook al ten doel de eigen capaciteit laag te maken). Wat is namelijk het gevaar? Een spoel zonder eigen capaciteit bestaat niet: we houden dus steeds een spoel

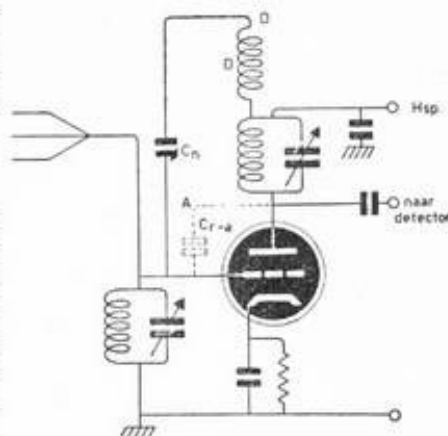


fig. 7

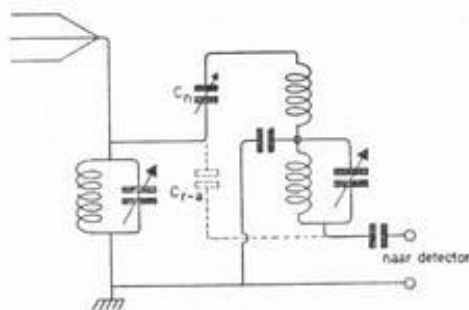


fig. 8

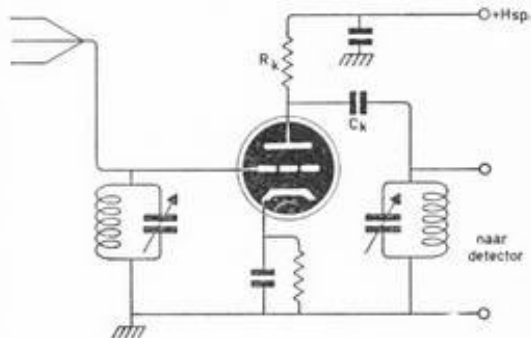


fig. 9

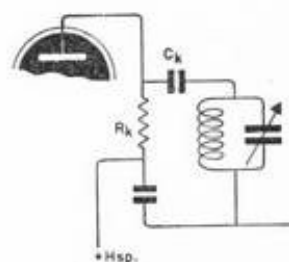


fig. 10

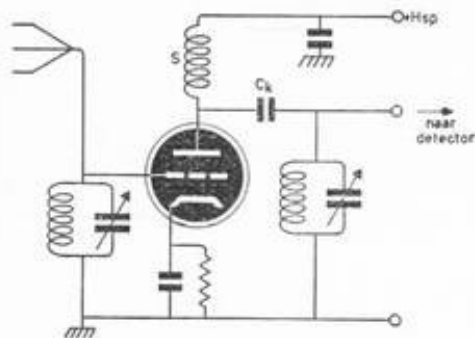


fig. 11



fig. 12

Novocon r.f. Smoorspoel type F4.

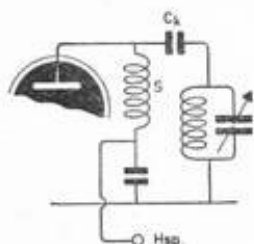


fig. 13

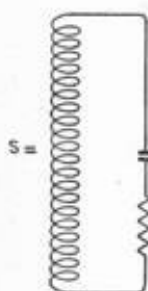


fig. 14

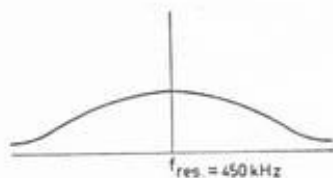


fig. 15

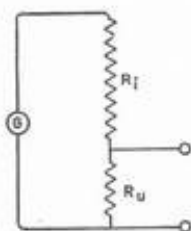


fig. 16

met daarop parallel een condensator, zij het dan een kleine. Ze vormen dus een échte L—C-kring, die zonder twijfel ook een eigen-frequentie bezit, een voorkeursfrequentie, voor welke de impedantie Z vrij hoog kan zijn. En die schakelen we zo maar parallel met onze afstem L—C-kring (fig. 13). We moeten dus zorgen, dat de eigenfrequentie, het resonantiepoint van de smoorspoel, op een plaats ligt buiten het afstembereik van onze afstemkring; is onze ontvanger bestemd voor meerdere golfbereiken, dan moet die eigenfrequentie van de r.f. smoorspoel daar steeds buiten vallen, b.v. tussen het midden- en langegolfgebied in, op 700 m (ca. 450 kHz). Daar de kring, die S dus eigenlijk is, samengesteld blijkt uit een zéér grote L en een zéér kleine C (de eigen capaciteit) en een relatief grote ohmse weerstand bezit (fig. 14), als gevolg van het vele en dunne draad, zal er, zoals we geleerd hebben, slechts een flauwe resonantiepiek optreden (fig. 15). We leerden elders, dat een hoge ohmse weerstand in een spoel een hoge Q in de weg staat; waar het hier juist om een brede, flauwe afstempiek, dus een lage Q, te doen is, wordt de smoorspoel veelal van z.g. weerstandsdraad gewonden. En voor de frequenties, hoger dan zijn eigen-frequentie, dus kortere golven, gedraagt deze r.f. smoorspoel zich als een condensator en voor de lagere frequenties, dus de langere golven, gedraagt S zich als een spoel, in beide gevallen parallel geschakeld met de L—C-kring. Vanzelfsprekend gebruiken we ook voor een dergelijke r.f. smoorspoel nimmer litzedraad doch gewoon emailledraad, eventueel $2 \times$ omsponnen met zijde, ook al weer om de eigen capaciteit laag te houden: de afstand tussen de windingen onderling wordt daardoor nl. groter. Bij het berekenen van de C in het middengolfgebied en de L in het langegolfgebied moeten we met de aanwezigheid van deze parallel C, resp. L rekening houden, maar ons doel is bereikt: de anodegelijkstroom ondervindt weinig weerstand en door C_k maar te verkleinen kunnen we een lossere koppeling, dus weer grótere selectiviteit bereiken.

PENTODE ALS R.F. VERSTERKER

Bij al deze schakelingen is R_a = de blokkeringsweerstand van de L—C-kring zéér groot t.o.v. de inwendige weerstand

R_i van de buis. De verhouding $\frac{R_a}{R_a + R_i}$ nadert daardoor de

waarde 1 en de spanning over de kring L_2C_2 is dan nagenoeg

$$E = 1 \times \mu \times V_g.$$

Een grotere moeilijkheid is echter de toch nog onvoldoende selectiviteit, die optreedt wanneer de R_a vele malen groter is dan de R_i van de toegepaste triode buis. Gezien uit het oogpunt van selectiviteit moeten we namelijk, om redenen die slechts wiskundig aantoonbaar zijn en hier daarom achterwege zullen blijven, maken dat R_i groter is dan R_a (fig. 16). Dit nu is in lijnrechte tegenstelling tot het voorgaande, waarbij we er naar streefden om terwille van de signaalsterkte R_a vele malen groter dan R_i te maken. Selectiviteit en geluidsterkte treffen we ook hier dus als vijanden aan!

Om nu de verhouding $\frac{R_i}{R_a}$ een groter waarde te geven ten-

einde tot groter selectiviteit te komen, kunnen we twee kanten uitgaan: of R_a kleiner maken of R_i groter maken. We zullen zien dat het zin heeft beide mogelijkheden toe te passen. Als eerste mogelijkheid behandelen we het groter maken van de R_i van de buis. Een speciale triode met een grote R_i , b.v. een oer-oude A 425, bezorgt ons dus de gewenste selectiviteit, maar helaas een lagere spanningsoverdracht (fig. 16). Daarom verving men de triode door de omstreeks 1926 uitgevonden pentode, die niet alleen een zéér hoge inwendige weerstand R_i bezit, doch daarnaast een zéér veel hogere versterkingsfactor g , die dus aan de éne kant weliswaar minder versterking geeft door zijn inwendige weerstand R_i , die hóóg is t.o.v. de R_a , doch dit verlies ruimschoots opheft door zijn versterking, die ettelijke malen hoger is dan van welke triode dan ook. Uiteindelijk komt er toch voldoende signaal op de detector. Bovendien bevindt zich in een pentode (ook in een tetrode) het schermrooster tussen rooster en anode, waardoor terugwerking van de anode op het rooster onmogelijk wordt en de neutrodyne condensator kan worden weggelaten.

We zullen nu onze blik richten op de andere mogelijkheid, het verkleinen van de R_a , n.l. door toepassing van de

RESONANTIETRANSFORMATOR

Op het eerste gezicht lijkt het onlogisch de R_a , de moeizaam verkregen hoge blokkeringsweerstand Z van onze L—C-kring te gaan verlagen. We zullen echter zien waarom dit toch voordeel kan brengen.

Bij de resonantietransformator is in de anodekring van een buis (triode of pentode) een spoel opgenomen, die op zijn beurt gekoppeld is met een normale L—C-kring (fig. 17).

Deze spoel L_k moet een bepaalde impedantie hebben voor de te versterken r.f. wisselstroom. De r.f. wisselstroom, die deze spoel doorloopt induceert (veroorzaakt) in de spoel L_2 van de L—C-kring een kringstroom, die, wanneer de kwaliteit van die kring behoorlijk is en de kring in afstemming met de gewenste frequentie wordt gebracht, stroomresonantie ten gevolge heeft. Tussen de punten A en B komen, als gevolg van de opslinging van de r.f. spanningen in de L—C-kring behoorlijke spanningen te staan, die verder op één van de bekende methoden worden gedetecteerd. Deze r.f. spanningen zijn hier nagenoeg even hoog als die bij de zoëven besproken sperkringschakeling, mits dus de spoelkwaliteit maar goed is en de juiste koppeling, of zoals dat genoemd wordt, de optimale koppeling bereikt is.

Evenals bij het koppelen van de antennespoel met de L—C-kring, wat in de vorige les besproken werd, is er één zeer bepaalde spoel L_k die, op één zeer bepaalde afstand van spoel L_2 gebracht, een maximale r.f. spanning levert op de punten A en B en dan nog maar voor één bepaalde frequentie; we noemen dat de optimale koppeling. Helaas bedraagt de selectiviteit hierbij maar de helft, vergeleken met de sperkringschakeling van figuur 6. Nu zouden we, evenals bij de antennekoppeling van les 8, kunnen gaan werken met aftakbare en beweegbare spoelen, en daarmee zou voor elke frequentie het noodzakelijke compromis bereikt kunnen worden tussen selectiviteit en geluidsterkte. Deze koppeling zal echter dan zwakker dienen te zijn dan de optimale koppeling; we passen dus opzettelijk een mis-aan-

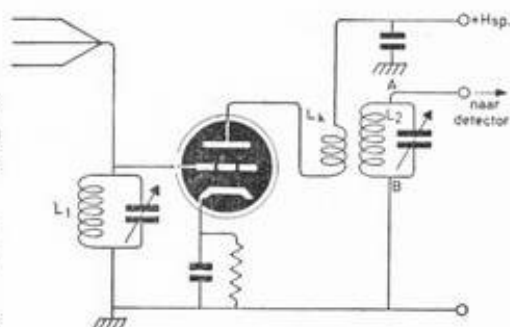


fig. 17

passing toe, hetgeen er in dit geval op neerkomt, dat de hoge blokkeringsweerstand van de L—C-kring zich in de anodekring van de buis voordoet als een minder hoge weerstand in de anodekring van de buis, dus verlagings van de R_a . We noemen dit onderaanpassing.

Daar het spoelen-wisselen wel heel slecht te verenigen is met het ideaal: éénknopsafstemming, wordt in het algemeen een koppelspoel L_k toegepast met een windingtal dat ca. 20 % van het windingtal van de kringspoel L_2 bedraagt. We bereiken hiermee een vrij gelijkmatige selectiviteit en spanning over het gehele afstembereik van de L—C-kring.

Overigens kan de koppelspoel L_k van normaal emailleddraad gewonden worden, in tegenstelling tot de kringspoel L_2 , die zoals we weten, uit r.f. litzedraad bestaat.

We bezitten nu een toestel met hoogfrequentversterking en zelfs de zwakste stations zouden we kunnen ontvangen, maar er doet zich onmiddellijk een nieuwe probleem voor, nl. dat van de

AFSCHERMING

Door de hoge versterking van de r.f. pentode buis nl. zal er tijdens resonantie een sterke kringstroom lopen in de L_2 — C_2 -kring. Deze stroom door L_2 zal een sterk magnetisch veld in en om de spoel doen ontstaan en het is een hele toer om te maken dat L_1 niet getroffen wordt door enige van die krachtlijnen, uitgaande van L_2 .

Toen men nog trioden met geringe versterking toepaste, kon men de zaak oplossen door de spoelen L_1 en L_2 op een behoorlijke afstand van elkaar te plaatsen en dan ervoor te zorgen dat de hartlijnen van de spoel elkaar, ruimtelijk gesproken, loodrecht kruisen. Een tijdelijke oplossing vormden de z.g. veldloze spoelen waaronder de z.g. toroïden. Inderdaad vertonen deze spoelen een gering uitwendig veld, maar hun afmetingen zijn niet gering; zij verdwenen spoedig van het toneel (fig. 18).

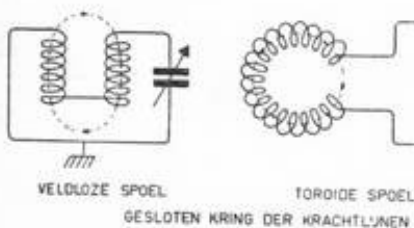


fig. 18



fig. 19

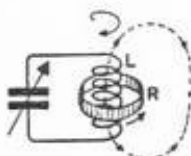


fig. 20

Een volgende stap was het toepassen van poederijzerkernen, waardoor het uitwendige veld van een spoel veel kleiner wordt; vooral wanneer z.g. gesloten potkernen worden toegepast is er praktisch geen uitwendig veld van betekenis aanwezig omdat de spoel aan alle zijden door ijzerpoeder-materiaal is omgeven (fig. 19).

Een ander middel dat universeel genoemd kan worden is het aanbrengen van afschermbussen om de spoelen. We zullen ter verklaring weer even de theorie van het magnetisch veld ophalen.

Wanneer er door een spoel (een z.g. solenoïde) een stroom loopt, zullen de krachtlijnen op elk punt in de omgeving van de spoel een bepaalde magnetische kracht uitoefenen, die afhankelijk is van het aantal ampère-windingen van die spoel en de afstand tot dat punt. We zullen nu één zo'n punt nader bezien (fig. 20). Neem nu eens aan dat we om deze spoel een z.g. kortgesloten winding of een koperen ring aanbrengen. Dan zal er tijdens elke stroomverandering, dus in het algemeen wanneer er door de spoel een wisselstroom loopt, in die koperen ring eveneens een sterke wisselstroom geïnduceerd worden; de richting van deze stroom in de ring is echter volgens de theorie van het magnetisme telkens tegengesteld aan de stroom door de spoel.

Ook deze ring veroorzaakt een magnetisch veld en dat veld

is even groot als dat, wat door de spoel wordt veroorzaakt. Dat klinkt wel even vreemd, maar het is toch eenvoudig! De veldsterkte wordt, zoals we zagen, bepaald door het aantal ampère-windingen; in spoel L is de stroom gering, doch het aantal windingen groot, in de ring is de stroom groot, doch er is maar één winding. Wanneer we nu dat punt P buiten de spoel en de ring aannemen (fig. 20), dan wordt het duidelijk, dat zowel spoel L als ring P een magnetisch veld op dat punt veroorzaken; daar beide velden echter tegengesteld gericht zijn en de afstanden tot punt P praktisch gelijk, zal uiteindelijk op punt P geen enkel magnetisch veld aanwezig zijn.

Het zal echter ieder wel duidelijk zijn, dat een koperen cylinder rond de spoel precies dezelfde, of nog betere uitwerking heeft, mits echter de weerstand, rond de cylinder-omtrek gemeten, zéér laag is. Dit kan alleen het geval zijn als we naadloos materiaal van lage weerstand, dus koper, aluminium of zilver toepassen. IJzer is in dit opzicht funest: niet alleen dat de weerstand te hoog is, maar het absorbeert alle krachtlijnen en dempt de hoogfrequente trillingen bovengemiddeld, omdat te veel energie vereist is om de ompoling van de magneculen in het ijzer tot stand te brengen.

Het ligt overigens voor de hand, dat ook die koperen of aluminium cylinder (of bus) niet te dicht om de spoel mag liggen, want het „vermogen”, d.i. spanning $\times$ rondgaande stroom in ring of bus, moet door de spoel en uiteindelijk door de voorgaande buis extra geleverd worden en kan beschouwd worden als te zijn veroorzaakt door een verliesweerstand parallel op de kring, waardoor de gewenste spanningen over de kring dalen. De capaciteit van de spoelwindingen t.o.v. aarde, dus uiteindelijk van de gehele L—C-kring neemt toe; daarnaast daalt de zelfinductie van de spoel als gevolg van een afschermbus, doch hierop kan tevoren gerekend worden. Het afregelen van de zelfinductie op de gewenste waarde geschiedt gemakkelijk door het in- of uitdraaien van een poederijzerkerntje in de spoel, dat van buiten af door een gaatje in de bus gemakkelijk te doen is m.b.v. een schroevendraaiertje. Natuurlijk moet dit schroevendraaiertje van isolatiemateriaal gemaakt zijn. Met een metalen schroevendraaiertje kan men stellig de juiste zelfinductie wel instellen maar... wanneer we het weghalen verandert de situatie weer en dát kan nimmer de bedoeling zijn. Door de bus niet te nauw om de spoel te passen kunnen deze onaangename bijverschijnselen van het afschermen worden beperkt.

Bij gebruik van ijzerpoederkernen wordt het r.f. veld sterk geconcentreerd en mag de bus dus relatief kleiner zijn. Z.g. gesloten potkerntjes winnen het nog in dit opzicht. Van de magnetische velden zijn we dus af.

Maar nu blijven de elektrische velden nog bestaan. De geleiders van de verschillende kringen, die doorlopen worden door een hoogfrequente stroom, zullen met elkaar een condensator vormen en de capaciteit van deze aldus gevormde condensatoren behoeft heus niet groot te zijn om de zaak scheef te doen gaan, doordat spanningsoverdracht plaats vindt van de versterkte r.f. stromen naar de geleiders waardoor de onversterkte stromen lopen.

De remedie hiertegen is de elektrostatische afscherming, d.w.z. een geleidende, met aarde verbonden metaalplaat, geplaatst tussen de beide draden of voorwerpen.

Deze moeilijkheid begint reeds in de buis; hierin heeft men

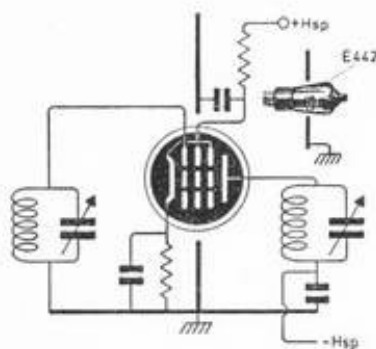


fig. 21

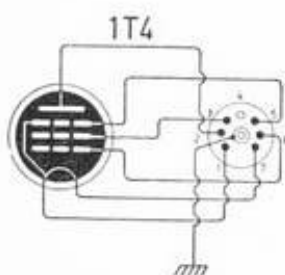


fig. 22

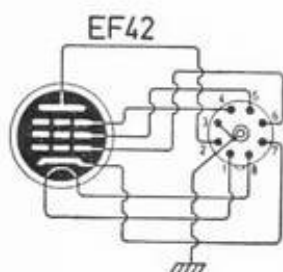


fig. 23

met een schermrooster de zaak geklaard. Door rooster en anode aan de tegenstelde einden aan te brengen (fig. 45 les 5) en de buis door een schermplaat heen te steken, werd oorspronkelijk de „scheiding” tot stand gebracht (fig. 21—29). Bij de moderne, z.g. single ended buizen, is onderin het buisvoetje een geaard metalen busje aangebracht: rooster- en anodesluitingen staan weliswaar diametraal tegenover elkaar, doch het busje er tussen maakt dat ze elkaar niet „bijten” (fig. 22 en 23).

Door zorgvuldige bouw en gebruik van een metalen chassis, liefst van koper af aluminium, kunnen elektrostatische koppelingen vermeden worden en dit is wel nodig, want ze loeren overal. We zullen verderop zien, hoe men na de detectie de r.f. trillingen uit het a.f. signaal kan filtreren; niettegenstaande dit zullen er echter tot in het luidsprekersnoer nog h.f. trillingen voorkomen bij een z.g. rechthoekontvanger. Brengen we nu b.v. de antenne-invoerdraad in de omgeving van het snoer, dat naar een extra luidspreker voert, dan treedt onherroepelijk r.f. genereren op. Het luidsprekersnoer moet dan afgeschermd zijn of door een kabeltje dat met een geaarde afscherming omponnen is, het z.g. afgeschermd snoer, vervangen worden.

2-TRAPS R.F. VERSTERKING

Het is mogelijk $2 \times$ hoogfrequentversterking toe te passen, wanneer dit nodig mocht blijken. In het verleden, toen we nog slechts over trioden beschikten, is het vaak gedaan om de gevoeligheid op te voeren; na de invoering van de pentode geschiedde het om de selectiviteit te verbeteren.

Van vele kanten komen nu de moeilijkheden te voorschijn. Om te beginnen worden aan de afscherming de hoogste eisen gesteld. Tot dusver hebben we de bedrading van de verschillende opvolgende trappen slechts statisch afgeschermd; nu moeten we ons ook nog realiseren, dat elke draad ook nog een r.f. energie uitstralende zelfinductie vertegenwoordigt; om het uitwendig veld te beperken moeten tot één kring behorende r.f. heen- en terugleidingen langs elkaar worden gelegd.

Verder moet de hoogspanningstoevoer voor elke trap ontkoppeld worden (fig. 24), anders treedt hierdoor weer een sterke terugwerking op (genereren). Een r.f. ontkoppelfilter, bestaande uit een serieweerstand van 2000 à 5000 ohm, met een inductievrije condensator van $0,1 \mu F$ naar het chassis is een afdoende remedie hiertegen; de kortste verbinding naar 't chassis is steeds de beste.

Een heel groot bezwaar is wel, dat de afstemkromme bij

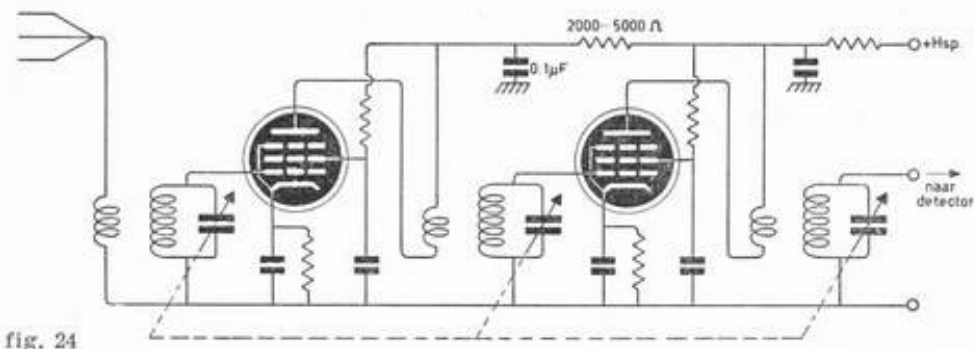


fig. 24

meertraps r.f. versterking te scherp wordt (fig. 25): de door-
gelaten bandbreedte wordt spoedig smaller dan 4500 Hz, kan
zelfs tot 2000 Hz teruglopen op de lagere frequenties, dus
zo in de buurt van 400 meter golflengte en hoger; voor de
hogere frequenties in een bereik, dus bij de lagere condensatorstanden, bestaat dit gevaar minder. Hiertegen bestaan
2 remedies: gebruik van spoelen van relatief slechte kwaliteit
of: de 3 kringen niet precies op de gewenste resonantie-
frequentie afstemmen doch slechts de eerste kring. De beide
volgende kringen worden dan even beneden, resp. even
boven de frequentie afgestemd. Men noemt dit stag-
gered tuning en het resultaat is een afstempiek, die
aan de top enigszins afgeplat is, maar waarin we toch de
drie oorspronkelijke afstemkrommen kunnen terugvinden
(fig. 26). De grootste moeilijkheid vormt echter die afstemming.
Want zelfs bij een pentode, waarvan de roosterkring en de
anodekring door middel van L—C-kringen op éénzelfde
frequentie zijn afgestemd, zal genereren van de buis optreden,
ook al zijn de rooster- en anodekringen zorgvuldig elektro-
magnetisch en elektrostatisch afgeschermd; de capaciteit tussen
anode en rooster, die door de inwendige afscherming in de
buis reeds tot een minimum teruggebracht is, vormt hiertoe
nu toch nog voldoende koppeling (fig. 27). In de zendtechniek
maakt men van deze „tuned grid-tuned anode” schakeling
vaak gebruik, maar hier heeft dit verschijnsel bepaald onge-
wenste gevolgen.

Het is duidelijk dat het telkenmale op een andere frequentie
afstemmen, zoals dat nu eenmaal in een radiotoestel pleegt
plaats te vinden, op deze manier onbedwingbare genereer-
neigingen tevoorschijn roept, die slechts door voorzichtig
manipuleren met de 3 afstemcondensatoren vermeden kunnen
worden. Een tijdrovende bezigheid, vooral omdat we er
steeds voor moeten zorgen in lichte mate „staggered tuning”
toe te passen.

EENKNOPS AFSTEMMING

Al vroegtijdig heeft men daarom één-knops-afstemming toe-
gepast, niet alleen voor $2 \times$ r.f. versterking, doch ook voor
toestellen met $1 \times$ r.f. In elk der afgeschermden comparti-
menten treffen we dus een variabele condensator van b.v.
max. 500 pF aan; door een doorlopende as kunnen we ze
alle twee of drie tegelijkertijd in de gewenste stand brengen.
In schema 24 en 29 geven we deze mechanische koppeling
met de stippellijn aan.

Wanneer we nu even de genoemde „staggered tuning” buiten
beschouwing laten, dan ligt het voor de hand, dat in iedere
stand elk der drie kringen op de gewenste frequentie afge-
stemd moet zijn, m.a.w. er moet gelijkloop optreden.
Hier demonstreren zich nu weer nieuwe gezichtpunten.
Kring 2 en kring 3 leveren betrekkelijk weinig moeilijkheden:
de zelfinductie van de spoelen L_2 en L_3 kunnen we door zorg-
vuldige fabricage wel aan elkaar gelijkmaken; inschroefbare
ijzerpoederkerntjes zijn ideaal voor dat doel. Ook de afstem-
condensatoren C_1 , C_2 en C_3 bezitten tegenwoordig in elke
stand een onderlinge afwijking in capaciteit van minder dan
 $\frac{1}{2} \%$. Dit heeft men o.a. bereikt door de laatste platen uit het
draaibare pakket in te snijden; in de fabriek kan men door
verbuiging dezer ingesneden eindplaten een behoorlijke ge-
lijkloop verkrijgen (fig. 28).

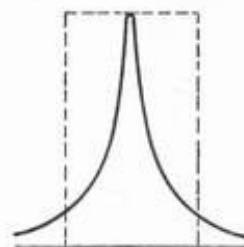


fig. 25

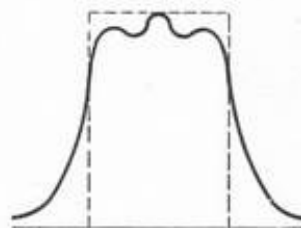


fig. 26

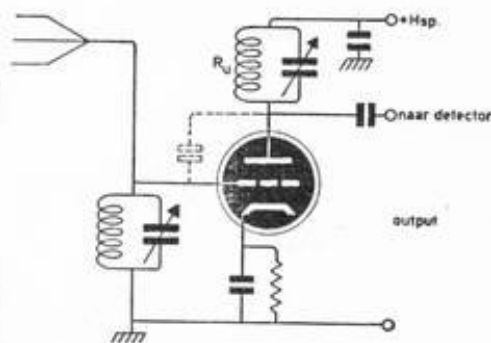


fig. 27

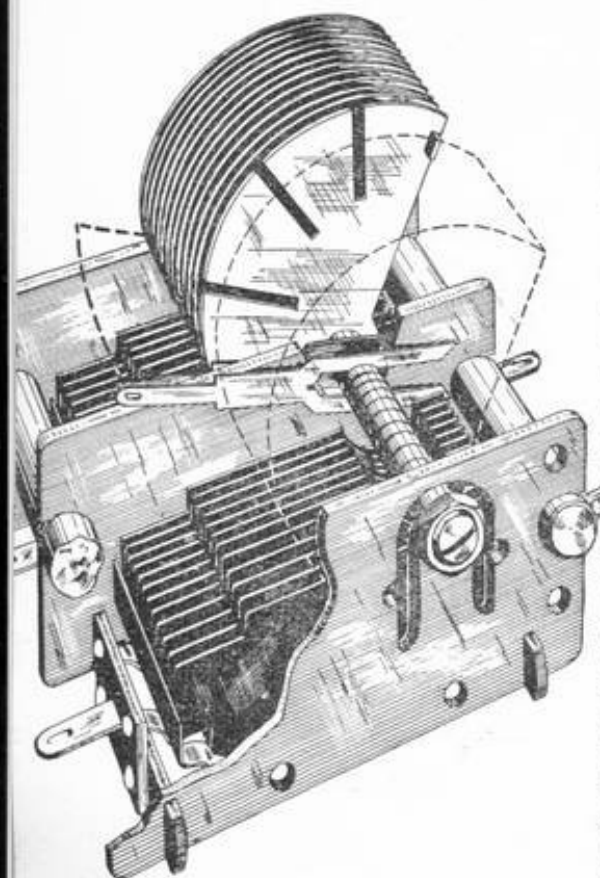


fig. 28

Zelf mogen we nooit aan deze vaantjes buigen! Blijven er nog de ongelijkheden in de rest van de circuits van kring 2 en 3. Daar deze ongelijkheden uiteindelijk alle tot ongelijkheid in bedradingscapaciteit zijn terug te voeren, redeneert men aldus: we maken de ongelijke bedradingen van deze kringen gelijk door kleine, afregelbare condensatortjes daaraan parallel te schakelen. We noemen dat trimmers; trimmen (afgeleid van het Engelse werkwoord to trim, heeft de betekenis van gelijk-maken, b.v. van een scheepslading of een hondenvacht en in dit geval van ongelijke bedradingscapaciteiten). Dat gaat dus vlot. Maar nu de eerste kring. Hieraan hangt de antenne en deze vertegenwoordigt een zekere capaciteit, zoals we reeds eerder zagen. Zowel door de inductieve koppeling als de capacatieve koppeling (les 8, fig. 42 en 47) wordt de invloed van de eigen capaciteit van de antenne op de eigenlijke afstemkring verminderd. Parallel met de L—C-kringen komt dus iets te staan, dat we de naar beneden getransformeerde antennecapaciteit C_n zouden kunnen noemen.

We zagen echter op bladz. 8—22 en 8—23 dat de mate van koppeling tussen antenne en afstemkring zich wijzigt met de frequentie, dus wanneer we de afstemcondensator verdraaien. En hierdoor wijzigt zich tevens de zelfinductie van de afstemspoel L. Op zichzelf lijkt dit vreemd en helaas is dit verschijnsel niet op eenvoudige wijze te verklaren.

Bij kring 2 en 3 hadden we dus met verschillende doch onveranderlijke bedradingscapaciteiten te maken; bij kring 1 treffen we die óók aan, doch daarnaast de onveranderlijke neergetransformeerde antennecapaciteit benevens een veranderlijke zelfinductie van de kringspoel (fig. 29).

Kring 1 krijgt dus ook zijn trimmer en voor het overige wordt de gelijkloop van kring 1 met 2 en 3 of bij een tweekringer met kring 2 een compromis, d.w.z. we zoeken een niet te ongunstige middenweg. Verbetering in de gelijkloop bereikt men door de koppelspoel L_k te klein te maken in vergelijking met L; hierdoor wordt de selectiviteit tevens verhoogd, maar helaas vermindert hiermee weer de signaalsterkte. Daarnaast krijgen we toch steeds te maken met narigheid, wanneer een afgeregeld toestel wordt aangesloten op een andere antenne: prompt moet de eerste kring bijgeregeld worden. Men ontgaat deze moeilijkheid door in serie met de koppelspoel L_k een variabel antennecondensatortje te schakelen; onderlinge verschillen in de diverse antennes met verschillende eigenschappen kunnen hiermede weggewerkt worden zonder aan de eigenlijke trimmer te draaien.

Op twee moderne antennekoppelingen, die bovengenoemde bezwaren grotendeels missen, zal later worden teruggekomen.

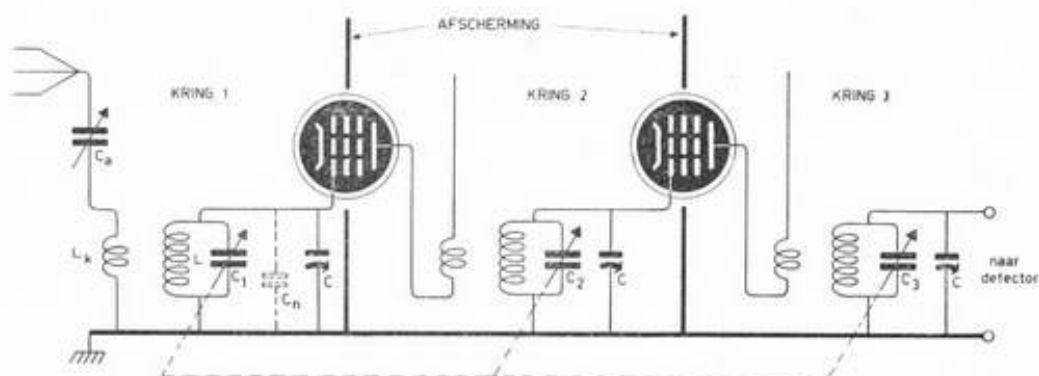


fig. 29

GELUIDSTERKTEREGELING

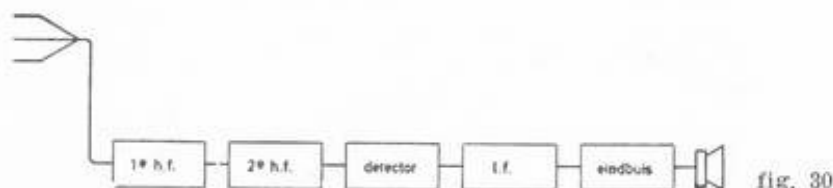
Wij zijn er nu in geslaagd een ontvanger te construeren, die zelfs zwakkere stations met voldoende sterkte ontvangt.

Maar wanneer we nu op een sterk station willen afstemmen, dan is een dergelijk grote versterking volstrekt overbodig of zelfs ongewenst en moet er dus een mogelijkheid zijn om deze versterking te „bedwingen”. Gebruiken we nu een eenvoudige ontvanger, dan is de terugkoppeling een aantrekkelijke methode om geluidsterkte en selectiviteit te verhogen; in dit geval zullen we dus een triode moeten toepassen, geschakeld als roosterdetector. We moeten er dan voor waken, dat er niet te hoge r.f. spanningen op 't rooster van onze triode terecht komen, want hier bestaat zeer grote kans op overbelasting.

Bij dergelijke ontvangers kunnen we door het toepassen van een potentiometer in de antennekring de hoeveelheid r.f. spanning op de roosterkring nauwkeurig doseren.

In fig. 1 van deze les zagen we de juiste schakeling van een dergelijke potentiometer; het blijft echter een minder gewenste methode, omdat we hier een weerstand parallel schakelen over de blokkeringsweerstand van onze L—C-kring en al is deze potentiometer nu nog zo groot: hij veroorzaakt verlies en vermindering van selectiviteit.

Wanneer we een z.g. blokschema tekenen van een radio-toestel met b.v. 2 trappen hoogfrequent versterking, dan kunnen we eens nagaan, op welke plaats we tot regeling van de sterkte zullen overgaan (fig. 30).



Zo op het eerste gezicht zou men zeggen: versterk de r.f. antennespanningen maar zoveel mogelijk; bij de ingang van de laagfrequentversterker zullen we door middel van de ingangspotentiometer wel zoveel spanning afnemen als nodig is voor het gewenste volume uit onze luidspreker.

Passen we nu de diode-detectie toe, dan lijkt hiertegen niet veel in te brengen: tot op bepaalde hoogte is de diode niet gemakkelijk te overbelasten. De r.f. versterkertrap(pen) blijven hierbij dus steeds op volle kracht werken en hiertegen bestaan grote bezwaren: ten eerste produceren onze r.f. buizen, wanneer die op max. versterking staan ingesteld, een grote hoeveelheid ruis en daarnaast worden de verschillende van buitenaf komende r.f. storingen mede versterkt, waardoor de verhouding van gewenst signaal tot ongewenst signaal (ruis e.d.) ongunstig wordt. Er zal dus véél voor te zeggen zijn om de mate van r.f. versterking zodanig te regelen, dat op de diode de voor een vervormingsvrije detectie benodigde spanning overblijft; a.f. sterkteregeling kan dan dienen om het geluidsvolume verder te verlagen.

REGELING DER STEILHEID

Een elegante methode om de geluidsterkte te variëren is het

regelen van de steilheid van de r.f. versterkingsbuis door middel van het vergroten of verkleinen van de negatieve roosterspanning van die buis (we bespraken dit terloops in les 5).

In les 4 zagen we, dat het in het algemeen noodzakelijk is te werken in het rechte gedeelte van de buiskarakteristiek, om vervorming te ontgaan. Deze stelregel geldt niet alleen voor versterking van laagfrequente, maar stellig óók voor hoogfrequente trillingen. Toch is er een groot verschil aan te wijzen: de hoogfrequente trillingen, vooral op de 1e r.f. buis, hebben een véél kleiner amplitude (enige milli-volts) en voor dergelijke kleine spanningen is er zelfs in het kromme eind van de karakteristiek nog wel een betrekkelijk recht eindje aan te wijzen. Voor dit doel heeft men buizen ontworpen, waaraan feitelijk géén recht stuk is aan te wijzen, doch evenmin vinden we sterke krommingen. Door nu de negatieve roosterspanning instelbaar te maken, kunnen we op de kromme het gewenste instel-punt kiezen. Wanneer we het plaatje (fig. 31) bezien, is het duidelijk, dat de steilheid zich wijzigt, wanneer we de negatieve roosterspanning op een andere waarde instellen.

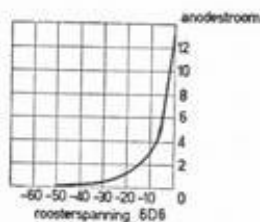


fig. 31

Om een ruim regelbereik, d.w.z. voldoende verzwakking te verkrijgen, moet deze karakteristiek langgerekt zijn, vandaar de naam die men deze buizen soms geeft: staartbuis (fig. 31), meestal noemt men ze echter vari-pentode. Elke kromming in een buiskarakteristiek draagt echter de kiemen van vervorming in zich: hij moet voor dit doel dan ook aan zéér bepaalde eisen voldoen.

Wij kunnen hier niet verder op de gedaante van deze kromme ingaan; het is voorlopig genoeg te weten, dat wanneer de kromme niet aan deze eis voldoet, er o.a. kruis-modulatie zal optreden.

Deze kruismodulatie vertoont zich aldus: We stemmen op een station af, dat naast een veel sterker, doch voor ons op dat ogenblik ongewenst station ligt.

Ook al is de selectiviteit van ons toestel voldoende, dan blijkt het ongewenste station door het gewenste heen te klinken en door verdere vergroting van de selectiviteit, b.v. lossere koppeling van de kringen, blijkt het euvel niet te bestrijden.

Door de (verkeerde) kromming van de buiskarakteristiek blijkt nu het ongewenste signaal gemoduleerd te zijn, geënt dus op het gewenste; hier is dus niet, zoals bij een zender, een a.f. signaal geënt op een r.f. draaggolf, doch het ene r.f. signaal (het sterke) op het andere (het zwakke). In de eerste plaats dient dus de buisfabrikant te zorgen, dat de „buis-kromme” goed ligt; als andere remedie bestaat slechts het aanbrengen van een z.g. zeefkring of stopkring, die de sterkte van het ongewenste signaal verzwakt vóórdat het de eerste afstemming bereikt. Hierop komen we later terug.

Regeling in een eventuele 2e r.f. trap wijkt af van die in de eerste trap; dáár toch vinden we slechts zwakke r.f. trillingen, rechtstreeks afkomstig van de antenne. In die eerste trap worden deze echter al behoorlijk versterkt; op het rooster van de 2e trap komen dus veel hogere r.f. spanningen terecht, zodat hier de negatieve roosterspanning voldoende groot moet zijn om roosterstroom te vermijden en dus deze grotere amplituden voor vervorming te behoeden. M.a.w., hier moeten we een r.f. buis of varipentode benutten met een regelkarakteristiek die b.v. pas bij -50 volt de anodestroom tot 0 doet naderen,

dus de buis „afknijpt”, waardoor de kromming zich over een grote lengte uitstrekt.

En hoe regelen we nu de steilheid van een r.f. buis? Door de negatieve roosterspanning van die buis te vergroten of te verkleinen, zoals we zagen.

In een der volgende lessen zullen we zien, hoe we de gelijkstroomcomponent van een diode-gelijkrichter kunnen gebruiken om vol-automatisch de mate van versterking van de r.f. trap(pen) te regelen. Het is echter noodzakelijk, dat we éérst de hand-regeling onder de knie krijgen.

In principe zouden we dus een droog batterijtje van b.v. 50 volt kunnen nemen; we schakelen er een potentiometer over en via de aftakking die we verdraaien kunnen, beschikken we over een spanning, regelbaar van —50 tot 0 volt. En hiermee verbinden we dan het rooster van de buis via onze L—C-kring (fig. 32).

Voor batterijtjes in net-toestellen voelen we echter niet veel en we zoeken het daarom in een negatieve spanning, verkregen door het benutten van de spanningsval over een weerstand, geschakeld tussen — hoogspanning (aarde) en katode van de r.f. buis (fig. 33), op precies dezelfde manier als bij de versterkerbuizen wordt toegepast (automatische negatieve roosterspanning).

Wanneer we nu de katodeweerstand R_k vergrößten, wordt de spanningsval over deze weerstand tussen anode en katode nog méér negatief en werken we op een punt van de buiskarakteristiek waar de steilheid veel geringer is. (Een schuine streep met pijlpunt door een weerstand getekend geeft aan, dat deze weerstand variabel, veranderbaar is.)

MEELOPENDE SCHERMROOSTERSPANNING

Door het vergroten van de negatieve roosterspanning wordt echter niet alleen de anodestroom kleiner, doch tevens de schermroosterstroom.

Wanneer we dit schermrooster nu gaan voeden via een serie-weerstand vanaf + hoogspanning, dan kiezen we die serie-weerstand R_s zó groot, dat de schermroosterspanning V_s juist zijn goede waarde heeft.

Is b.v. de voedingsspanning = 250 volt, de schermrooster-spanning van een bepaalde buis $V_s = 90$ V en de schermroosterstroom $2 \text{ mA} = 0.002 \text{ A}$ (deze laatste gegevens halen we uit het Buizenhandboek), dan is de spanningsval V_s over onze serieweerstand $R_s = 250 \text{ V} - 90 \text{ V} = 160$ volt.

R_s berekenen we aldus: $E = R \times I$ of $160 = R \times 0.002$.

$$R_s = \frac{160}{0.002} = \frac{160.000}{2} = 80.000 \text{ ohm.}$$

Wordt I_s door het regelen van de buis dus kleiner, dan zal de spanningsval over R_s óók kleiner worden en stijgt dus uiteindelijk de spanning V_s op het schermrooster (fig. 34). Wij bereiken met een dergelijke z.g. meelopende schermroosterspanning, dat bij een minimale roosterspanning de steilheid maximaal is, overeenkomstig onze bedoeling en dat de anodestroom toch gering blijft.

Bij het gebruik van de z.g. automatische sterkteregeling kan deze schakeling, die de minste kans op onaangename ver-

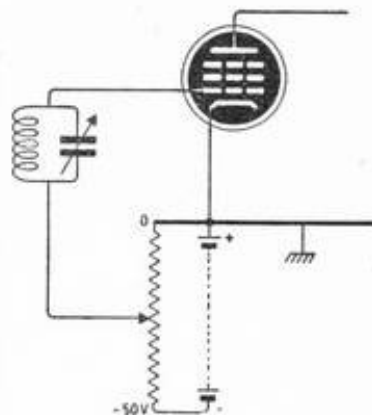


fig. 32

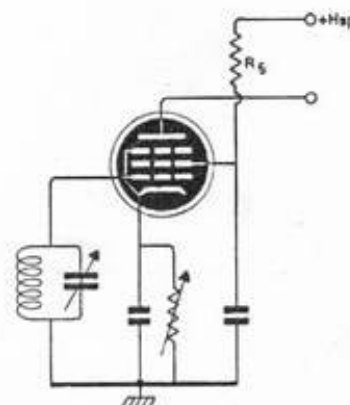


fig. 33

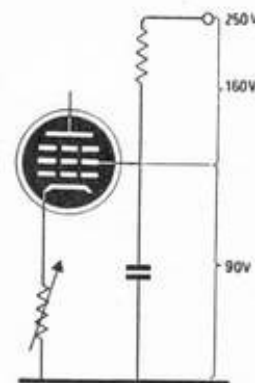


fig. 34

In fig. 33 t.m. 37 zijn z.g. variabele weerstanden getekend; in de praktijk passen we hier potentiometers toe, zie de schakeling van P_1 in fig. 43.

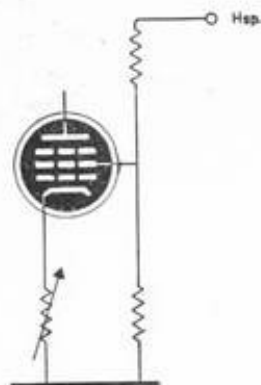


fig. 35

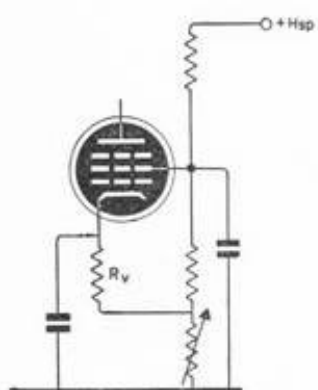


fig. 36

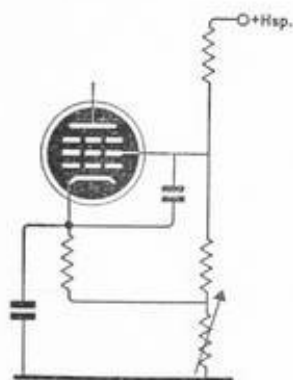


fig. 37



fig. 38

schijnselen als brommodulatie, kruismodulatie e.d. oplevert, met succes toegepast worden. Om steilheid 0 te bereiken is dan een negatieve roosterspanning van wel 50 volt op het rooster vereist. Wanneer we echter een handregeling van de steilheid van één buis ter hand willen nemen, geniet een schakeling met een vaste schermroosterspanning om praktische redenen de voorkeur (fig. 35).

De „staart” van de buiskarakteristiek wordt dan veel korter, de kans op kruis- en brommodulatie daardoor helaas wat groter, maar het voordeel is, dat we met een potentiometer R_v van niet te grote waarde b.v. 15.000 ohm de steilheid tot 0 kunnen brengen, hetgeen bij een meelopende schermroosterspanning niet mogelijk zou zijn.

Een vaste schermroosterspanning verkrijgen we door een spanningsdeler tussen + hsp. en — hsp. (aarde); in deze spanningsdeler is tevens de variabele katodeweerstand van de buis opgenomen; de ruststroom in de spanningsdeler moet ca. $4 \times$ de maximale schermroosterstroom bedragen om de schermroosterspanning enigszins constant te houden; een vast weerstandje R_v dient om te maken dat de neg. roosterspanning nooit geheel op 0 gebracht kan worden; dit zou n.l. tot roosterstroom leiden (fig. 36).

Voor de hoogfrequente stroom is er een korte weg naar aarde aangebracht, zowel van katode naar aarde als van 't schermrooster naar aarde. In principe is het echter steeds beter de condensator van 't schermrooster direct naar de katode te leggen (fig. 37).

Bij 2 h.f. buizen krijgen we dus 2 potentiometers voor regeling van de h.f. versterking.

Nu vereisen 2 of meer regelaars voor hetzelfde doel meer „radiotechnisch” verstand dan de doorsnee luisteraar kan opbrengen; daarbij komt dan nog de geluidsvolumeregelaar achter de diode. Bovendien moet er aan deze knoppen min of meer regelmatig gezwengeld worden wanneer we een meer veraf gelegen station des avonds ontvangen.

Wat is n.l. het geval? Deze zenders komen n.l. niet binnen met een constante veldsterkte, neen, deze varieert, soms met langzame, soms met snelle tussenpozen. Min of meer regelmatig zakt het geluid dus weg; men noemt dit wegzakken

FADING

en spreekt van langzame en snelle fading (spreek uit veeding). De zendantennes stralen hun r.f. energie namelijk gedeeltelijk langs het aardoppervlak en gedeeltelijk rechtstreeks de lucht in; bij daglicht is het de straling langs het aardoppervlak die wij ontvangen. Uit de aard der zaak is het maar een klein deel van de zendenergie dat zo langs het aardoppervlak wordt uitgestraald; is dus een overigens sterk radiostation ver van van onze antenne afgelegen, dan zal overdag de ontvangst (de z.g. directe ontvangst) slechts matig of zelfs onmogelijk zijn. Des avonds worden dergelijke zenders echter krachtig ontvangen.

De verklaring van dit verschijnsel is ons gegeven door Kenelly en Heavyside en luidt als volgt: Om de aardbol bevindt zich overal een ijle laag stikstofgas, beter bekend als de Ionosfeer, die de aarde dus als een schil omgeeft; de afstand van aarde tot schil bedraagt ettelijke kilometers (fig. 38). Wordt deze „schil”, die men Heavyside-laag noemt, nu niet door de zon beschenen, dan vormt deze

een spiegel, waartegen de opwaarts gerichte r.f. straling, die anders voor de wereld verloren gaat, gewoon weer naar de aarde teruggekaatst wordt en maken we gebruik van de z.g. indirecte ontvangst.

Beschijnt de zon echter wèl de Heavyside-laag, dan verliest deze laag alle reflecterende eigenschappen.

Overigens vormt deze ijle laag ook des avonds geen hecht aaneengesloten geheel; er zitten „zwakke plekken” in, die blijkbaar net als wolkenvelden overdrijven.

Welnu, wanneer wij een verafgelegen zender ontvangen dank zij de reflectie van de Heavyside-laag en raakt de straling een dergelijk „gat” in de laag, dan ontvangen wij tijdelijk weinig of soms helemaal niets, want de voor ons bestemde „straal” schiet door 't gat in de wereldruimte (fig. 39).

Ook de maanstand schijnt nog invloed op dit verschijnsel uit te oefenen en zelfs de zonnevlekken hebben een bewezen gunstige invloed; bij de ontvangst van kortegolfzenders is men gewend aan wisselvalligheid in signaalsterkte, veroorzaakt door fading, die maandenlang kan leiden tot uitzonderlijk goede of slechte ontvangst. Door het gebruik van zelfstralende antennemasten heeft men de r.f. straling langs het aardoppervlak vergroot; men spreekt daarom wel van anti-fading zenderantennes (fig. 40).

Uit het bovenstaande blijkt wel, hoe groot het voordeel zal zijn van een regeling die automatisch reageert op de sterkte, waarmee we een bepaalde zender ontvangen.



fig. 39

AUTOMATISCHE STERKTEREGELING

(afgekort A.S.R.), ofschoon automatische versterkingsregeling een betere benaming zou zijn (Engels: A.G.C., automatic gain control).

Deze regeling berust hierop: we construeren een toestel met een grote mate van versterking, hetzij een „rechtuit” ontvanger met $2 \times$ r.f., hetzij een superheterodyne, die in de volgende les besproken zal worden.

We zagen in zowel les 7 als les 8, dat diode-detectie van hoogfrequente signalen tot resultaat heeft: a) een laagfrequent signaal, dat we op de in les 6 beschreven manier verder versterken en b) een gelijkspanning, die tot nu toe niet gebruikt werd. De grootte van deze gelijkspanning hangt echter geheel af van de grootte van de amplitude van het hoogfrequente signaal; hoe groter dus het r.f. signaal is dat de detector bereikt, des te hoger is de gelijkspanning over de belastingweerstand R, zie fig. 23, blz. 8—14.

In werkelijkheid hangt het natuurlijk óók van de modulatiegraad af, hoe hoog die gelijkspanning wordt.

Bij een buisdioden zal de anode steeds negatief t.o.v. aarde worden (fig. 43); het ligt dus voor de hand, dat men deze gelijkspanning benut om de mate van versterking der beide r.f. buizen te regelen; de voor dit doel afgenomen spanning noemt men de regelspanning (pagina's 24 en 25, les 7). Gebruiken we een kristal-dioden, dan zullen we die zodanig dienen te schakelen, dat ook hierbij een negatieve regelspanning verkregen wordt (fig. 51, les 7).

Wat we nu doen is dit: Door de grote versterking waarmee een station binnenkomt zal de regelspanning groot zijn; met deze regelspanning brengen we de steilheid van de r.f. buizen omlaag en nu hebben we een toestel met geringe verster-

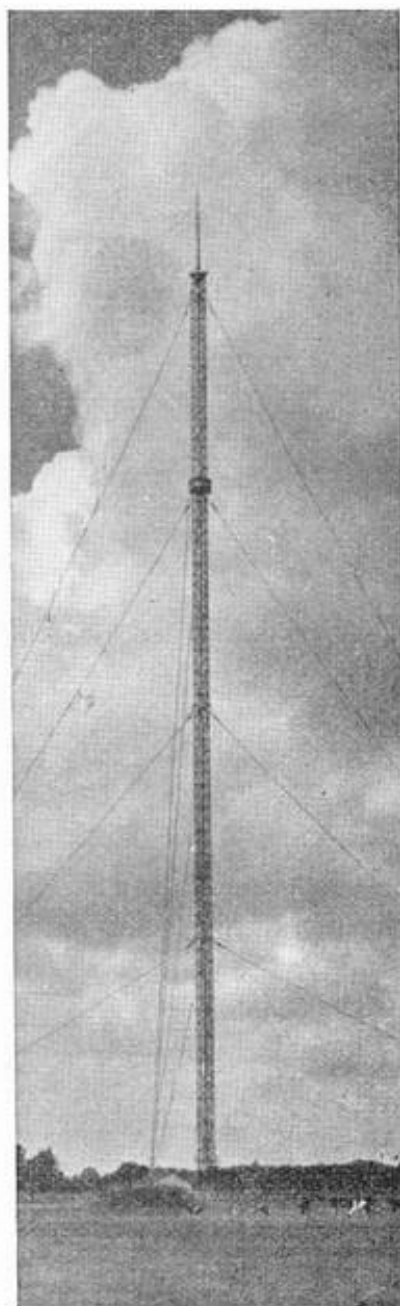


fig. 40

Eén der zend-antennes in Lopik, een typisch voorbeeld van een zelfstralende antennemast.

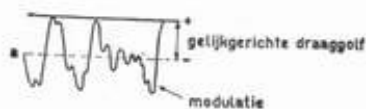


fig. 41

king, of juist gezegd: met een versterking, teruggebracht tot het noodzakelijke.

Loopt de ontvangststerkte terug, b.v. door fading, dan wordt de steilheid automatisch zóveel groter, dat weer een evenwicht wordt bereikt. Ook van het onderlinge verschil in sterkte, waarmee we de verschillende zenders ontvangen, bemerken we weinig door de toepassing van A.S.R.; we zullen slechts opmerken, dat een zwakkere zender vergezeld is door meer ruis en storing als gevolg van de grotere versterking.

Bij eenvoudige twee-kringers bestaat echter de kans, dat de volledige r.f. versterking onvoldoende blijkt om het a.f. signaal op de diode tijdens een diepe fading op het vereiste geluidsniveau te houden. Bij dergelijke toestellen loont het dus niet de moeite A.S.R. toe te passen; zij bezitten niet voldoende versterkingreserve.

We moeten uit het bovenstaande echter niet opmaken, dat het beluisteren van een verafgelegen zender tijdens sterke fading een waar genoegen zou zijn. Integendeel zullen bij max. versterking ruis en storing de overhand hebben.

In fig. 42 geven we nu een blokschema van een dergelijke

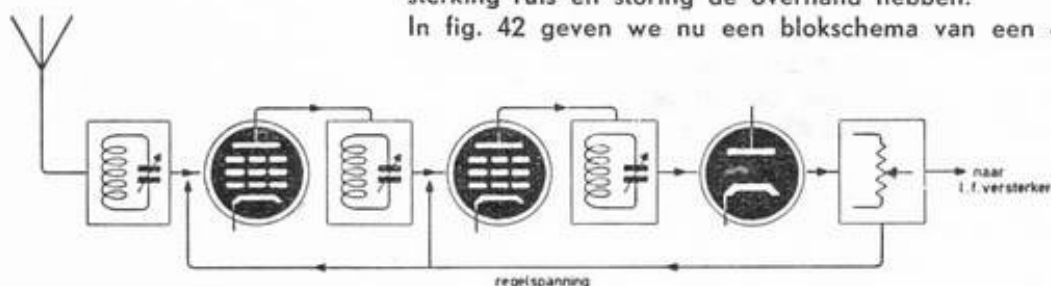


fig. 42

schakeling, doch gaan daarop nu niet verder in, omdat radio-ontvangers met $2 \times$ r.f. versterking praktisch niet meer gebouwd worden. Bij Superheterodyne ontvangers past men echter zonder uitzondering A.S.R. toe. We komen hierop vanzelf terug.

Bij de nog steeds populaire rechtuitontvanger zien we slechts één $\times$ r.f. versterking en daarachter een diode of, wanneer gebruik van terugkoppeling gewenst is, een triode of pentode als detector, met handregeling van de geluidsterkte. Daarachter komt een eenvoudig filter, om te beletten dat r.f. trillingen op het rooster van onze eindbuis belanden en daar overbelasting veroorzaken.

In fig. 43 zien we het principe van het hoogfrequente gedeelte van een dergelijke rechtuitontvanger met diode-detectie, waarbij gebruik gemaakt wordt van een afzonderlijke diodebuis.

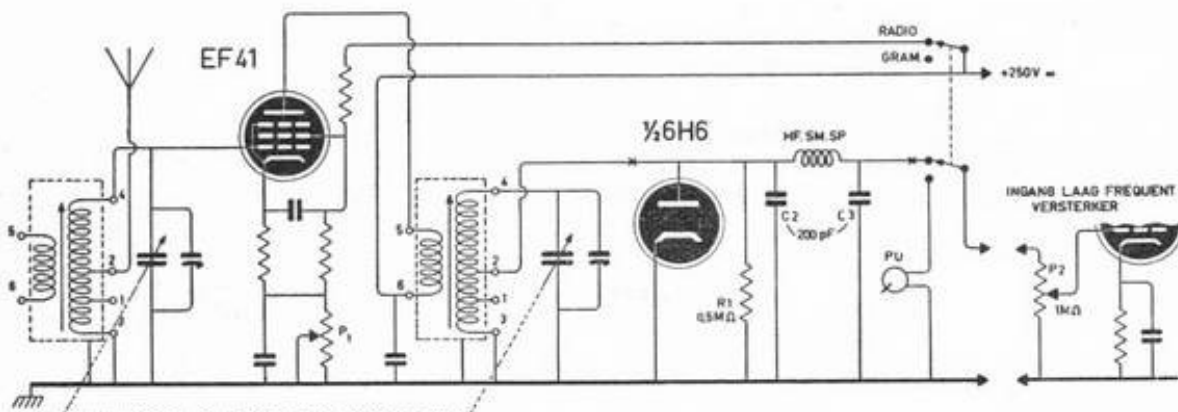


fig. 43

Er achter kan elke goede a.f. versterker gebruikt worden; bijvoorbeeld de in les 6 beschreven a.f. versterker (fig. 41), waardoor, vergeleken met de véél selectievere superheterodyne-ontvangers, kwaliteitsonvangst kan worden verkregen, helaas ten koste van de selectiviteit en gevoeligheid. Overbelasting van de diode is niet te vrezen; overbelasting van de 1e a.f. buis kan voorkomen worden door via de volumeregelaar P_2 de gewenste dosis a.f. spanning op het rooster te brengen. Met de potentiometer P_1 kan als regel de versterking van de eerste buis zo laag gehouden worden, zodat de buis-ruis, die helaas bij hoge versterking optreedt, laag gehouden kan worden. Het hoogfrequentfilter bestaat uit een r.f. smoorspoel S met twee afleidingscondensator-tjes C_2 en C_3 , elk van 200 pF naar aarde; afgezien van de waarden van condensator en smoorspoel is duidelijk de overeenkomst te zien tussen dit r.f. filter en het r.f. afvlakfilter in ons voedingsapparaat (blz. 4—11, fig. 30). De r.f. smoorspoel zou ook hier vervangen kunnen worden door een weerstand R_2 (fig. 43a en 44), die echter verlies in a.f. signaalspanning veroorzaakt; 0,1 megohm is een goede waarde. In fig. 45 zien we weer wáárom die a.f. spanning bij een weerstand daalt: er wordt een spanningsdeler gevormd. De condensatoren C_2 en C_3 kunnen, wanneer ze maar klein zijn, hier gerust buiten beschouwing gelaten worden. In fig. 46 en 47 laten we nog even zien hoe bij een té grote waarde van C_3 er voor de te hoge tonen in feite een parallelweerstand over P_2 komt te staan, waardoor voor deze de outputspanning daalt. Ook een te grote waarde van C_2 zal zich demonstreren als een parallelweerstand R_{c2} over het circuit, welke parallelweerstand natuurlijk slechts voor de hoge tonen aanwezig is (fig. 47); deze leggen dus het loodje.

In de formule, waarmee we de wisselstroomweerstand van een condensator berekenen, zien we: hoe hoger de frequentie, hoe lager de weerstand (blz. 3—20). Voor a.f. trillingen heeft een r.f. smoorspoel inderdaad véél lager weerstand, maar smoorspoelen plegen duurder te zijn dan weerstanden. De scheidingscondensator C_4 is nodig om de gelijkspanning, die bij de gelijkrichting over P_1 ontstaat, te scheiden van het rooster van B_2 , daar dit anders een te hoge of te lage negatieve rooster spanning zou krijgen; een waarde van 10.000 pF is uitstekend.

Het voordeel van het hier besproken schema is wel, dat een pickup gemakkelijk aangesloten kan worden; het is echter wel wenselijk, dat deze p.u. afgeschakeld kan worden bij radio-ontvangst en omgekeerd. Gewoonlijk wordt het schermrooster van de r.f. buis van de hoogspanning afgeschakeld, daardoor wordt elke ontvangst onmogelijk. De 2 schakelaars zijn in de tekening door een streeplijntje verbonden. Dit betekent, dat ze onderling mechanisch gekoppeld zijn en niet afzonderlijk bediend behoeven te worden. (Zie ook de twee op één as geplaatste afstemcondensatoren).

Als alternatief is tevens de schakeling getekend met een germaniumdioden in fig. 43a, waarin de r.f. smoorspoel door een weerstand werd vervangen. In verband met het laag-ohmige karakter van de diode wijken de weerstand- en condensatorwaarden af van de bij een buis-dioden toegepaste waarden.

RECHTUITONTVANGER

In de regel gebruikt men echter meestal een triode of a.f. pen-

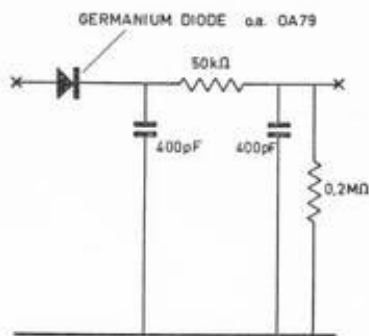


fig. 43a

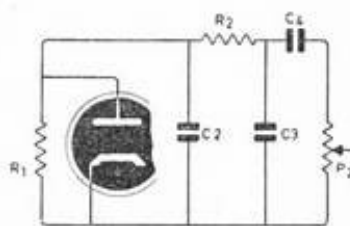


fig. 44

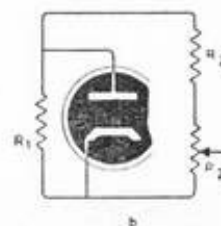


fig. 45

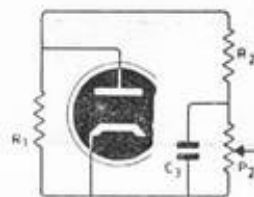


fig. 46

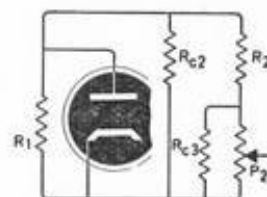


fig. 47

tode als detector in een rechthoek-tweekringer en een aan de praktijk getoetst schema volgt in fig. 50.

We zien hier in de eerste plaats een tot nu toe onbesproken methode om de mate van terugkoppeling te regelen in de potentiometer R_5 (47.000 ohm). Het is wel duidelijk, dat het gebruik van een weerstand in feite niets afwijkt van een variabele condensator van 300 pF; het is echter geen capacatieve weerstand maar een ohmse, die hier hetzelfde doel kan bereiken en om constructieve redenen is toegepast. Wel is het noodzakelijk het condensatortje C_{12} in de kring op te nemen, om te voorkomen, dat de anodespanning van buis 2 met de aarde verbonden zou worden.

ZEKERINGEN

Ook de voeding voor anodestroom en gloeistroom levert geen nieuwe gezichtspunten; wel zien we eenzekering in de stroomkring van de primaire wikkeling van de nettransformator.

Een dergelijk nuttig artikel werd tot dusver niet besproken maar in feite is het een onmisbare beveiliging van onze vrij kostbare netvoedingsapparaten. Alszekering werd vroeger vaak een normaal rijwiellampje van 0,4 amp (400 mA) gebruikt: Wanneer er een sluiting in ons apparaat ontstaat, zal het prompt doorbranden, zoals het ook betaamt, maar er bestaat een kans, dat er een vlamboogje blijft staan tussen de twee steundraadjes op het glaskneepje in het ballonnetje en dan brandt onze transformator toch nog uit.

Buitengewoon aantrekkelijk zijn de kleine Belling-Lee zekeringetjes, Minitrip genaamd (fig. 48). Eigenlijk moesten we

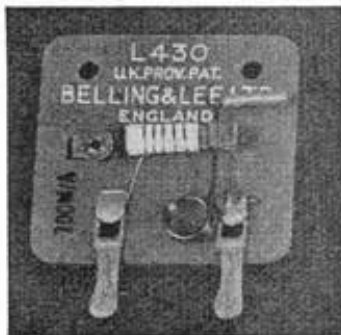


fig. 48

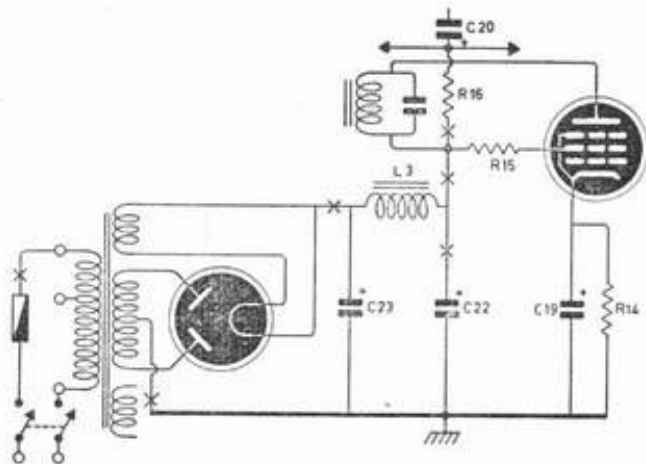


fig. 49

deze dingen op meerdere plaatsen in ons toestel aanbrengen en stellig op de plaatsen gemerkt met X in bijgaand voedingschema (fig. 49); gaat er dan b.v. een elco naar de eeuwige jachtvelden, dan blijven buis en trafo gespaard. En we kunnen deze zekeringetjes ons hele leven dóórgebruiken, want ze berusten op de werking van een stripje z.g. bimetaal, dat door een dun draadje, opgenomen in de te beveiligen stroomkring, verwarmd wordt.

Wordt de stroom te hoog, dan buigt het stripje zich krom en wordt de stroom automatisch verbroken. Is de sluiting opgeheven, dan trekt het stripje weer recht en de verbinding is weer hersteld. Ze bestaan voor verschillende stroomsterkten.

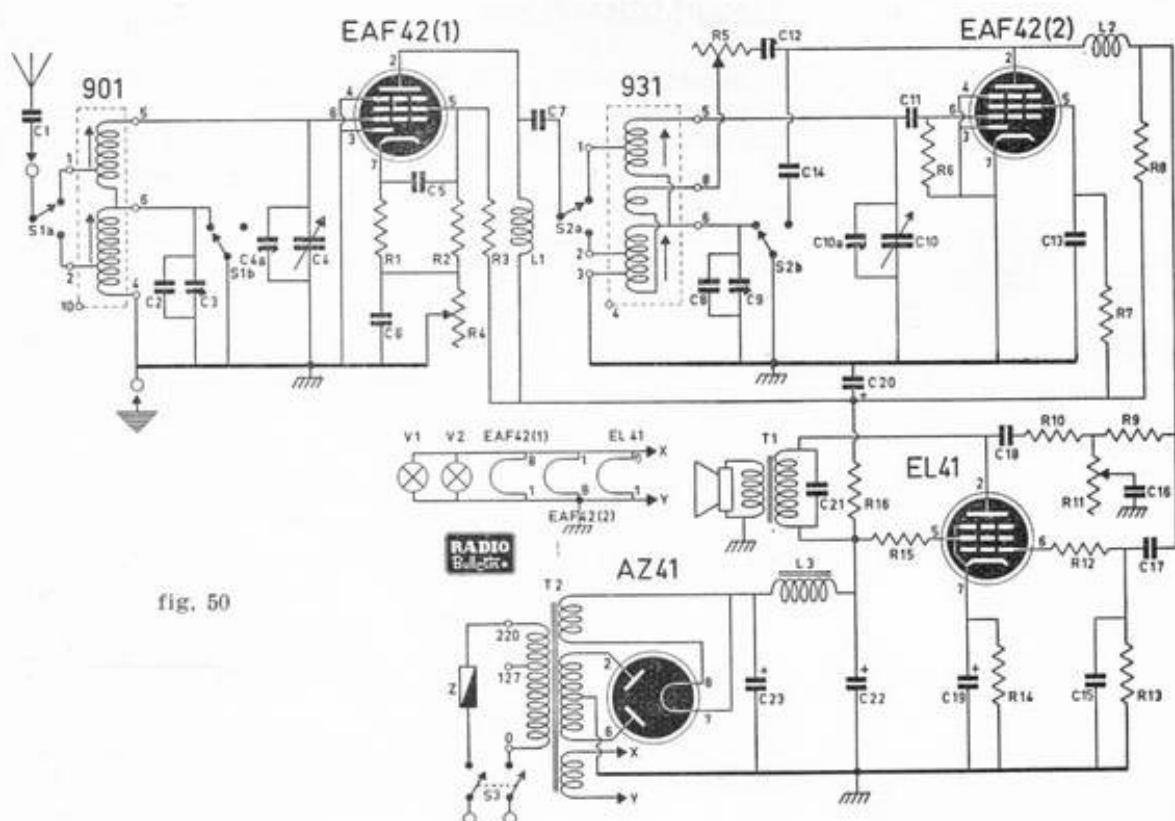


fig. 50

SCHEMASLEUTEL

C 1-7-11	100 pF keram. L.C.C.
C 2-8	22 pF keram. L.C.C.
C 3-9-12	3...30 pF luchttrimmer
C 4a-10a	trimmers op afstemcondensator
C 4-10	afstemcondens. (Novocon type DC 203 of 206)
C 5-6-13	0,02 μ F papier Facon
C 14	47 pF keram. L.C.C.
C 15-18	220 pF keram. L.C.C.
C 16	1000 pF papier Facon
C 17	0,01 μ F papier Facon
C 19	100 μ F elco 12 V Novocon
C 20	16 μ F elco 450 V Novocon
C 21	2000 pF papier Facon
C 22-23	16 + 16 μ F elco 450 V Novocon
R 1	330 Ω $\frac{1}{2}$ W Vitrohm
R 2-3	22 k Ω 1 W Vitrohm
R 4	15 k Ω potm., omg. log., Vitrohm KV3
R 5	47 k Ω potm. lin. Vitrohm KV2
R 6-10	1 M Ω $\frac{1}{2}$ W Vitrohm
R 7	1 M Ω 1 W Vitrohm
R 8	220 k Ω 1 W Vitrohm
R 9	100 k Ω $\frac{1}{2}$ W Vitrohm
R 11	470 k Ω potm. log., met schak. Vitrohm P 56
R 12	1 k Ω $\frac{1}{2}$ W Vitrohm
R 13	680 k Ω $\frac{1}{2}$ W Vitrohm
R 14	180 Ω 1 W Vitrohm
R 15	100 Ω $\frac{1}{2}$ W Vitrohm
R 16	4,7 k Ω 1 W Vitrohm
L 1-2	r.f. smoorsp., ca. 0,1 H (Novocon F4)
L 3	smoorspoel, 6 H; 60 mA (Muvolett 6006)
T 1	uitg.transf. 7 k Ω prim. (Muvolett)
T 2	voedingstranf. (MuVolt type P 120-D)
S 1-2	golfschak., 2 (of 3) standen 2 x 2 secties
S 3	netschak. op R11
V 1-2	verlichtingslampjes, 6,3 V (8045 D)
Z	smeltveiligheid, $\frac{1}{4}$ à $\frac{1}{2}$ A

Punt 4 van de bus om spoel 931 dient nog met chassis verbonden te worden. De pijltjes langs de spoelen duiden er op, dat de zelf-inductie door middel van poederijzerkerntjes bijgesteld kan worden. De diodes in de beide buizen EAF 42 worden hier niet gebruikt en zijn met de katoden verbonden.

C 18, C 16, R 9, R 10 en R 11 vormen het klank-regel- en tegenkoppel-circuit.

Afstemcondensatoren C4-C10 zijn op één as geplaatst; verbindingslijnen worden terwille van de duidelijkheid in de schematekeningen meestal weggelaten.

AAN/UIT-SCHAKELAAR

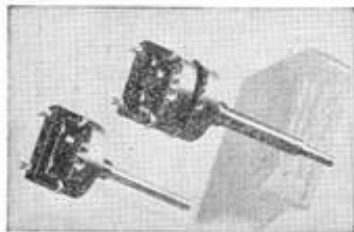


fig. 51

De schakelaar, waarmee we het toestel aan- en uitschakelen, is in de meeste gevallen gecombineerd met de volumeregelaar. Een gelukkige combinatie is dat niet; het aan- en uitdraaien is routinewerk en gaat zeer snel om niet te zeggen wild en moet zeer vaak plaatsvinden. Nu kan de schakelaar daar goed tegen, maar het uiterst dunne laagje kool in de volumeregelaar heeft daardoor een vroegtijdig einde. Beter zijn de potentiometers gecombineerd met trek-druk schakelaars (Vitrohm) waarbij de as in- en uitgetrokken kan worden om het toestel aan- en uit te schakelen zonder de eigenlijke potentiometer, waarvoor dezelfde knop dient, te verdraaien (fig. 51).

AFSTEMBEREIKEN

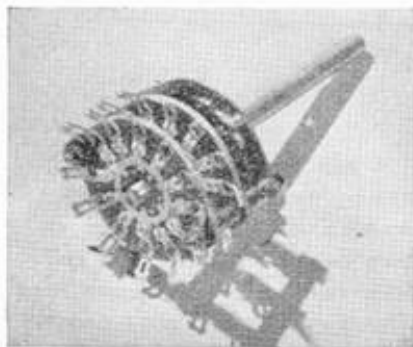


fig. 52

Het voornaamste punt waarop dan ons oog valt, is de mogelijkheid om van twee of meer afstembereiken gebruik te maken, b.v. voor de ontvangst van de middengolven en de lange golven, somst vermeerderd met het kortegolf-gebied of de visserijband, waarin ook het telefonieverkeer der amateur-zenders valt (80 m band). (De andere amateurbanden mogen slechts worden benut voor morse-verkeer.) Het is gewoonte om dan de spoeltjes voor het m.g. gebied en voor het l.g. gebied in éénzelfde busje onder te brengen, met de daarbij behorende wikkelingen voor antennekoppeling en terugkoppeling. Vaak plaatst men deze spoeltjes met de velden loodrecht op elkaar; een ongebruikte spoel, gekoppeld met een wel gebruikte spoel, heeft nl. soms de ongewenste neiging energie daaruit te absorberen, hetgeen natuurlijk verlies betekent. Het spreekt vanzelf, dat een dergelijk spoelbusje slechts de spoelen mag bevatten die tot één kring behoren; bij een meerkringstoestel krijgen we evenzoveel busjes als er kringen zijn.

MEERPOLIGE BEREIKEN-OMSCHAKELAAR

Door middel van een meerpolige omschakelaar (fig. 52) kiest men dan de spoelen voor het gewenste gebied; bezit een toestel meerdere trappen, dan moeten die trappen onderling afgeschermd zijn, maar... ook de schakelaars uit de opvolgende kringen mogen elkaar niet zien!

Een dergelijke schakelaar bestaat uit meerdere z.g. secties (fig. 53). Wanneer omgeschakeld moet worden: antennekoppelspoel, roosterspoel 1e kring; koppelspoel 2e kring; roosterspoel 2e kring en terugkoppelspoel, dan zijn er 5 secties nodig. Aan de éne kant van 't scherm, dat natuurlijk geaard moet worden, komen: antennekoppelspoel of antenne-aftakking, roosterspoel 1e kring; de rest aan de andere kant. De as van de schakelaar steekt door het scherm.

Elke sectie bestaat weer uit 1 moedercontact + zoveel contacten als er bereiken zijn. Hebben we dus lange golf, middengolf en kortegolf, dan zijn er 3 contacten (= standen van de schakelaar.)

Wensen we daarnaast met dezelfde spoelomschakelaar b.v. een pickup aan te sluiten, dan geschiedt dat in de 4e stand; er is dan een extra sectie nodig om de ingang van het a.f.

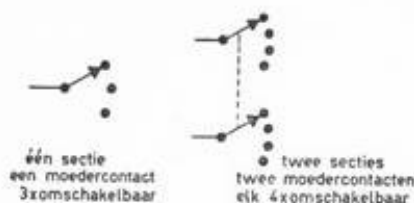


fig. 53

deel van ons toestel in die 4e stand met de pickup te verbinden; bij de overige 3 standen wordt de a.f. versterker op de detector aangesloten en is de pickup dus uitgeschakeld. Het is beslist nodig bij pickup-gebruik de detector uit te schakelen en omgekeerd bij radio-gebruik de pickup; slechts op deze wijze kunnen vervormingen en ongewenste combinatie van radio- en fonomuziek vermeden worden. Denk maar eens na: laten we bij radio-ontvangst de pickup ingeschakeld staan, dan ontvangt óók die pickup a.f.-trillingen; hij werkt dan als een slecht luidsprekertje en geeft daarnaast een extra belasting op het diodecircuit.

Gebruiken we de pickup en kan er radiomuziek doordringen, nu, dan is verdere verklaring overbodig. Doch al is de antenne afgeschakeld en kan er géén radiomuziek doordringen, dan kan een deel van de output van de pickup weer gelijkgericht worden, voornamelijk het hoge register. En ook dat is ongewenst. In fig. 43 is de noodzakelijke omschakeling te zien.

Een punt waarop we nog moeten wijzen is, dat elk golfbereik zijn eigen trimmer bezit, om in alle bereiken gelijkloop mogelijk te maken. We bereiken dit, door over elke spoel een trimmer te schakelen; beide worden dan steeds tegelijk omgeschakeld. Gebruikt men een variabele condensator, waarop reeds trimmers gemonteerd zitten, dan regelen we die af op het kortste bereik; voor elk ander bereik dat we later moeten afregelen staan genoemde reeds ingestelde trimmers dus steeds parallel, omdat ze niet uitgeschakeld kunnen worden. Wij draaien daar dan niet meer aan, doch stellen de voor dat andere bereik extra aanwezige trimmers afzonderlijk in.

PROEFDRAAIEN

Goed, alles staat gemonteerd en wel op 't chassis. Nu moeten we er goed aan denken, dat er maar één manier is om de condensator en de bijbehorende schaal aan elkaar te koppelen. We draaien het boutje, waarmee de aandrijftrommel van de afstemschaal op de condensatoras vastgezet wordt niet aan; eerst duwen we voorzichtig de draaibare platen van de condensator met de hand helemaal in, dus naar binnen. Dan draaien we de afstemknop zó, dat de wijzer op het eind van de op de glasplaat gedrukte schaalverdeling staat (voorbij Budapest dus). Dan pas draaien we het (of de) aanzetboutje(s) vast aan en zijn schaal en condensator op de juiste manier gekoppeld. We zullen verderop zien, hoe we de schaal kloppend maken met de diverse zenders door middel van verstelbare ijzerkerntjes en trimmers. We mogen echter de verbinding tussen schaal en condensator niet meer veranderen; die beiden blijven één geheel vormen!

Begin, wanneer het een toestel met voedingstransformator betreft, met de gelijkrichtbuis er maar weer uit te halen en sluit dan de netspanning aan, nadat nog eens gekeken is of de aansluiting op onze transformator overeenkomt met onze netspanning. Zorg voor een stil plekje als 't toestel voor 't eerst beproefd of afgeregeld moet worden: lichte knettergeluidjes geven vaak een aanwijzing dat er iets niet klopt.

Buizen moeten gaan gloeien, schaalverlichting branden. Steek één hand in uw broekzak en houdt dat tot gewoonte, dan kunt U nooit hoogspanning en chassis tegelijk aanraken (fig. 54). Doe geen domme dingen, zoals b.v. schaalverlichtinglampjes te laten branden op de wikkeling van de gelijkrichtbuis: vroeg of laat is dat vergeten en eerst bij het uit-



fig. 54

wisselen van een defect lampje schiet het weer op gevoelige wijze in ons geheugen.

Wanneer we gewone 6-volts lampjes op de 6.3-volts wikkeling laten branden plegen die schaalampjes overigens spoedig ter ziele te gaan; neem daar gerust 8-volts lampjes voor, ze gaan tienmaal zo lang mee en branden wat minder fel; ons toestel behoeft toch niet op een kerstboom te lijken.

Goed, 't licht en de buizen „branden”; we draaien de zaak weer uit, halen de steker uit de wandcontactdoos en plaatsen de gelijkrichter in 't toestel.

Steker weer in wandcontactdoos, hand weer in de broekzak, schakelaar aan. Er mag geen abnormale brom uit de luidspreker komen, maar 't mag ook niet volmaakt stil zijn. Houdt de gelijkrichtbuis in 't oog: wordt die erg rood of is 't erg stil, steker dan weer uit 't net! Gebruik ook Uw neus; schroeiluchtjes of de reuk van smeltende was zijn verdacht! Maar pas op, raak niet aan hoogspanningsdraden, soldeerpuukels op de transformator e.d., want nú heeft de gelijkrichter gewerkt en kunnen de condensatoren nog geladen zijn. De tegenwoordige elco's kunnen deze lading heel lang bewaren. Blijkt het, dat we aan de hoogspanning moeten gaan solderen, ontlad ze dan vooraf door een weerstand van b.v. 1000 Ω tussen het hoogspanningscircuit en aarde te houden. Nóóit met een stukje koperdraad ontladen, want dan bestaat er grote kans dat de elco's sneuvelen. Ga dan een meter halen en onderzoek de spanningen; zoek waar géén spanning komt die er wél zijn moet. En begin altijd de meter op 't hoogste bereik te schakelen, b.v. op 500 volt; als U nauwkeurig wilt meten, schakel dan pas later naar een lager bereik, maar begin met 't hoogste; er mochten eens onverwacht hoge spanningen op een bepaald punt staan en dan is de meter overleden.

In 't andere geval: de zaak werkt wél. Een lichte brom komt uit de luidspreker. Houdt die hand toch maar in de broekzak. Sluit de antenne aan op de daarvoor bestemde plaats, dus niet per ongeluk in de aarde-bus. 't Zou de eerste keer niet zijn, maar U hoort beslist niets. Begin 't middengolfgebied in te schakelen; daar is de meeste kans. Eén der beide Hilversumse zenders zal zich stellig ergens laten horen. Is 't die van 298 m probeer dan door het verdraaien van één der beide trimmers wat meer geluid te krijgen. Let voorlopig maar even niet op het kloppen van de schaal. Nu moeten we ons even op de geluidskwaliteit concentreren. Is die bepaald slecht, controleer dan eerst even de negatieve roosterspanning van de eindbuis. Meet voor alle zekerheid de anodestroom van de eindbuis, door de meetstiften van onze mA-meter op de beide primaire aansluitpunten van de uitgangstransformator te houden. We maken dan een geringe meetfout maar kunnen toch een conclusie trekken. Hebben we weer goed geluid, dan gaan we de gelijkloop verzorgen. We noemen dat:

HET AFREGELN VAN EEN RECHTUITONTVANGER

Bij het afregelen van ontvangers is in principe een meetzender nodig (blz. 8—5, fig. 7), maar zónder dat gaat 't ook wel bij dergelijke rechtuitontvangers.

We krijgen nu 2 punten te combineren, nl. grootste geluidsterkte, dus gelijkloop van de 2-voudige condensator op alle zenders én: het kloppen van de schaal met die zenders.

We hebben gezien dat het verloop van de capaciteitstoename van een condensator volgens verschillende richtlijnen door

de fabrikant bezien kan zijn: voor het kloppen van de schaal-aanwijzingen met de werkelijkheid is het absoluut noodzakelijk dat de fabrikant van de schaal van hetzelfde principe is uitgegaan en dat niet alleen, maar dat ook de spoelen een voor die condensatoren passende zelfinductie bezitten.

In Frankrijk zijn afzonderlijke fabrieken, die respectievelijk schalen, spoelen en variabele condensatoren vervaardigen; men heeft daarbij een prijzenswaardige onderlinge afspraak omtrent de standarisatie en alle spoelen, condensatoren, schalen e.d. zijn zonder kans op een débâcle door elkaar te gebruiken.

Maar... deze standaard klopt weer niet met de onze, de Engelse of de Duitse.

In feite komt het verhaal hierop neer: koop alles van éénzelfde fabrikant.

Voor de montage is het kopen van een geboord chassis het minst pijnlijk, vooral wanneer we dit kunnen betrekken van de fabrikant die óók de schaal en andere onderdelen levert. Nu draaien we eens verder om te zien of Brussel op 484 m zich laat horen, tenminste als 't avond is! Zit dat allemaal goed, breng dan de schaal in orde door o n d e r in 't bereik orde op zaken te stellen: zet de wijzer op de Hilversum-zender van 298 m.

Horen we de zender dan niet meer, geen bezwaar, we verdraaien de beide t r i m condensatoren totdat Hilversum goed te horen is; draai dan l a g e r op een station dat te identificeren is in de buurt van 250 m en kijk of de schaal klopt. Meestal is dit niet zo: onze 298 m zender geeft een te brede afstemming om de schaal daarop kloppend te maken. We vinden nu wel een der sterkere Engelse omroepzenders; klopt de schaal nu niet, verdraai de condensator dan totdat de wijzer op de naam van de zender staat. Meestal is die zender dan veel zwakker geworden; verdraai dan de trimmers net zo lang totdat de geluidsterkte maximaal is.

Blijkt dat het betrokken station helemaal niet meer te horen is wanneer de wijzer op zijn plaats staat, zet de wijzer dan wat terug en „versleep” de zaak door telkens om de beurt de trimmers bij te regelen en de wijzer een weinig naar de goede richting te draaien. We houden op die manier de zender even vast zonder hem te „verliezen”.

Kijk dan eens of Brussel (Frans) 484 m op zijn plaats zit. Is dit niet zo, dan zijn de ijzerkerntjes in de spoelen blijkbaar per ongeluk of uit behoefte om „ergens” aan te draaien, ontregeld, terwijl ze in de fabriek zo keurig afgeregeld waren op de juiste zelfinductie! Laat de wijzer op de schaal op Brussel staan en draai dan voorzichtig met een schroevendraaier van isolatiemateriaal aan de middengolf-kerntjes; lees eerst op het foldertje dat bij de spoelen gepakt was, welke de middengolf-spoel is. Verdraai eerst de kern van de 2e kring, dan pas die van de antennekring. Zit Brussel v e r naast zijn plaats op de schaal, ga dan weer „slepen”; verdraai de schaal telkens een klein beetje naar de juiste plaats en „haal hem in” door de ijzerkerntjes te verdraaien: naar rechts als we b o v e n zijn goede plaats op de schaal zitten en naar links als we e r o n d e r zitten.

Denk maar even na: „erboven” betekent: de condensator staat te ver in, zelfinductie dus te klein.

Dus: kern i n s c h r o e v e n = zelfinductie v e r g r o t e n. Na dit manipuleren met de ijzerkerntjes dienen we beneden

Waarom regelen we nu bij geheel uitgedraaide stand van de afstem-C's de kringen af met de trimmers en bij geheel ingedraaide stand met de spoelkerntjes?

Wel, omdat in 't eerste geval een kleine verandering van de relatief grote zelfinductiewaarde slechts geringe invloed op het L—C-product uitoefent; in het laatstgenoemde geval echter heeft een kleine verandering van de capaciteitswaarde geringe invloed op het L—C-product.

Bij het afregelen is dit duidelijk merkbaar; met behulp van de formule van Thomson is het bewijs gemakkelijk te leveren.

in 't bereik, dus bij ca. 250 m, de trimmerstand weer kloppend met de schaal te maken; is dit in orde, dan blijkt de zaak boven (bij Brussel Frans) niet meer te kloppen! We moeten deze bewerkingen dan ook enige malen herhalen; 't verschil wordt dan steeds kleiner en verdwijnt tenslotte geheel. Denk er tenslotte om dat we n o o i t de schaal t.o.v. de draaibare condensator verstellen!

Wij zullen bij deze „afregelarij” wel ontdekken, dat de afstemming van de antennekring veel minder scherp is dan van de daarna volgende kring(en). Het afregelen van het l a n g e g o l f g e b i e d verloopt volgens precies dezelfde richtlijnen als aangegeven voor 't middengolfgebied. Het lijkt echter wel of de selectiviteit hier geringer is. In feite is dit niet zo; er kunnen echter in het langegolfgebied van 300—150 kHz véél minder zenders worden ondergebracht en dus bestrijken deze zenders individueel méér ruimte op de schaal.

Het kortegolfgebied in omroepontvangers omvat als regel het gebied van 13—55 m ($2,3 \text{ MHz} = 2300 \text{ kHz}$ tot $5,4 \text{ MHz} = 5400 \text{ kHz}$).

De afregeling van dit bereik kan in den regel door het zonder meer bijstellen van de trimmers geschieden; poederijzerkern-tjes voor het bijregelen van de zelfinductie treft men hier zelden aan. In sommige gevallen zijn er reeds trimmers op de variabele afstemcondensator gemonteerd. Deze dienen dan voor 't afregelen van 't kortegolfbereik. Dit bereik dient dan te worden afgeregeld vóór het lange- of middengolfbereik; bij het afregelen van beide laatste bereiken mogen de opgebouwde trimmers op de afstemcondensator niet meer verdraaid worden. Want in feite blijven deze kortegolftrimmers dan steeds p a r a l l e l staan met de trimmers van één der beide andere ingeschakelde bereiken.

BANDSPREIDING

Het afstemmen van kortegolfstations gaat bij de normale omroepontvanger, waarin een variabele condensator van $2 \times 470 \text{ pF}$ is aangebracht, niet zo elegant: de sterkte en selectiviteit zijn wel voldoende, maar de zenders liggen zéér dicht bij elkaar en op de schaal kunnen de namen niet vermeld worden als gevolg van plaatsgebrek en opeenhoping. Feitelijk mag een condensator voor kortegolfafstemming niet groter dan 100 pF zijn. Een goede fijnregelknop, die een vertraging geeft van b.v. 1 : 50, maakt weliswaar nauwkeurige afstemming mogelijk bij gebruik van een afstemcondensator van ca. 500 pF , die toch in onze ontvanger aanwezig is voor de andere bereiken, maar de identificatie blijft toch moeilijk. Om deze te vergemakkelijken, passen we daarom b a n d s p r e i d i n g toe, waardoor het mogelijk wordt een bepaald deel van het bereik als het ware „uit te rekken”. Bij de omroepontvangers doen we dat vaak voor de 13, 16, 19, 25, 31, 41 en 48 m band; radiozendamateurs zijn weer meer geïnteresseerd in de 10, 20, 40 en 80 m banden. Elke band krijgt dan natuurlijk een eigen schaal.

In principe kunnen we bandspreiding toepassen door hetzij de zelfinductie een zeer kleine variatie te geven, hetzij door de variabele condensator slechts een weinig te variëren.

Een kleine spoelvariatie brengen wij b.v. tot stand door in serie met de hoofdspoel een seriespoeltje van geringe zelfinductie op te nemen en daarvan b.v. met een verschuifbaar ijzerkerntje de zelfinductie te variëren (fig. 55).

We kunnen het mechanisme, waarmee we de verschuiving tot stand brengen, met een afzonderlijke afstemschaal koppelen en op die manier de stations identificeren. Een soort permeabiliteitsafstemming dus (fig. 55).

Met de omschakelbare vaste condensatoren brengen we vóór af de kring in de gewenste band (fig. 56).

De andere methode vereist het parallelschakelen van een zeer klein condensatortje aan de hoofdafstemcondensator (fig. 57); ook dit kleine condensatortje, dat dus op een trimmer lijkt in zijn werking maar op een afstem-C in zijn constructie, koppelen we aan een schaal. Met de hoofdafstemcondensator of beter nog met omschakelbare spoeltjes en een vaste parallel C (fig. 58) (om een gunstige L—C-verhouding te krijgen) brengen we de kring ruw in de gewenste band; de neven-C verschaft ons dan de spreiding.

Beide methoden als bovenbeschreven laten zich natuurlijk ook in 2- of meerkringers toepassen: door genoemde afstemorganen mechanisch te koppelen, blijft ook voor de bandspreiding éénknopsafstemming gehandhaafd. Het spreekt vanzelf, dat bij meerkringers elke vaste C óók van een trimmertje voorzien moet zijn om de gewenste gelijkheid der kringen te verkrijgen!

BOUWONTWERP RECHTUITONTVANGER

Teneinde een indruk te geven van een moderne tweekringer volgt hier nog de beschrijving van de DUOMAX ontvanger, die in het novembernummer 1953 van Radio Bulletin werd besproken als een nieuwe telg van het MK-gezin. Het schema bespraken we reeds in deze les (zie fig. 50); we zullen ons nu verder bepalen tot het vermelden van enige constructieve details; de bijgevoegde foto's spreken overigens voor zichzelf. Als chassis kan hier hetzelfde chassis worden gebruikt als voor de Novalette en Triolet, recente supers van dezelfde herkomst; ook dezelfde schaal blijkt hier bruikbaar, terwijl het Rialto-kastje als eventueel onderdak werd genoemd.

De schakeling bevat evenwel enige kleine bijzonderheden. Wanneer we, zoals hier het geval is, de steilheid van een buis regelen door middel van een regelspanning op het rooster, dan heeft dat als onaangenaam bijverschijnsel, dat de capaciteit tussen rooster en kathode zich wijzigt, hetgeen er op neerkomt, dat de afstemming van de L—C-kring verandert. Nu kunnen we, door een tegenkoppeling toe te passen op de r.f. versterkerbuis dit bezwaar grotendeels ontkomen, zodat de goede gelijkloop der kringen behouden blijft.

De vorm waarin deze r.f. tegenkoppeling wordt toegepast, is het niet-ontkoppelen van het vaste gedeelte van de kathode-weerstand, namelijk R_1 . Hierover bevindt zich dus géén condensator.

Overigens gaat dit grapje slechts op, wanneer de afstemspoelen van zeer goede kwaliteit zijn. De opslinging moet dus hoog zijn en men zegt dan: de spoel heeft een hoge Q; bij de Mu-core spoelen is dit inderdaad het geval.

Verder is het r.f. filter (C_{14} — L_2 — C_{15}) in de anodekring van de detector ietwat ongewoon geschakeld.

De eerste condensator is nl. alleen werkzaam voor LG, waardoor een soepeler regeling van de terugkoppeling voor beide bereiken wordt verkregen. De tweede condensator is zo dicht mogelijk bij de eindbuis aangebracht, nl. parallel aan de roosterweerstand R_{13} . De eindtrap is tegengekoppeld via C_{18} — R_{10} — R_9 en wel frequentie-afhankelijk; door de aanwezig-

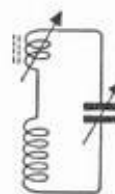


fig. 55

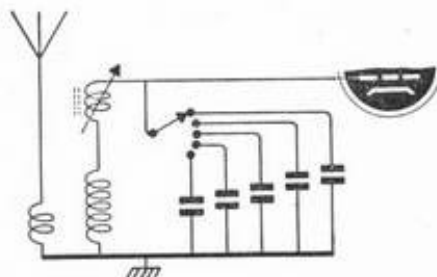


fig. 56

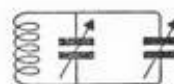


fig. 57

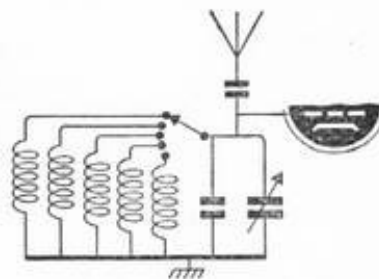
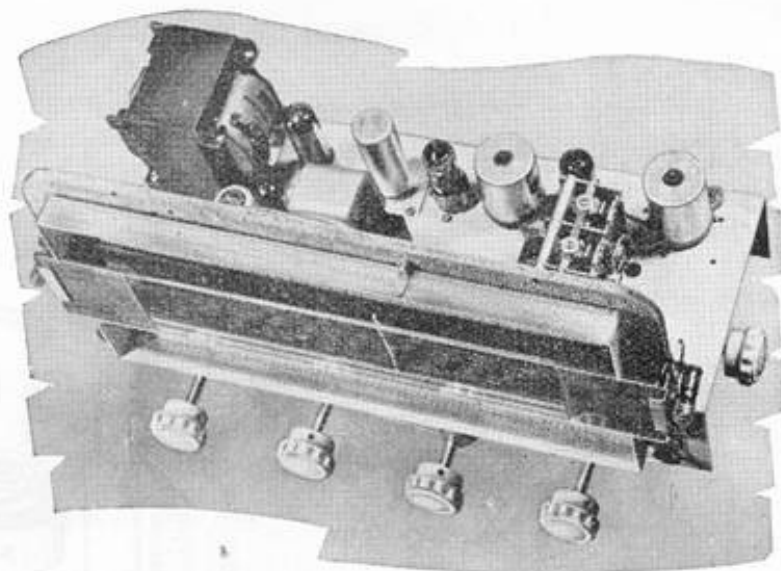


fig. 58



heid van C_{13} worden de lage tonen geaccentueerd, terwijl de klankregelaar R_{11} in combinatie met C_{16} de weergave van de hoge tonen meer of minder verzwakt.

Voor r.f.- en detectorbuis werd het type EAF42 gekozen omdat dit algemeen verkrijgbaar is. Aangezien de dioden niet worden benut kan men natuurlijk evengoed het type EF41 toepassen zonder dat er iets aan de schakeling behoeft te worden veranderd.

DE BOUW

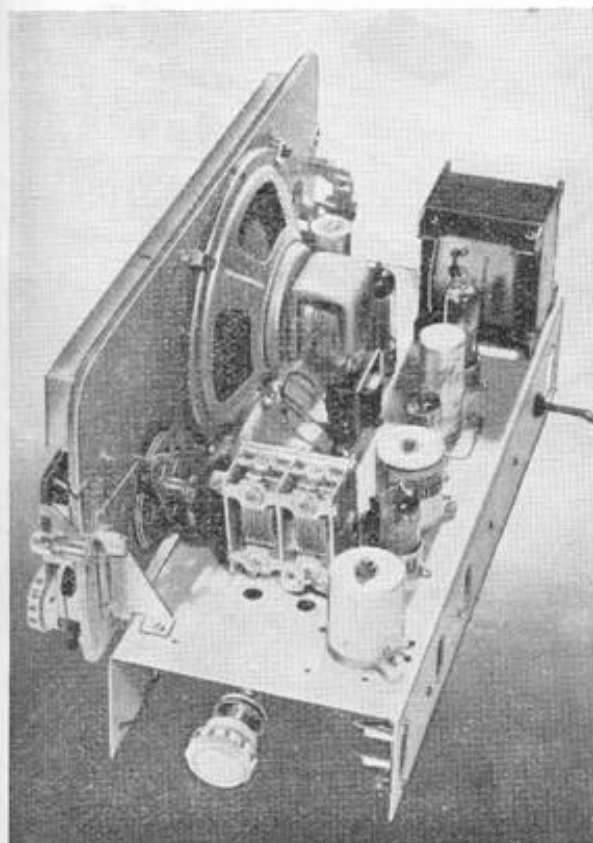
Uit bijgaande tekeningen blijkt duidelijk, hoe de verschillende onderdelen op het in de handel verkrijgbare chassis (Novocon type CH 53) moeten worden opgesteld. Men behoeft slechts enkele gaatjes bij te boren.

De golfschakelaar wordt op het bij het chassis behorende afschermingschotje gemonteerd en wel zo, dat dit zich midden tussen de schakelaarplaatjes bevindt. De schakelaar moet dus gedeeltelijk worden gedemonteerd en de afstandbussen tussen de secties moeten worden doorgezaagd. In de bouwtekening is dit schermpje duidelijkheidshalve weggelaten; het moet worden bevestigd naast de r.f. buishouder en dicht bij de bevestigingsbout van de afstemcondensator. Let er echter op, dat het gat — bestemd voor de leiding naar 't aardcontact van deze condensator — niet wordt bedekt. Monteer de buishouders zodanig, dat hun contacten in de juiste positie komen te liggen, zoals in de bouwtekening is aangegeven. Let er op, dat de spoelbussen goed contact maken met chassis, vergeet niet de hiervoor bestemde klemmen te monteren.

Houdt de bedrading van de spoelen naar schakelaar en afstemcondensator zo kort mogelijk, maar let er op, dat de leidingen van laatstgenoemde naar de spoelcontacten no. 5 nergens met het chassis in aanraking kunnen komen, ook al zijn zij met isolatiekous overtrokken, want dit kan de kringverliezen aanmerkelijk vergroten met als gevolg: verminderde selectiviteit en gevoeligheid.

AFREGELING

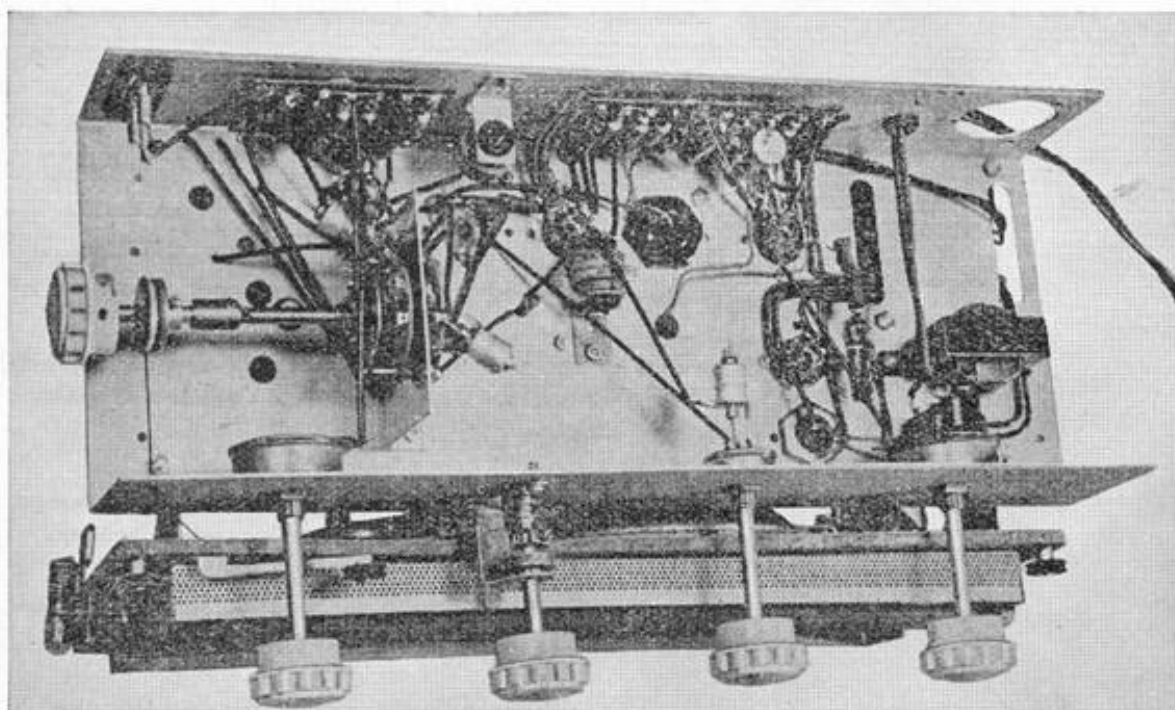
Ofschoon de afstemschaal (met glasplaat no. 4040) feitelijk is geijkt voor superhet-spoelen, blijkt toch nog 'n heel behoorlijke aanwijzing mogelijk voor deze rechtuit-ontvanger, het-



geen voor een groot deel is te danken aan de regelbare zelf-inductie van de 901 en 931 spoelen. Indien men de trimmers C_{4a} en C_{10a} afregelt op Brussel IV (1511 kHz) in het MG-bereik en de kernen boven in de spoelen instelt voor Brussel I (620 kHz), dan wordt een redelijk kloppende schaal-aanwijzing verkregen waarbij geen der stations „naast zijn blokje” komt. Als het MG-bereik geheel naar wens is afgeregeld wordt het LG-bereik onderhanden genomen. De trimmers C_3 en C_9 worden afgeregeld op Kalundborg (245 kHz) en de kernen aan de onderzijde van de spoelen op Allouis (164 kHz).

PRESTATIES

Gevoeligheid en selectiviteit van de „Duomax” zijn uiteraard minder dan van een complete superheterodyne ontvanger, maar toch nog zeer bevredigend voor ontvangst van een aantal niet te zwakke zenders. Het grote voordeel in vergelijking met een super is echter de goede weergave-kwaliteit, geringe vervorming en een behoorlijke weergave van hoge tonen dank zij de grote bandbreedte en het ontbreken van z.g. fluittonen. Op deze fluittonen komen wij later terug. In het centrum van het land kunnen Hilversum I en II echter wel eens hun naburen storen en in dergelijke gevallen zal men zijn toevlucht moeten nemen tot een op deze sterke zenders afgestemd filter, tussen antenne en toestel te schakelen; in de volgende les worden dergelijke filters besproken. De beste resultaten worden verkregen met een goede buiten-antenne, zo hoog mogelijk en vrij van daken, bomen, enz., opgesteld. Kan men over zo’n antenne beschikken, dan zal de koppelcondensator C_1 een kleinere waarde moeten hebben dan in de schemasleutel is aangegeven. In het algemeen verdient het trouwens aanbeveling, om voor elke antenne de gunstige waarde voor deze condensator experimenteel vast te stellen; zo verkrijgt men het beste compromis tussen gevoeligheid en selectiviteit.



VRAGEN BIJ DE NEGENDE LES

1. Teken het schema van een hoogfrequent versterkerbuis met daarachter een sperkring-schakeling.
2. Is het ons bij het gebruik van een resonantie-transformator ná de r.f. versterkingsbuis er om te doen maximum versterking te verkrijgen of gelden hier andere overwegingen? Teken het schema.
3. Vertel eens aan welke eisen een r.f. smoorspoel moet voldoen.
4. Vertel waarom een pentode de voorkeur heeft boven een triode in r.f. schakelingen (3 punten).
5. Verklaar het verschil tussen een magnetische afscherming en een statische afscherming.
6. Vertel hoe we gelijkloop verkrijgen in een 2-krings ontvanger a) bij nagenoeg uitgedraaide condensator en b) bij nagenoeg ingedraaide condensator.
7. Vertel eens waarom gelijkloop tussen de eerste L—C-kring en de volgende L—C-kringen van een rechthoek-ontvanger nooit volkomen kan zijn.
8. Vertel waarom des avonds en des nachts verafgelegen zenders beter doorkomen dan overdag.
9. Vertel wat kruismodulatie is.
10. Geef aan waarom we bandspreiding toepassen; teken twee mogelijkheden.
11. Welk verschijnsel treedt op, wanneer we van een buis zowel de roosterkring als de anodekring precies op éénzelfde frequentie afstemmen?
12. Hoe kunnen we bereiken, dat de variabele condensator op de juiste manier met de afstemschaal gekoppeld is?
13. Vertel in het kort op welke plaats in een rechthoek-ontvanger wij het best de sterkte kunnen regelen en waarom wij dat doen.
14. Vertel waarom we bij een 2-krings rechthoek-ontvanger niets aan automatische sterkteregeling zullen hebben.
15. Mogen we een pickup permanent ingeschakeld laten staan, ook als we hem niet gebruiken?



9-31

