

# KORTE-GOLF ONTVANGST

EENVOUDIGE EN MODERNE  
ONTVANGMIDDELEN VOOR

RADIOTELEGRAFIE  
EN TELEFONIE ≡

DOOR Ir. J. J. NUMANS, e. i.

DERDE, GEHEEL HERZIENE DRUK

'S-GRAVENHAGE  
N. VEENSTRA — UITGEVER.



## INHOUD.

---

<b>Voorwoord</b> . . . . .	Pag. VII
----------------------------	----------

### HOOFDSTUK I.

<b>Inleiding</b> . . . . .	Pag. 1
----------------------------	--------

### EENVOUDIGE KORTEGOLF-ONTVANGERS.

#### HOOFDSTUK II.

<b>Hoe men met kortegolf-ontvangst begint</b> . . . . .	Pag. 4
---	--------

Constructie van eenvoudige kortegolf-ontvangers.

Detector-ontvangers.

A. PRIMAIR-ONTVANGERS.

De draaicondensatoren.

De spoelen.

De smoorspoel.

De overige onderdeelen.

Primair-ontvanger met losse antennekoppeling.

B. SECONDAIR-ONTVANGERS.

Afmetingen voor 500 tot 200 meter golf.

Het vastespoelen-toestel.

De overige onderdeelen.

Afmetingen voor 200 tot 25 meter golflengte.

#### HOOFDSTUK III.

<b>Het afstemmen op korte golven</b> . . . . .	Pag. 25
--	---------

Het afstemmen van den inductieven ontvanger.

De zwevings-ontvangst van de korte golf.

De invloed van het golfmeetbereik.

De noodzaak van fijnregeling.

De grootte van den secundairen condensator.

Het voorkomen van handcapaciteit-effect.

De antenneafstemming op korte golf.

Afmetingen van kortegolf-spoelen.

## HOOFDSTUK IV.

**Grepen uit theorie en praktijk . . . . . Pag. 40****A. DE PRIMAIRE KRING.**

Serie-parallelschakelaar.

De beste schakeling van den seriecondensator.

De aardverbinding.

De antenne. (stroomverdeeling).

De draadkeuze.

De isolatie.

**B. DE SECONDAIRE KRING.**

Het golfbereik.

De invloed van demping en terugkoppeling op de storingvrijheid.

Hoe men een goeden secundairen kring maakt.

**C. DE PLAATKRING.**

Smoo spoelen.

De terugkoppeling.

Iets over de opstelling.

Afschermen.

Microphonisch effect.

**D. TELEFONIE-ONTVANGST MET TERUGGEKOPPELDEN DETECTOR.**

De rand van genereeren.

Randgehuil.

De instelling van den teruggekoppelden detector voor telefonie-ontvangst.

Instelling van de detectie.

Instelling van den rand van genereeren.

De roostercondensator en de lekweerstand voor telefonie-ontvangst.

## HOOFDSTUK V.

**Constructie en gebruik van den golfmeter . . . . . Pag. 77**

De benodigdheden.

De condensator.

De spoelen.

De eenvoudigste golfmeter.

De werking van een golfmeter.

De klik-methode.

De nattevinger-methode.

De milliamperemter-methode.

De zeefmethode.

Het ijken van den ontvanger.

De zoemer-golfmeter.

Andere golfmeters.

Het ijken van den golfmeter.

Het meten van capaciteit.

DE ZWEVINGS-GOLFMETER.

Schakelingen.

Een eenvoudig generator-systeem.

Hoe men een gewonen golfmeter moderniseert.

Toepassingen.

**HET IJKEN MET BEHULP VAN HARMONISCHEN.**

Uit de praktijk.

Het maken van golfkrommen.

**VOORBEELD VAN IJKING MET BEHULP VAN HARMONISCHEN.**

Piëzo-electrische frequentie-standaards.

## HOOFDSTUK VI.

**Draaicondensatoren en fijnregelingen . . . . .** Pag. 121

ELECTRISCHE VERLIEZEN.

Lek-verliezen.

Serie-weerstand.

Diëlectrische hysteresis.

De beteekenis van „arbeidsfactor”, „verlieshoek” en „verliesweerstand”.

**EISCHEN, WAARAAN GOEDE DRAAICONDENSATOREN MOETEN  
VOLDOEN.**

De lagers.

De platen.

De verbinding der platen onderling.

De verbinding met de draaibare platen.

De isolatie.

Handcapaciteit-effect.

Rechthoek-condensatoren.

**FIJNREGELINGEN.**

Condensatoren met fijnregeling.

Fijnregelknoppen.

Speling.

De grootte van de overbrenging.

## HOOFDSTUK VII.

**Spoelen en spoelhouders . . . . .** Pag. 151

Wervelstroomverliezen.

Stroomverdringing.

Isolatie.

Eigencapaciteit.

**HOE MEN GOEDE SPOELEN MAAKT.**

De spoelvorm.

Cylinderspoelen.

Vlakke spoelen.

Draadsoort en spatieering.

Litzedraad en het soldeeren ervan.

De draaddikte.

Vernissen, drogen en paraffineeren van spoelen.

Variometers.

**MODERNE SYSTEMEN VOOR ONTVANGST VAN TELEFONIE.****Theoretische inleiding . . . . . Pag. 173**

De niet-teruggekoppelde detector.

De teruggekoppelde ontvanger.

De rand van genereeren.

„Klappen”.

Ontvangst met terugkoppeling.

Vervorming van zwakke telefonie.

**HOOFDSTUK VIII.****Hoogfrequent-versterking . . . . . Pag. 186**

Moeilijkheden met hoogfrequentversterking op korte golf.

De genereer-neiging.

Soorten versterkers.

Onder 200 meter.

**SCHEMA'S VAN HOOGFREQUENTVERSTERKERS.**

I. Smoorspoel-versterkers.

II. Versterkers met afgestemden tusschenkring.

Schema-Koomans.

Schema-Idzerda.

Schema-Mak.

III. Versterkers met transformator-koppeling (met gescheiden primaire en secundaire wikkelingen).

Transformatoren met vaste koppeling.

Transformatoren met losse koppeling.

**NEUTRALISEERING VAN ROOSTER-ANODE CAPACITEIT.**

Praktische tweelamp-neutrodyne omroep-ontvanger.

Solodyne-schakeling.

Geneutraliseerd Koomans-schema.

Super-radiola-schema.

**OVER GENEREERNEIGING EN VERSCHIJNSELEN, DIE DAARBIJ OPTREDEN.**

Is genereerneiging ongewenscht ?

Niet den gloeistroom verminderen.

Geen positieve roosterspanning !

Lage inwendige weerstand.

Tegengestelde terugkoppeling.

**HOOFDSTUK IX.****Ontvangst met frequentie-transformatie . . . . . Pag. 231**

Super-heterodyne en super-autodyne.

Hoe de golfenlengte getransformeerd wordt.

DE SUPER-HETERODYNE.

Ontvanger en eerste detector.  
 De eerste generator.  
 De koppelkringen.  
 De middelfrequent-versterker.  
 De laagfrequentversterker.  
 De middelfrequent-generator.  
 Aansluiting van de batterijen.  
 Het afstemmen.  
 DE SUPER-AUTODYNE.  
 Het afstemmen.  
 Super-heterodyne versus super-autodyne.  
 Een proeftoestel.  
 MIDDELFREQUENT-VERSTERKING.  
 De middelfrequent-weerstandversterker.  
 De middelfrequent-smoorspoelversterker.  
 Genereernejing van weerstand- en smoorspoelversterkers.  
 De middelfrequent-transformatorversterker.  
 De transformatoren.  
 Constructie van middelfrequentversterkers met ijzerkern-transformatoren.  
 DE MIDDELFREQUENT-KOPPELKRINGEN (ingangfilter).  
 MIDDELFREQUENT-TERUGKOPPELING.  
 DE MIDDELFREQUENT-GENERATOR.  
 DE KORTEGOLF-GENERATOR.  
 De koppeling met den eersten detector.  
 HET AFREGELLEN VAN DEN SUPER, VOOR TELEGRAFIE-  
 ONTVANGST.  
 De selectiviteit.  
 Voorbeelden van super-heterodyne ontvangers.

## HOOFDSTUK X.

**Super-regeneratieve ontvangst . . . . . Pag. 307**

Het Armstrong-systeem.  
 Een andere schakeling.  
 Iets over de theorie.  
 Bij de foto's.  
 Hoe men ermee werkt.

---





## VOORWOORD.

---

In dit werk worden niet uitsluitend ontvangtoestellen voor korte golven beschreven, doch enkele gezichtspunten uit de moderne radio-ontvangtechniek, in het bijzonder toegepast op kortegolf-ontvangst.

Dat wil dus zeggen, dat de beschreven systemen en apparaten, met inachtneming van eventueele verschillen in dimensionering, vaak ook toepasselijk zijn op langegolf-ontvangst. Dit ter verduidelijking van den ondertitel.

Slechts datgene is beschouwd, wat van onmiddellijk praktisch belang geacht kan worden — vandaar dat vrij veel plaatsruimte besteed is aan technische details, vooral in het eerste gedeelte. Formules zijn zooveel mogelijk vervangen door grafieken en rede-neringen.

Ook deze derde druk verschilt, wat indeeling en inhoud betreft, op verschillende punten van de beide vorige. De vooruitgang gedurende den laatsten tijd van de kortegolf-techniek maakte op verschillende plaatsen aanvullingen noodig. Vooral de ontwikkeling van de *telefonie* op korte golflengte staat hiermede in verband. Meer consequent is er naar gestreefd, den inhoud overeenkomstig den ondertitel in twee afdelingen te splitsen.

Het eerste deel: „*Eenvoudige Kortegolf-ontvangers*”, bedoelt te zijn een praktische handleiding voor de vervaardiging en het gebruik van dergelijke ontvangers. In hoofdstuk V wordt eenigszins uitvoerig ingegaan op constructie en gebruik van den golfmeter. In hoofdstukken VI en VII worden resp. Draaicondensatoren en Fijnregelingen, Spoelen en Spoelhouders aan kritische beschouwing onderworpen.

Het tweede gedeelte: „*Moderne Ontvangsystemen*” behandelt (na een nieuw ingevoegde beschouwing over telefonieontvangst met

teruggekoppelden detector) de meer uitgebreide ontvangers, zooals in hoofdzaak voor telefonieontvangst in aanmerking komen, n.l. den Hoogfrequentversterker, de Superheterodyne en den Superregeneratieve ontvanger.

Voor al aan de superheterodyne (en -autodyne), m.i. tot nog toe het meest aangewezen systeem voor ontvangst van zeer korte golven en speciaal van kortegolf-telefonie, is vrij veel plaatsruimte besteed, waarbij ook constructiedetails en voorbeelden van praktische uitvoering zijn gegeven.

De hoogfrequentversterker, hoewel op zichzelf niet een in de eerste plaats voor kortegolf aangewezen systeem, is toch betrekkelijk uitvoerig behandeld; niet alleen in verband met de nog interessante toekomstmogelijkheden (mede met de moderne speciale ontvanglampen hiervoor), maar ook in verband met het gebruik hiervan als middelfrequentversterker voor den superheterodynen ontvanger.

Aan de superregeneratieve ontvangst zijn slechts enkele pagina's gewijd, in verband met de momenteel nog betrekkelijk geringe praktische beteekenis van dit systeem. Toch is een beschouwing niet achterwege gelaten, ten eerste in verband met eventuele toekomstmogelijkheden en ten tweede met het oog op de theoretische beteekenis, waardoor het een interessant object voor onderzoekers kan zijn.

Nieuw ingevoegd zoowel in het eerste als het tweede deel zijn voorts, beschouwingen over den teruggekoppelden detector en over de instelling daarvan, speciaal met het oog op telefonie-ontvangst.

Ik heb gemeend de verschijnselen, welke zich voordoen bij de voortplanting van korte golven, slechts zeer in het kort in de Inleiding te moeten aanstippen — niettegenstaande het buitengewoon groot belang daarvan — voornamelijk in verband met de zich nog steeds sterk wijzigende inzichten dienaangaande en den omvang, welken een diepergaande beschouwing zou vergen. En een dergelijke omvang leek me niet gerechtvaardigd in verband met de nog betrekkelijk geringe praktische beteekenis voor de techniek van den ontvanger zelf, afgezien van het antennesysteem daarvoor.

Ook ditmaal mocht ik van verschillende zijden zeer gewaardeerde medewerking ondervinden in den vorm van foto's, cliché's, gegevens enz., waarvoor ik op deze wijze mijn dank betuig. De namen der medewerkers zijn wederom telkens ter plaatse vermeld.

Zooals steeds, houd ik mij voor verdere medewerking en welwillende op- en aanmerkingen ten zeerste aanbevolen.

Den Haag, 1929.

J. J. NUMANS.

---



# I.

## INLEIDING.

In dit werk wordt onder „korte golf” verstaan het golflengtegebied beneden omstreeks 500 meter golflengte. Hoewel geen scherpe grenzen zijn te trekken, kunnen toch wel twee gebieden onderscheiden worden, n.l. van ca. 500 tot 200 meter golflengte, waarop de kortegolf-omroepstations hun programma's uitzenden, en het gebied onder 200 meter golflengte, dat voor officieel en amateur-verkeer gebruikt wordt en waar ook enkele experimenteele omroepstations te vinden zijn. In het bijzonder de golflengten onder ca. 100 meter mogen zich in een groote belangstelling verheugen. Praktisch is n.l. gebleken, dat door het gebruik van zeer korte golven met uiterst geringe energie zeer groote afstanden overbrugd kunnen worden. Het is vaak voorgekomen, dat met enkele watts energie reeds vele duizenden kilometers overbrugd werden, wanneer de atmosferische omstandigheden daarvoor het gunstigst waren. Voor het onderhouden van een geregeld verkeer is natuurlijk aanzienlijk meer energie noodig. Toch is het bijv. voor een afstand van ca. 12000 km (bijv. Holland-Indië) mogelijk, met ca. 20 meter golflengte en een energie van ca. 10 kilowatt te volstaan, waar op lange golf (ca. 10 km.) een energie van verscheidene honderden kilowatts noodig is.

De overdraging op dergelijke korte golven kan zóó buitengewoon gunstig zijn, dat het soms net is, alsof er in het geheel geen absorbtie (door de atmosfeer) bestaat.<sup>1)</sup> Proeven hebben evenwel aangetoond, dat het in horizontale richting uitgestraalde deel van de energie wel degelijk zeer snel geabsorbeerd wordt, zoodat reeds op betrekkelijk korten afstand (enkele tientallen tot honderdtallen kilometers) zelfs van een krachtig kortegolfstation niet veel meer

---

<sup>1)</sup> Zoo is bijv. geconstateerd geworden, dat zeer korte golven soms *meermalen* de reis om de wereld volbrengen, zoodat elk signaal meervoudig ontvangen wordt!

hoorbaar is. Toch is dezelfde zender gelijktijdig vaak wèl hoorbaar op zeer groote afstanden (vele duizenden kilometers).

De overdraging over groote afstanden schijnt dus wel in hoofdzaak te geschieden door het in meer verticale richtingen uitgestraalde deel van de zend-energie. Teneinde te verklaren, dat deze stralen over grooten afstand ongeveer de kromming van het aardoppervlak volgen, neemt men het bestaan van een of meer reflecteerende (of refracterende) geioniseerde gaslagen aan (z.g. Heavisidelaag) op betrekkelijk groote hoogte in de atmosfeer. Vele proeven schijnen erop te wijzen, dat de gemiddelde hoogte van een dergelijke Heavisidelaag op omstreeks 100 kilometer aangenomen moet worden.

Een merkwaardig verschijnsel, dat zich vooral op korte golven voordoet, is het z.g. *fading-effect*, dat is: het met korte tusschenpoozen (gewoonlijk enkele seconden of korter) sterk dalen van de geluidsterkte. In het bijzonder schijnen onregelmatigheden in de Heavisidelaag (welke in voortdurende beweging schijnt te zijn) hierin een groote rol te spelen.

Ook is het merkwaardig (en in het kader van bovengenoemde theorie passend) dat fading op golven, welke onderling slechts zeer weinig in frequentie verschillen, reeds zoo geheel verschillend kan zijn. De fading voor de draaggolf en voor de verschillende modulatie-frequentie's van een en denzelfden telefoniezender kan totaal anders zijn, hetgeen uit den aard der zaak ernstige vervorming kan beteekenen (Bown, Martin en Potter).

Ook de fading voor twee ontvangstations op slechts betrekkelijk korten onderlingen afstand (enkele honderden meters) kan vaak een geheel verschillend karakter dragen, ook wanneer op beide naar denzelfden zender geluisterd wordt.

Hierop berust een methode (A. de Haas) waardoor het mogelijk schijnt te zijn, den hinderlijken invloed van fading vaak vrij volledig te compenseeren, n.l. door de *gelijktijdige* ontvangst van bijv. twee of drie ontvangstations (op eenigen afstand van elkaar opgesteld) te „mengen”, waardoor de onregelmatigheden elkaar eenigszins aanvullen. <sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> Intusschen schijnen de ontvangstproeven van de B. B. C. met een dergelijk systeem niet aan de verwachtingen voldaan te hebben. (Wir. World, Vol. 22, p. 551, 23 May 1928).

Juist doordat de transmissie van korte en vooral van zeer korte golven in zoo hooge mate beïnvloed schijnt te worden door den toestand van de Heavisidelaag (resp. -lagen) en deze weer op zijn beurt sterk beïnvloed wordt door de zonnestraling, is de goede verbinding niet alleen afhankelijk van de golflengte, doch ook in hooge mate van den tijd van den dag en (zij het in mindere mate) van den tijd van het jaar.

Zoo is bijv. de verbinding Holland-Indië gedurende de middagen en avonduren en een deel van den nacht het gunstigst met golflengten van 25 tot ca. 35 meter, terwijl voor de ochtend- en een deel van de middaguren kortere golflengten (15 tot 20 meter) aanmerkelijk gunstiger zijn. (Hollandsche tijden).

Wat luchtstoringen betreft, kan nog opgemerkt worden, dat deze op zeer korte golven, vooral in de tropen, in het algemeen aanzienlijk minder hinderlijk zijn, dan op lange golven.

Litteratuur-overzicht:

A. Sacklowski — Die Ausbreitung der Elektro-magnetischen Wellen.  
Uitgave: Weidmannsche Buchhandlung. Berlin S.W. 68.

---

# EENVOUDIGE KORTEGOLF-ONTVANGERS.

## II.

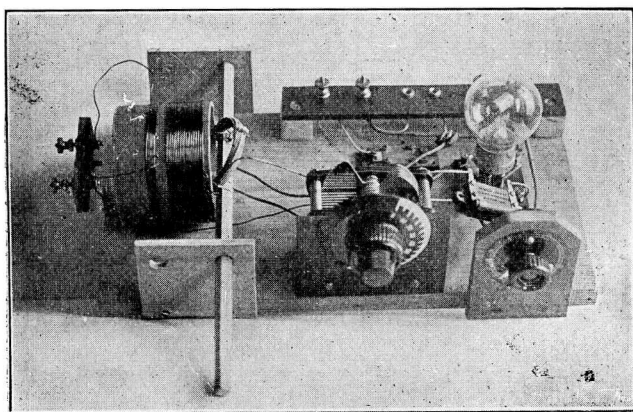
### HOE MEN MET KORTEGOLF-ONTVANGST BEGINT.

#### Constructie van eenvoudige kortegolf-ontvangers.

De meeste ontvangtoestellen voor langegolfontvangst, zooals die voor omroepdoeleinden gebruikt worden, zijn weinig of in het geheel niet geschikt voor kortegolfontvangst en meestal ook niet met eenvoudige middelen daarvoor geschikt te maken.

Gewoonlijk blijkt dat reeds hieruit, dat een dergelijk toestel op zeer korte golf niet eens tot genereeren gebracht kan worden. Oorzaak daarvan is meestal: ongeschikte opstelling der onderdeelen, waardoor sommige verbindingsdraden te lang worden.

Een andere belangrijke factor is, dat de instelbaarheid van de afstemorganen (draaicondensatoren en terugkoppeling) te wenschen overlaat. Dikwijls is hieraan wel tegemoet te komen door toepassing van z.g. fijnregelknoppen. Toch doet men in vele gevallen het beste, met geheel opnieuw te beginnen — ook al heeft men nog zoo mooie langegolf-toestellen. Groote kosten behoeft dit niet mee te brengen: men beginne met een heel eenvoudig toestelletje volgens een der in dit hoofdstuk behandelde schema's en ongeveer gemonteerd als fig. 1. Met de hiermee opgedane erva-



H. Pomes.

Fig: 1. Eenvoudige kortegolf-ontvanger. Duidelijk zijn primaire, secundaire en terugkoppelspoel te onderscheiden.



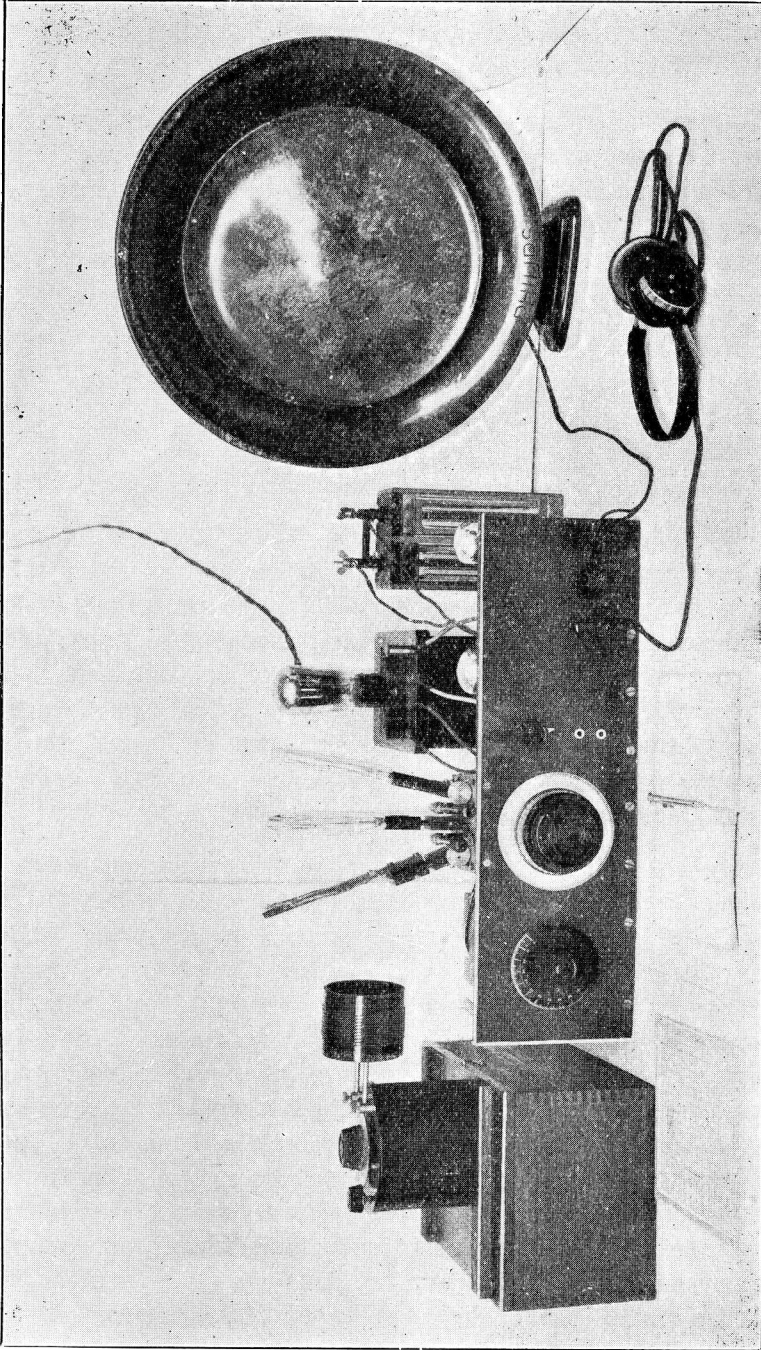
ring kan men naderhand met meer kans op succes overgaan tot den bouw van meer geperfectioneerde toestellen, zooals in hoofdstuk VIII en IX beschreven zijn.

Een onderdeel waar zeer veel van afhangt is: de afstemcondensator. Men koope zelfs van dit eenvoudige toestelletje dadelijk een zeer deugdelijk exemplaar met een accuraat werkende fijnregeling. Nadere bijzonderheden vindt men daarover in hoofdstuk VI. Men neme er één met een maximum capaciteit, welke niet grooter is dan ca. 250 micro-micro-farad.

Van evenveel belang zijn de spoelen en, bij gebruik van uitwisselbare spoelen, de spoelhouder. Er zijn den laatsten tijd enkele goede types in den handel verkrijgbaar. Wenscht men zelf spoelen te maken, dan kan men de noodige gegevens vinden in hoofdstuk VII, terwijl de benoodigde windingtallen geschat kunnen worden uit de gegevens van hoofdstuk III.

Werkt het toestel eenmaal, maak dan een golfmeter; om te beginnen een van het allereenvoudigste type, zooals in hoofdstuk V beschreven is. Neem bij voorkeur ook hiervoor een uitstekenden condensator, liefst precies zoo een als voor den ontvanger — *in geen geval een met een losse plaat voor fijnregeling*. Men kan tegenwoordig reeds voor betrekkelijk lagen prijs zich een uitstekenden golfmeter aanschaffen, waardoor men zich de moeite van het ijken kan besparen.

Van belang is voorts, een voor kortegolfontvangst geschikte antenne. Voor algemeen gebruik is wel het meest aan te bevelen een niet te lange antenne, doch een zoo hoog mogelijke. Hoewel men vaak ook met een „gewone” antenne, zooals voor omroepontvangst gebruikt wordt, met lang horizontaal gedeelte, uitstekende resultaten kan bereiken, laat in andere gevallen de ontvangst met een dergelijke antenne veel te wenschen over. In dat geval zouden we aanraden het te probeeren met een meer verticaal gerichte antenne, bestaande uit één enkele koperdraad (geen ijzerdraad!), gespannen vanaf de top van een paal, welke voldoende boven de omgeving uitsteekt (ca. 10 meter), naar het ontvangtoestel. De leiding van het ondereinde van de antenne naar het ontvangtoestel make men zoo kort mogelijk, met zoo min mogelijk bochten *en voldoende verwijderd van muren, dakgoten en dergelijke*.



Philips' Radio Laboratorium.  
Fig. 2. Volledig Kortegolf Ontvangstation met Golfmeter. Schema fig. 9.

### Detectorontvangers.

Eenlamptoestellen — dus zonder hoogfrequentversterking — heeten: *detector-ontvangers*. Alle in dit hoofdstuk beschreven toestellen zijn detector-ontvangers.

Speciaal voor kortegolfontvangst — en vooral voor hen die daarmee beginnen — is een detectorontvanger wel het meest aan te bevelen type.

Achter elk kortegolfontvangtoestel kan men, inplaats van de telefoon, een één- of meerlamp-laagfrequentversterker schakelen, precies zooals achter elk ander ontvangtoestel. Het aantal lampen laagfrequent wijzigt niet het karakter van het ontvangtoestel.

Een detector-ontvanger (bijv. volgens fig. 9) met daarachter naderhand nog een of twee trappen laagfrequentversterking, achten we een bijzonder bruikbare combinatie. Ontvangst van kortegolfstations uit alle werelddeelen — zelfs de meest verwijderde, tot de antipode, New-Zealand, toe — is daarmee mogelijk.

Voor experimenteele doeleinden bouwe men den laagfrequentversterker niet samen met het ontvangtoestel. Men make er liever een apart toestelletje van, dat men met snoer en steker achter iederen willekeurigen ontvanger kan schakelen.

Met eenlamptoestellen zijn uitstekende resultaten bereikt. Ontvangst van Amerikaansche amateur- en omroepstations geschiedde in Nederland tot nog toe vrijwel uitsluitend met éénlamptoestellen, meestal met daarachter nog één of twee trappen laagfrequentversterking.

In dit hoofdstuk worden alleen schema's van éénlamptoestellen behandeld. Heeft men met dergelijke toestellen voldoende ervaring opgedaan, dan kan men daarna met succes overgaan tot de constructie van toestellen, zooals beschreven in hoofdstukken VIII en IX. Begint men direct met de constructie van dergelijke, meer gecompliceerde toestellen, dan is de kans op mislukking gewoonlijk zeer groot.

### A. PRIMAIR-ONTVANGERS.

Voor ontvangst van golven van 500 tot 200 meter (kortegolf-omroep), is de primair-ontvanger voor den beginner wel het meest geschikte toestel. De voordeelen van een inductief toestel wegen *voor dit golfgebied* niet op tegen de grootere afstemmoeilijkheden, die hier verkelijk grooter zijn dan op elk ander golfgebied, terwijl tegen storing van gedempt scheeps- en kustverkeer op 600; 400 en 300 meter golf, ook de inductieve ontvanger vrijwel machteloos is.

Fig. 3 is het gewone schema met inductieve terugkoppeling, die hier fijn regelbaar moet zijn, liefst fijner, dan met den gewonen honingraatspoelenhouder bereikt kan worden. Er bestaan speciale spoelhouders met fijnregelmechanisme (Huth e. a.).

Fig. 4 is het schema met terugkoppeling volgens Reinartz. De weg voor den hoogfrequenten wisselstroom (terugkoppelspoel en condensator  $C_3$ ) is hier door smoorspoel S gescheiden van den weg voor den gelijkstroom en laagfrequenten wisselstroom. Met aftakkingen op spoel  $L_3$ , of door verplaatsing van deze spoel ten opzichte van spoel  $L_1$ , regelt men de terugkoppeling grof, en met condensator  $C_3$  regelt men fijn bij. De *afstemming* geschiedt met condensator  $C_1$ .

### De Draaicondensatoren.

DE ANTENNE-SERIECONDENSATOR  $C_1$  moet een *goede* draaicondensator zijn van maximaal 500 micro-microfarad. Het mag ook een van de halve waarde zijn, maar dan is het golfbereik, dat men met elke spoel halen kan, wat kleiner. Men zal dan ook voor de antennespoel wat meer windingen moeten gebruiken dan hieronder opgegeven is.

Een fijnregeling is hier niet bepaald noodig. Wil men echter dienzelfden condensator later ook gebruiken in een inductief toestel, dan koope men liever ineens een condensator met fijnregeling, *n i e t m e t e e n l o s s e p l a a t!* Op een condensator zonder ingebouwde fijnregeling kan men naderhand ook wel een fijnregelknop (zie hoofdstuk VI) zetten.

Men schakele steeds de vaste platen aan de antenne en de draai-bare aan de spoel.

DE TERUGKOPPEL-CONDENSATOR  $C_3$  kan ca. 250 micro-

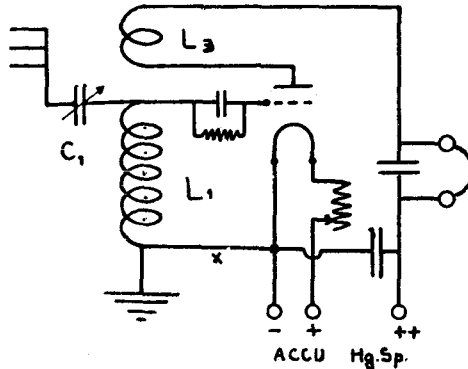


Fig. 3. Schema van een primair-ontvanger. De terugkoppelspoel moet bijv. draaibaar aan de gloeidraadzijde van de antennespoel  $L_1$  opgesteld zijn. Genereert het toestel niet, dan probeere men de verbindingen naar de terugkoppelspoel te verwisselen.

De batterijklemmen zijn gemerkt: —, + en ++.

Aan — komt min-accu.

Aan + komt plus accu en min anodespanning.

Aan ++ komt plus anodespanning.

Voor een dubbelroosterlamp blijft het schema precies gelijk, alleen moet het extra-rooster direct aan plus-anodespanning verbonden worden, of aan een punt van lager spanning, wanneer daardoor betere werking verkregen kan worden.

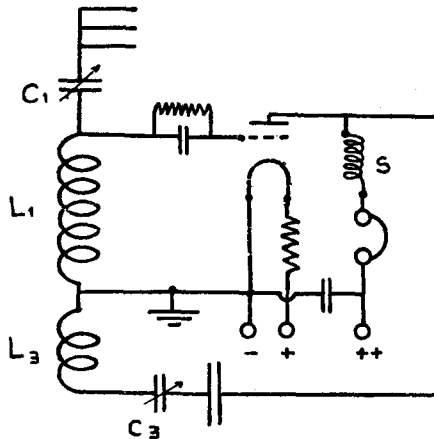


Fig. 4. Primair-ontvanger met terugkoppeling volgens Reinartz-Weagant.

De terugkoppelspoel kan hier een vasten stand hebben. De terugkoppeling wordt geregeld met condensator  $C_3$ . In serie hiermee is een groote vaste condensator geschakeld (minstens 2000 micromicrofarad, dus bijv. een blokcondensator) om doorbranden van telefoon en lamp te voorkomen bij eventuele kortsluiting van  $C_3$ .

micro-farad maximaal zijn. Het hoeft niet zoo'n dure condensator te zijn als  $C_1$ , aangezien elektrische verliezen hier weinig kwaad kunnen. Wel moet het een condensator zijn met vooral kleine minimumcapaciteit, minder dan 30 micro-micro-farad.

De vaste platen schakele men aan de plaat van de detectorlamp, de draaibare aan de terugkoppelspoel  $L_3$ .

Stel beide condensatoren vóór aan het toestel op, en wel zóó, dat men ze met beide handen gelijktijdig kan bedienen, dus den afstemcondensator links en den terugkoppelcondensator rechts. De terugkoppelspoel verstelle men eveneens met de rechterhand.

### De Spoelen.

Beide schema's kunnen met uitwisselbare spoelen uitgevoerd worden. Bindende maten zijn niet te geven, in verband met de verscheidenheid in amateurantennes en handelsspoelen. Onderstaande gegevens moeten dan ook slechts als benaderingswaarden beschouwd worden, voor een golfbereik van 300 tot 500 meter.

#### MET KLEINE ANTENNE.

$L_1$ : honingraatspoel 50 of 60.

$L_3$ : honingraatspoel 50, 60 of 75.

Veel beter dan honingraatspoelen zijn spinnewebspoelen met hoogstens gelijke aantallen windingen van *dubbel* zijde- of katoengeïsoleerd draad van 0,5 tot 1 mm. (Zie hoofdstuk VII). Voor alle spoelen is op een binnendiameter van 5 cm. gerekend; voor spoelen met grooteren diameter neme men evenredig minder windingen. Bij spinnewebspoelen rekene men met den gemiddelden diameter.

#### MET GROOTE ANTENNE.

$L_1$ : honingraatspoel 35 of 50.

$L_3$ : honingraatspoel 75 of 100.

Beide schema's kan men ook uitvoeren met vaste, ingebouwde, enkele-laag-cylinderspoelen. Voor schema fig. 3 moet de terugkoppeling fijn verstelbaar zijn en kan deze bijv. bestaan uit een spoeltje van bovengenoemd dun draad, *in variometervorm draaibaar in dát einde van de antennespoel, dat aan den gloeidraad verbonden is.*

Schema fig. 4 biedt de mogelijkheid van een toestel, geheel zonder draaibare spoelen. Beide spoelen kunnen n.l. op één koker gewikkeld worden, direct achter elkaar, met dezelfde windingsrichting.

Voor beide schema's, kan spoel  $L_1$  bestaan uit bijv. 90 windingen, afgetakt op 25, 40, 60 en 90 windingen, op een koker van 5 à 7 cm. diameter, niet langer dan 10 cm. bewikkeld gedeelte. (Bijv. 0,6 mm. draad).

In schema fig. 3 kan spoel  $L_3$  bestaan uit een in  $L_1$  draaibaren ring, waarop 40 à 80 windingen *dun* draad met een aftakking in

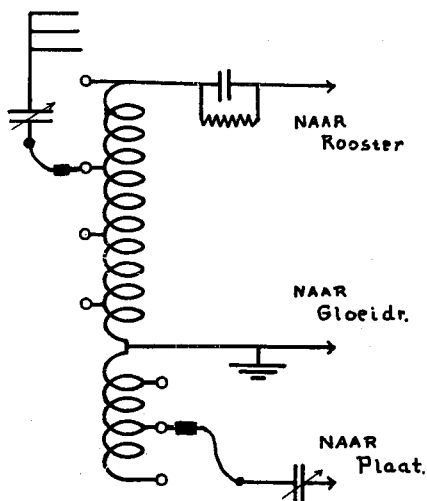


Fig. 5.

het midden. De gunstigste waarde probeert met het beste zelf uit, ermee rekening houdende, dat de eene lamp gemakkelijker genereert dan de andere.

Volgt men schema fig. 4, gewijzigd volgens fig. 5, dan kan  $L_3$  bestaan uit 40 à 80 windingen dubbelgeïsoleerd draad van 0,3 mm. In het eerste geval takke men om de 10 windingen af, in het tweede geval bijv. vanaf de 20e winding om de 10. De beste waarden zijn afhankelijk van de antenne-afmetingen en het gebruikte lamptype. Om de beste resultaten te verkrijgen, is eenig geprobeer welhaast onvermijdelijk.

### De Smoorspoel.

Op een kartonnen kokertje, 15 cm. lang en 3 à 5 cm. diameter, wikkele men in één laag, *dubbel* zij- of katoengeïsoleerd draad van 0,1 mm. Hoe dunner koperkern en hoe dikker isolatie, hoe beter!

Dergelijke smoorspoelen werken het beste bij golflengten, welke omstreeks even lang zijn als de dubbele op de smoorspoelen gewikkelde draadlengte.

*Men gebruike in geen geval emaliedraad*, tenzij elke winding gespatieerd, hetgeen overigens praktisch heel moeilijk uit te voeren is.

Aan de uiteinden van den koker late men 1 à 2 cm. onbewikkeld, waardoorheen men twee moerboutjes schroeven (3 mm. diameter), waaraan de draadeinden met een tipje soldeer vastgezet worden, en die dan als aansluitklemmetjes moeten dienen.

Na afloop schellakke men de spoel met zuivere schellakverniss (zuivere schellak opgelost in zuiveren, watervrijen alcohol uit de apotheek). Is de spoel winddroog, dan droge men verder electrisch, door de spoel in serie te schakelen met gloeilamp van bijv. 75 watt (of grooter). De spoel mag niet meer dan handwarm worden, aangezien anders de schellak schroeit en de isolatie daardoor totaal bedorven wordt.

De smoorspoel moet in het toestel zoo dicht mogelijk bij de plaatklem van het lampvoetje gemonteerd worden, *en zoover mogelijk verwijderd van alle andere toestelonderdeelen*.

Blijkt het toestel op lange golven moeilijk te genereeren, dan kan men in serie nóg een spoeltje schakelen, bestaande uit een klein garenklosje, met hetzelfde draad gewoon volgewikkeld.

### De overige Onderdeelen.

Gebruikt men een dubbelroosterlamp, dan blijft het schema overigens precies gelijk. Alleen wordt het extra-rooster (bij Nederlandsche lampen de huls), direct-verbonden met plus hoogspanning, of, wat eenvoudiger is: men make aan de lampfitting van het toestel een koperen veertje, dat met de huls van de D.R.-lamp contact maakt en verbonden is met de aansluitklem voor de plus van de hoogspanningbatterij.



Min-accu wordt *steeds* aan „aarde” verbonden. Den gloeidraad-weerstand schakele men *steeds* tusschen plus-accu en gloeidraad. Vanzelf is dan in deze schakelingen min accu geaard door de aardklem van het toestel. Bij de later te bespreken inductieve toestellen brenge men *steeds* een extra verbinding aan tusschen de min-accu klem en de aardklem van het toestel. (Schakelt men den gloeidraad-weerstand in de min-accu leiding, dan wordt deze kortgesloten, met als gevolg: doorbranden van de lamp, wanneer men, onnadenkend, buiten het toestel min-accu gaat aarden, terwijl *in* het toestel min-gloeidraad al geaard is!).

Over de batterijen is een groote condensator geschakeld van  $\frac{1}{4}$  tot 2 microfarad. Voor een eerste proef kan men dezen condensator voorloopig wel weglaten; pas wanneer men het toestel voor goed gaat inbouwen, gebruike men er een.

DE BLOKCONDENSATOR (in schema fig. 3) moet minstens 300 micro-micro-farad zijn, liefst echter grooter, tot 1000 micro-microfarad. Een nóg grootere waarde doet afbreuk aan geluidsterkte en kwaliteit van telefonie (verzwakking van de hooge tonen).

In schema fig. 4 is een blokcondensator feitelijk overbodig, omdat de hoogfrequente wisselstroom juist z'n weg moet vinden door den condensator  $C_3$  en de terugkoppelspoel. Maar ook hier mag men, parallel op de telefoon, wel een blokcondensator schakelen, om eventueele capaciteiteffecten te voorkomen. Voor een eerste proef is deze condensator evenwel niet noodzakelijk.

DE ROOSTERCONDENSATOR moet 150 micro-micro-farad zijn, dus vrij klein. De normaal gebruikte waarde van 300 micro-micro-farad is echter ook wel bruikbaar.

### **Primair-Ontvanger met losse Antennekoppeling.**

Bij alle toestellen volgens de vorige schema's wordt de afstemming beheerscht door de capaciteit en zelfinductie van toestel en antenne *samen*, d. w. z. dat men met verschillende antennes ook verschillend moet afstemmen en dat slingeren van de antenne in den wind ook de afstemming doet „slingereren”.

Bij een toestel volgens fig. 6 is dat practisch niet meer het geval, echter alleen, zoolang de capaciteit van condensator  $C_1$  zeer klein

is. De afstemming wordt dan bijna uitsluitend bepaald door de grootten van spoel  $L_2$  en condensator  $C_2$ , d. w. z. dat de afstemming met verschillende antennes bijna onveranderd blijft. Men vindt de stations steeds bij bijna dezelfde condensatorstanden.

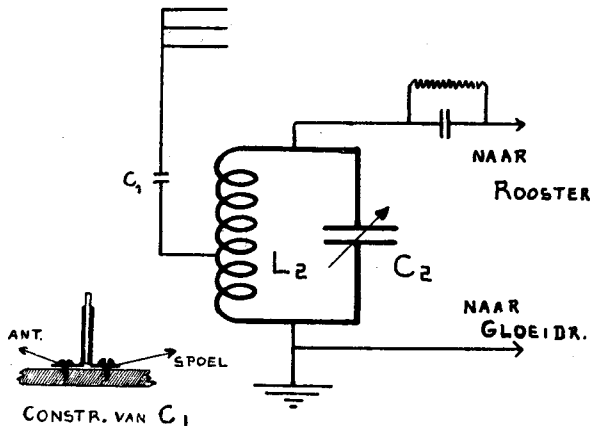


Fig. 6.

Een ander voordeel is, dat de geluidsterkte groter kan zijn dan met een gewoon primair toestel, terwijl ook de selectiviteit beter kan zijn.

Een en ander staat in verband met de losse antennekoppeling en de geringe demping van kring  $L_2-C_2$ , waardoor het in hoofdstuk IV besproken „opslinger-effect” tot z'n recht komt.

Een toestel volgens dit schema biedt in deze opzichten dezelfde voordeelen als een inductief toestel met onafgestemden antennekring en zou dan ook als een overgangsvorm beschouwd kunnen worden. De antenne doet hierbij uitsluitend dienst als „collector”. De koppeling met den „secondairen” kring  $L_2-C_2$  is capacitef en met den condensator  $C_1$  wordt de koppeling geregeld — niet de afstemming!

Tengevolge van de capaciteve koppeling is de storingvrijheid (tegen gedempte storingen) niet veel, doch door de geringe demping toch wel merkbaar groter dan van een gewoon primair toestel.

Speciaal voor het gebied van 200 tot 500 meter en met lange

antennes is dit toestel bijzonder geschikt (een inductieve ontvanger is daarvoor toch niet veel storingvrij). Voor kortere golven kan men beter inductieve koppeling toepassen met onafgestemden antennekring.

Om goede werking te verwachten moet aan de volgende twee eischen noodzakelijk voldaan zijn:

I. De gesloten kring, bestaande uit cond.  $C_2$  en spoel  $L_2$ , moet in electrisch opzicht zoo deugdelijk mogelijk zijn (geringe demping hebben). Men moet er dezelfde eischen aan stellen als aan den secundairen kring van een inductief toestel. Honingraatspoelen zijn niet goed! Gewone cylinder- of spinnewebspoelen met dubbelomsponnen draad van 0,6 à 1 mm. dikte zijn goed genoeg (zie overigens hoofdstuk VII).

II. Condensator  $C_1$  moet zoo klein mogelijk zijn als de geluidsterkte maar eenigszins toelaat. Hoe beter de spoelen en condensator  $C_2$  zijn, hoe kleiner  $C_1$  kan zijn!

De capaciteit van  $C_1$  mag *hoogstens 100 micro-micro-farad* bedragen. Ongeveer  $\frac{1}{3}$  van de capaciteit van een gewonen roostercondensator is een goede waarde.

Men kan beginnen met een condensator volgens de teekening links van fig. 6, bestaande uit twee koperplaatjes van bijv. 2 cm. breed en 4 à 5 cm. hoog met daartusschen een stukje mica.

De capaciteit van dezen condensator behoeft eigenlijk weinig geregeld te worden: de afstemming geschiedt met cond.  $C_2$ . Op bepaalde golven wil het toestel soms moeilijk genereeren (onder de 200 meter) doordat de antenne met de fundamenteele golf of een harmonische daarvan met de te ontvangen golflengte in reso-

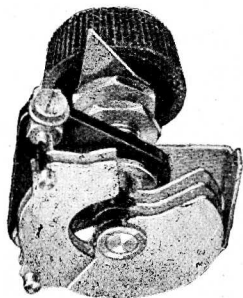


Fig. 7. General-Radio microcondensator, max. cap. 15 micro-microfarad. Er bestaat ook een type met een max. cap. van 50 micro-micro-farad.

nans komt. Door het micaplaatje in of uit te schuiven wordt de capaciteit van  $C_1$  dan geregeld, totdat het toestel weer genereert. Voor zeer korte golven moeten de plaatjes kleiner zijn, dan hierboven opgegeven is.

Men kan er uitstekend een z.g. neutraliseeringscondensator of wel: micro-condensator voor gebruiken (zie bijv. fig. 7).

Zooals de teekening aangeeft, wordt de antenne via  $C_1$  slechts aan  $\frac{1}{3}$  of  $\frac{1}{2}$  van de spoel verbonden. Wil men het per sé zonder aftakkingen doen, dan kan men  $C_1$  ook wel aan de heele spoel aansluiten, mits men de capaciteit van  $C_1$  evenredig vermindert.

Een betere oplossing is dan, condensator  $C_1$  geheel weg te laten en de antenne te verbinden aan een plaatje zeer dun koperblad, dat vlak bij spoel  $L_2$  geplaatst wordt. Op korte golf geeft dat voldoende capacatieve koppeling.

Voor spinnewebspoelen moet het plaatje cirkelvormig zijn met een radiale uitsnijing, om het optreden van cirkelvormig vloeiende wervelstroomen te beletten. Gebruikt men cilindrische spoelen, dan kan men met een cilindervormig gebogen reep van 15 bij 4 cm. capaciteef met de gloeidraad zijde van spoel  $L_2$  koppelen. De uiteinden van de metaalreep mogen elkaar NIET raken!

HET WINDINGTAL van spoel  $L_2$  kan vrijwel hetzelfde zijn als van de secundaire spoel van een inductieven ontvanger. (Zie onder B. van dit hoofdstuk). Voor alle zekerheid kan men ongeveer 20 % minder nemen dan aldaar opgegeven. Voor 300 tot 500 meter golf komt men dus tot de volgende waarden:

Voor *spinnewebspoelen*: ca. 35 à 45 windingen.

Voor *cylinderspoelen* van ca. 7 cm. diameter en met ca. 10 cm. bewikkeld gedeelte: ca. 50 windingen.

Alles met den condensator van max. 500 micro-micro-farad.

Men kan gewone variabele terugkoppeling toepassen, maar even goed volgens Reinartz-Weagant. In dit laatste geval kunnen spoel  $L_2$  en de afgetakte terugkoppelspoel op één koker gewikkeld worden, zie vorige schema's.

De terugkoppeling moet wat sterker zijn dan van een inductief

toestel. Met een toestel volgens dit schema kan men ook zeer korte golven ontvangen; tot 25 meter toe gaat het nog heel goed, mits  $C_1$  klein genoeg is. Maar voor zulke korte golven is een inductief toestel toch altijd te verkiezen, wegens de grootere storingvrijheid.

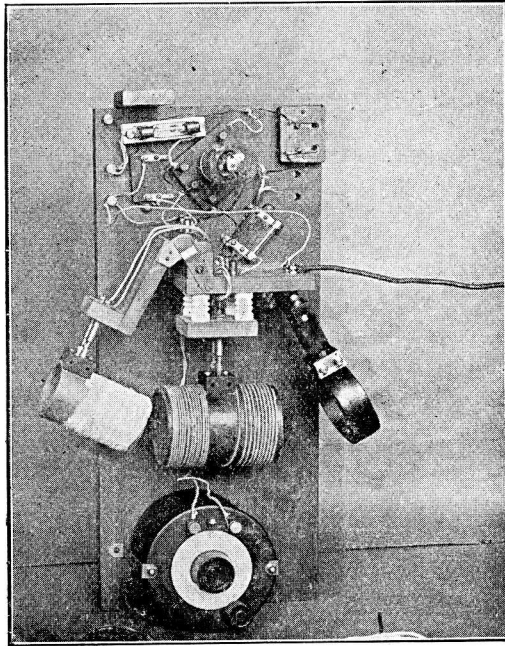


Fig. 8. Eenvoudige kortegolf-ontvanger met verwisselbare spoelen. Deze wijze van opstellen is *niet* aan te bevelen, wegens de lange verbindingsdraden tusschen secundaire spoel en draaicondensator.

## B. SECONDAIR-ONTVANGERS.

Voor het golflengtegebied van 500 tot 200 meter is een secundair-ontvanger, d. i. een ontvanger met inductieve antennekoppeling, niet altijd te prefereren boven den veel eenvoudiger te hanteeren primairontvanger. De inductieve ontvanger wordt n.l. op dit golflengtegebied bijna even erg gestoord door gedempt verkeer op 600 meter golf.

Onder de 150 meter golf is de primair-ontvanger niet goed meer aan het genereeren te krijgen, en is dus de inductieve antenne-

koppeling wel de eenig afdoende oplossing. Voor ontvangst onder de 250 meter leent zich de inductieve ontvanger dus het best. Den antennekring stemt men af, voorzoover dat dan nog gaat.

*Onder 200 meter golflengte kan men den antennekring vaak zonder verlies aan geluidsterkte onafgestemd laten.*

De antennespoel dient dan uitsluitend voor de koppeling met den secundairen kring, en dus niet meer voor de afstemming. Dit beteekent dus een groote vereenvoudiging, aangezien nu alléén de secundaire kring afgestemd behoeft te worden. Men zoekt naar stations met slechts één knop! De storingvrijheid is uitstekend.

Evenals bij den primair-ontvanger zijn ook nu weer twee schema's mogelijk:

Fig. 9 is het schema met gewone inductieve terugkoppeling.

Fig. 10 is het schema met terugkoppeling volgens Reinartz of Weagant, waarbij de terugkoppeling met draaicondensator  $C_3$  fijn bijgeregeld wordt. *Deze condensator dient dus niet voor de afstemming.*

Wanneer de smoorspoel S zijn functie niet naar behooren verricht (hetgeen bijna met elke smoorspoel op enkele golflengten het geval is) zouden met schema fig. 10 moeilijkheden ontstaan met de terugkoppeling, aangezien een groot deel van den hoogfrequentstroom in dat geval langs de terugkoppelspoel door den smoorspoel zou „leken”. Daarom wordt de terugkoppelspoel  $L_3$  vaak geschakeld *tusschen de anode van de lamp en de smoorspoel S* en condensator  $C_3$  direct aan min-gloeidraad.

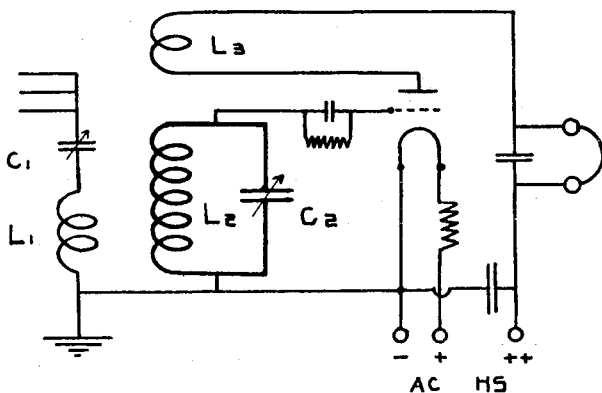


Fig. 9.

Ook deze oplossing is evenwel niet volmaakt, want op deze wijze ontstaat licht sterkere capacatieve koppeling tusschen  $L_3$  en  $L_2$ , hetgeen in sommige gevallen tot minder gewenschte effecten kan leiden.

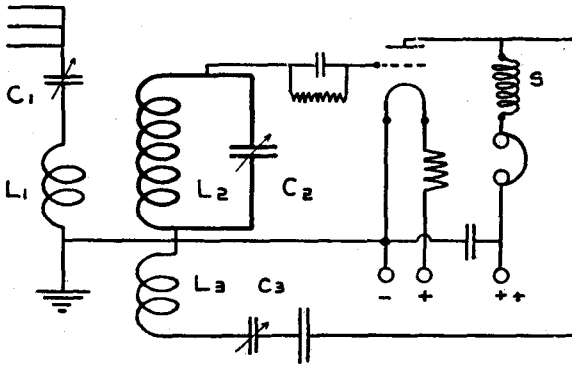


Fig. 10.

#### Afmetingen voor 500 tot 200 Meter Golf.

PRIMAIRE SERIECONDENSATOR  $C_1$  moet een goede draai-condensator zijn, max. 500 micro-micro-farad.

SECONDAIRE CONDENSATOR  $C_2$  vooral, moet een zeer goede luchtdraaicondensator zijn, *den besten dien men kan koopen!* Een *fijnregeling* of fijnregelknop hierop is *onmisbaar*. Overbrenging minstens 1 : 6; tot 1 : 100 is zeer goed. *Neem nimmer een condensator met een losse plaat voor de fijnregeling*, deze voldoet minder goed en geeft veel meer elektrische verliezen. Max. cap. van den secundairen condensator hoogstens 500 micro-micro-farad.

DE TERUGKOPPEL-CONDENSATOR  $C_3$  kan in schema fig. 10 ook 500 micro-micro-farad zijn. Dit hoeft niet zoo'n dure condensator te zijn, maar het moet er vooral een zijn, met een kleine minimum-capaciteit, hoogstens 30 micro-micro-farad. Fijnregeling hierop is wel handig, maar niet direct noodzakelijk.

#### PRIMAIRE SPOEL.

Met een kleine antenne: honingraatspoel 35 vanaf 200 meter.  
honingraat 50 of 60 van 300 tot 600 meter.

Met een groote antenne: honingraatspoel 25 vanaf 200 meter;  
honingraat 40 of 50 vanaf 300 tot  
600 meter.

Honingraat 50 „past” bij alle amateurantennes.

Beter dan honingraatspoelen zijn enkelelaag cilindrspoelen of spinnewebspoelen van dubbel zijde- of katoenomsponnen draad van minstens 0,4 mm.

Enkelelaag cilindrspoelen moeten zóó ingestoken worden, dat de a a r d z ij d e naar de secundaire spoel gekeerd is, omdat anders de storingvrijheid te wenschen overlaat tengevolge van capacatieve koppeling.

Kan men met den seriecondensator niet laag genoeg komen, dan late men den antennekring gerust onafgestemd, met seriecondensator geheel op maximum, of beter nog, kortgesloten. Boven 300 meter golf moet men, met een normale antenne, steeds een afstemming kunnen vinden.

Komt men niet hoog genoeg, dan kan men den condensator ook wel parallel schakelen. Men heeft dan echter kans op eigenaardige afstemeffecten. Beter is dan, een grootere primaire spoel te gebruiken.

#### SECONDAIRE SPOEL.

Vanaf 200 meter: honingraatspoel 35.

Boven 300 meter: honingraatspoel 60 of 50.

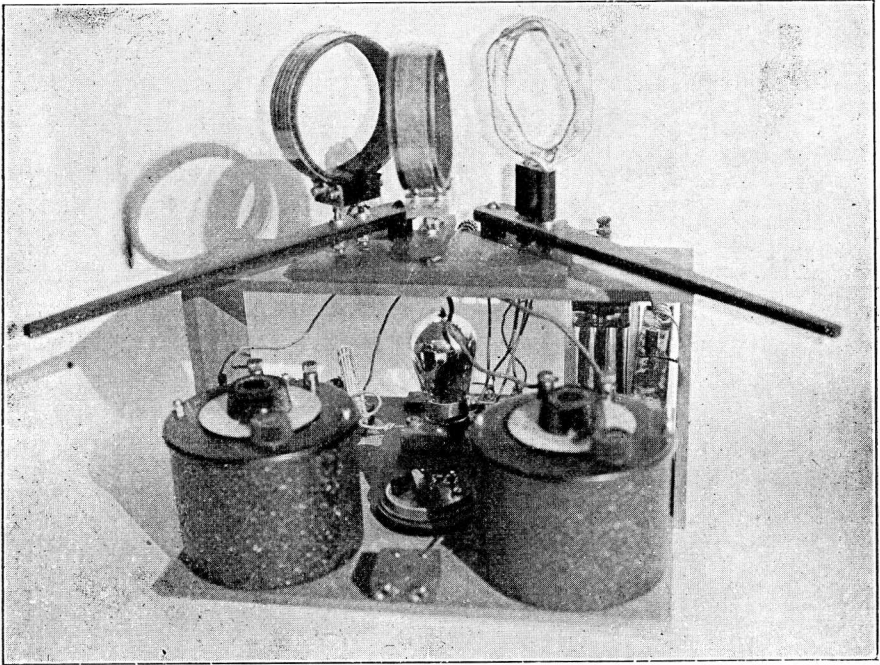
*Veel beter* zijn spinnewebspoelen of enkelelaag cilindrspoelen van *dubbel* zijde- of katoenomsponnen draad van 0,4 tot 1 mm. dikte. Bij gebruik van dik draad krijgen de spoelen een vrij grooten diameter. Aangezien voor de honingraatspoelen hier steeds op een binnendiameter van 5 cm. gerekend wordt, moet bij dergelijke spinnewebspoelen het windingtal met ca. 25 % verminderd worden.

Beter dan massief draad is litze-draad; lees echter eerst hoofdstuk VII door, voor ge daarmee begint, want met litze begaat men met het soldeeren licht fouten !

DE TERUGKOPPELSPOEL mag nooit grooter zijn dan de secundaire spoel, hoogstens daaraan gelijk. Werk steeds met een zoo klein mogelijke terugkoppelspoel (d.w.z. een met zoo min mogelijk windingen), waarmee het toestel nog gemakkelijk aan het



genereren gebracht kan worden. Moeilijk genereren wijst meestal op aanzienlijke verliezen in den secundairen kring door het gebruik van slechte spoelen of een slechten condensator.



G. J. Eschauzier.

Fig. 11. Eenvoudige inductieve kortegolf-ontvanger. Let op de eenvoudige en doelmatige oplossing van het spoelhouder-vraagstuk. Wanneer de secundaire condensator achter een frontplaat gemonteerd wordt — dus met de as horizontaal — zouden de verbindingen nog veel korter kunnen worden.

### Het Vaste-Spoelen Toestel.

Schema fig. 10, leent zich bijzonder goed voor een toestel met vaststaande spoelen; een geheel ingebouwd frontplaattoestel dus. Het recept daarvoor is als volgt: (fig. 12).

Neem een stuk kartonnen teekenkoker van 7 cm. diameter en 15 cm. lengte; wikkel hierop spoel  $L_2$ , bestaande uit totaal 60 windingen, afgetakt op 25, 40 en 60 windingen, van dubbel zijde- of katoenomsponnen draad van 0,6 tot 1 mm., of wel uit gewoon bellendraad. *Spatieer zóó, dat 10 cm. bewikkeld wordt.*

Schellakken of paraffineeren is zeer goed, mits het *goed* gebeurt.

Groep 6 latjes van 1 cm. in het vierkant en 5 cm. lengte, om de afgewikkelde spoel en wikkel hierover de terugkoppelspoel  $L_3$  van dubbelgeïsoleerd draad van 0,3 mm.; totaal 40 windingen, vanaf de 15e winding om de 5 windingen afgetakt en bij elke aftakking  $\frac{1}{4}$  cm. gespatieerd.

*De windingsrichting van de terugkoppelspoel moet tegengesteld zijn aan de windingsrichting van de secundaire spoel, let hier vooral op!*

Het gemeenschappelijke begin van beide spoelen wordt aan min-gloeidraad (tevens min-accu) en aan de aardklem van het toestel verbonden. De aftaksteker van de secundaire spoel verbindt men aan den roostercondensator en den lekweerstand, en het einde van de terugkoppelspoel aan de draaibare platen van den terugkoppelcondensator.

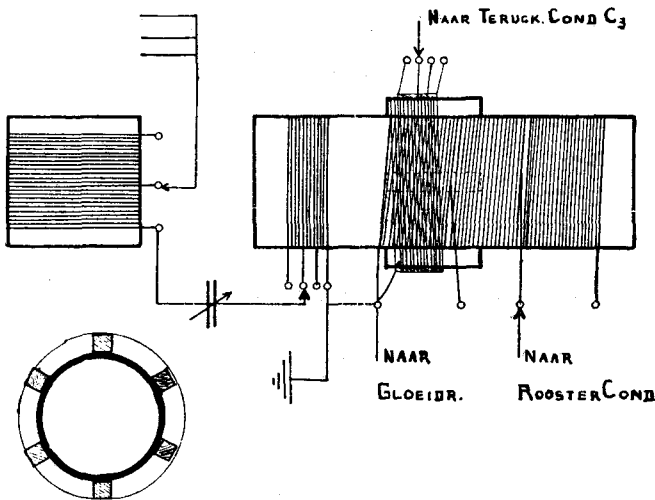


Fig. 12.

DE PRIMAIRE SPOEL kan een cylinder-, honingraat- of spinne-webspoel zijn van dezelfde afmetingen als voor een toestel met verwisselbare spoelen (zie boven) en moet draaibaar of schuifbaar opgesteld zijn aan het gloeidraadeinde van de secundaire en terugkoppelspoel. Men zou er één spoel voor kunnen nemen met aftakkingen op 25, 40 en 60 windingen.

Wil men in het geheel geen verplaatsbare spoelen, dan splitse

men de antennespoel in twee gedeelten, n.l. een deel van 15 windingen, afgetakt om de 3 windingen en direct op den koker gewikkeld die dan 20 cm. lang moet zijn, en een deel van 50 windingen met een aftakking in het midden, op een anderen koker. Deze laatste spoel moet loodrecht op de andere spoelen opgesteld worden en zoover mogelijk daarvandaan. Met het windingtal van de eerste spoel regele men de antennekoppeling, en met de aftakking(en) op de andere spoel en met den seriecondensator de antenneafstemming.

### De overige Onderdeelen.

Deze kunnen precies dezelfde zijn, als reeds eerder onder „Primaire Toestellen” beschreven.

### Afmetingen voor 200 tot 25 Meter Golflengte.

#### PRIMAIRE KRING.

Onder 200 meter golflengte kan men, met een niet te kleine antenne, den antennekring onafgestemd laten en den seriecondensator kortsluiten. Men kan probeeren, den antennekring op een meervoud van de te ontvangen golflengte af te stemmen: *soms geeft dat belangrijke toename in geluidsterkte.*

Met onafgestemde antenne kan de antennespoel bestaan uit:

10 windingen voor 200 tot 100 meter golflengte.

5 windingen voor 100 tot 50 meter golflengte.

2 à 1 wind. voor nog korter golven.

#### SECONDAIRE CONDENSATOR.

Voor 200 tot 75 meter golf: maximaal 250 micromicrofarad. Fijnregeling minstens 1 : 6; 1 : 100 is veel beter.

Voor 75 tot 25 meter golf: maximaal 150 micromicrofarad. Fijnregeling minstens 1 : 10; liefst 1 : 100. Met 1 : 6 gaat het ook nog wel, maar de instelling is zeer lastig. Zonder fijnregeling gaat het in het geheel niet!

#### SECONDAIRE SPOEL.

Voor 200 tot 100 meter golf: 25 à 30 windingen, diameter ca. 7 cm.

Voor 100 tot 50 meter golf: 12 à 15 windingen, diameter ca. 7 cm.

Voor 50 tot 25 meter golf: circa 5 windingen, diameter ca. 6 cm.

Alles 1 mm. *dubbelomsponnen* draad of bellendraad, cylinder of spinnewebspoelen zonder extra-spatieering.

*Gebruik in geen geval honingraatspoelen!* Voor spoelconstructies, zie hoofdstuk VII.

#### TERUGKOPPELSPOEL.

Hoogstens even groot als de secundaire spoel, liefst veel kleiner. Genereert het toestel niet met zoo'n terugkoppelspoel, dan trachte men de verliezen in de secundaire spoelen of sec. condensator te verminderen *en niet het toestel te forceeren met een te groote terugkoppelspoel*: dat leidt tot slechte resultaten. Gebruik voor de terugkoppelspoel niet te dik draad, liefst dunner dan voor de secundaire spoel, bijv. 0,2 mm. *dubbelomsponnen*.

#### TERUGKOPPELCONDENSATOR.

Even groot als de secundaire condensator. Kleine minimum-capaciteit! Een z.g. micro-condensator is vaak reeds voldoende.

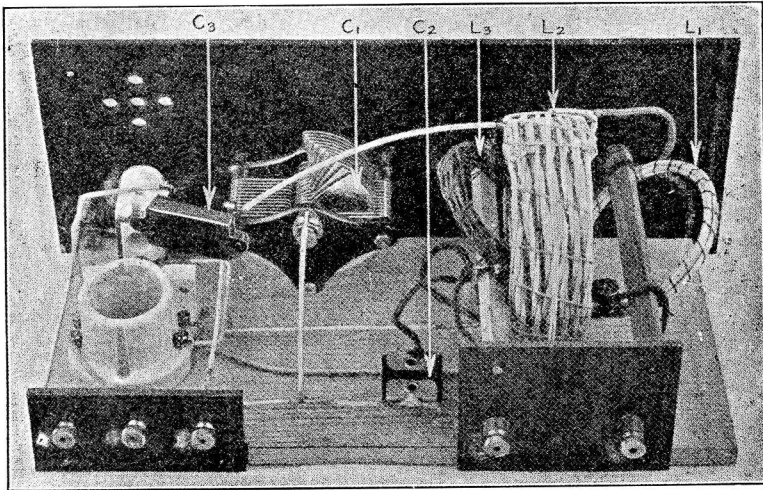


Fig. 12a. Eenvoudige ingebouwde kortegolf-ontvanger, met niet-verwisselbare spoelen. (Achteraanzicht). Schema fig. 9. De letters op deze foto komen *niet* overeen met die in het schema.

### III.

#### HET AFSTEMMEN OP KORTE GOLVEN.

Het afstemmen van een primair-ontvanger is zóó eenvoudig, dat er niets anders van gezegd behoeft te worden, dan dat afstemming en terugkoppeling *gelijktijdig* bediend moeten worden. Dat gaat heel eenvoudig, door *beide* handen te gebruiken.

*Voor telefonie-ontvangst mag het toestel vooral niet genereeren!* Bij draaien aan den condensator mag men dus geen fluittonen te hooren krijgen.

Aangezien men met een primair toestel welhaast nooit lager komt dan 200 meter golf, gaat het afstemmen nog zeer goed, zelfs zonder fijnregeeling op den condensator.

Met één goedgekozen spoel en seriecondensator van 500 micro-micro-farad kan men met de meeste antennes juist op alle kortegolf omroepstations afstemmen (ca. 350 tot 600 meter golf).

Een parallelcondensator zal men wel zelden toepassen, tenzij de antenne al heel erg klein is. Men gebruike steeds zooveel mogelijk den seriecondensator, zoo noodig met een grootere spoel.

#### Het Afstemmen van den Inductieven Ontvanger.

Het afstemmen van den inductieven ontvanger is alleen dan goed mogelijk, *wanneer de antennespoel zéér los met de secondaire spoel gekoppeld wordt.* Daar komt het hier werkelijk vóór alles op aan, omdat anders de afstemmingen van de beide kringen elkaar te veel beïnvloeden; het afstemmen van den eenen kring „sleept” a. h. w. de afstemming van den anderen kring mee. Heeft men één kring goed afgestemd, dan kan men weer van voren af aan beginnen, wanneer men den anderen kring gaat afstemmen. Het slot is dan gewoonlijk, dat men alleen den secondairen kring nauwkeurig afstemt en de antenne-afstemming verwaarloost, gewoonlijk ten koste van de signaalsterkte.

Voor het afstemmen van een telefoniestation gaat men daarom het beste als volgt te werk:

I. Met vaste antennekoppeling het station zoeken.

II. Daarna de antennekoppeling zoo los mogelijk maken; minstens zóó los, dat men geen fluittoon hoort, wanneer men met de antenneafstemming de secundairafstemming passeert !

III. Den antennekring afstemmen op sterkste geluid; bij zéér zwakke telefonie de sec. kring onderwijl zooveel mogelijk bijstemmend op een lage „zwevingston”.

IV. Den secundairen kring afstemmen en onderwijl de terugkoppeling zooveel verzwakken, dat het toestel niet meer genereert. Men mag dus *nooit* een „zwevingston” hooren, *ook niet een eindje buiten de juiste afstemming*.

V. De antennekoppeling wat vaster maken; de spoelen mogen elkaar echter nooit meer naderen dan onder 30°.

VI. Den secundairen kring definitief bijstemmen. De terugkoppeling mag onderwijl iets versterkt worden; *echter nooit, zooveel, dat men een fluittoon te hooren krijgt bij draaien aan den secundairen condensator*.

Bij toestellen met een vaste antennespoel regelt men de antennekoppeling door het inschakelen van meer of minder windingen op dat gedeelte van de antennespoel, dat met de secundaire spoel gekoppeld is. Met den antennecondensator moet dan telkens wat bijgestemd worden. Met dergelijke toestellen vervalt sub. V. Men zou dan, zoo noodig, al in den aanvang de antennekoppeling wat vast kunnen maken.

*Tracht nooit af te stemmen door regeling van den gloeistroom; men krijgt het station dan nooit zóó sterk als met vollen gloeistroom, terwijl telefonie meestal sterk vervormd wordt.*

Op golven, korter dan 200 à 250 meter, behoeft de antennekring in het geheel niet afgestemd te worden. De bediening van het toestel wordt dan even eenvoudig als van een primairtoestel. Voor telefonie-ontvangst moet het afstemmen van den secundairen kring en het regelen van de terugkoppeling steeds *gelijktijdig* geschieden. Van groot gewicht is het, dat de terugkoppeling heel fijn instelbaar is, aangezien men anders onmogelijk goed op den „rand” van genereren kan instellen. Op dit punt wint de Reinartz-terugkoppeling het soms van de gewone terugkoppeling met verstelbare

terugkoppelspoel, tenzij men beschikt over een werkelijk goeden spoelhouder met fijnregeling.

### De Zwevingsontvangst van de Korte Golf.

Een voorbeeld uit de praktijk diene ter inleiding:

Met een bepaalde, gespatieerd gewikkelde spoel en een General Radio draaicondensator (type 247), van maximaal 270 micro-micro-farad, en een schaal, loopende van 0 tot 100, was het golfbereik van 70 tot 180 meter; dus een verhouding van 1 : 2,6. Golf-lengte 100 meter werd gevonden bij 18 schaaldeelen; golflengte 110 meter bij 28 schaaldeelen. Ieder schaaldeel beteekende dus een golflengte-variatie van zoowat één meter.

Om voor zwevingsontvangst van een ongedempt station op toon 1000 in te stellen,<sup>1)</sup> moet het *verstemmingspercentage* zijn:

één derde van de golflengte in kilometers.

Op 100 meter golf is dat dus  $\frac{1}{3} \times \frac{1}{10} = \frac{1}{30} \%$ , d. i.  $\frac{1}{30}$  meter of *drie centimeter*! Aangezien elke deelstreep 1 meter golf-variatie beteekent, komt dat dus overeen met een verdraaiing van slechts *drie honderdste deelstreep*! Verdraaiing van den condensator over één deelstreep maakt den zwevingstoon al onhoorbaar hoog.

Na eenige oefening blijkt in de praktijk ontvangst van 100 meter golf met zoo'n toestel nog zelfs vrij goed te gaan met behulp van de op dien condensator aangebrachte tandradfijnregeling van 1 : 6. Een veel grootere overbrenging ware echter gewenscht.

In de, ook percentsgewijze, zeer kleine verstemming, welke noodig is, om op een bepaalden zwevingstoon in te stellen, ligt de moeilijkheid van kortegolf-ontvangst.

Om een golf van 10.000 meter in toon 1000 zwevend te ontvangen, moet het ontvangtoestel 3,3 % of wel: 330 meter verstemd zijn. Daardoor treedt tevens een aanzienlijke verzwakking op. Het gebruik van een apart zwevingstoestel (zoodat de ontvanger wèl precies op 10.000 meter afgestemd kan blijven) is daarom op lange golf van veel belang.

Maar op korte golf, waar men maar zoo weinig behoeft te ver-

<sup>1)</sup> 1035 per./sec. = C'''.

stemmen, geeft ontvangst met verstemden ontvanger relatief meer geluidsterkte dan op lange golf en kan het zwevingstoestel gemist worden. Uit dit oogpunt beschouwd, is het dus eigenlijk juist een voordeel, dat men op korte golven zoo weinig behoeft te verstemen, maar een eisch is, dat de toestellen ook in mechanisch opzicht degelijk geconstrueerd zijn.

*Voor het „zoeken” van kortegolfstations is het dus van buitengewoon groot belang, den secundairen condensator uiterst langzaam te verdraaien.*

### **De Invloed van het Golfmeetbereik. <sup>1)</sup>**

Ten einde nu een behoorlijke instelbaarheid te verkrijgen, zou men het golfmeetbereik van elke spoel kunstmatig kunnen verkleinen, door parallel op den secundairen draaicondensator een kleinen vasten condensator te schakelen; d. w. z. door kunstmatig een groote nulcapaciteit te maken.

In het gegeven voorbeeld geeft het bijschakelen van een zeer kleinen luchtcondensator (bestaande uit twee vlakke koperplaatjes), een meetbereik van bijna 100 tot 200 meter, dus 1 : 2.

Ook zou men gebruik kunnen maken van een secundairen draaicondensator met zeer kleine maximum capaciteit, hetgeen principieel meer aan te bevelen is in verband met de grootere geluidsterkte welke daarmee verkregen wordt. Een condensator met maximum capaciteit van 50 à 100 micro-micro-farad is zeer bruikbaar. Dergelijke condensatoren zijn in den handel.

Het bezwaar van deze methode is, dat uitwisseling van de detectorlamp tegen een exemplaar van ander type vrij aanzienlijk het meetbereik beïnvloeden kan, vooral wat betreft het onderste gedeelte, ten gevolge van de veranderde eigencapaciteit van de lamp.

*Houdt men zich evenwel steeds aan een en hetzelfde lamptype, dan is een kleine maximum capaciteit — speciaal voor zêér korte golven — aan te bevelen.*

Om op golven tusschen 100 en 200 meter een behoorlijke instelbaarheid te houden, mag het meetbereik (met een fijnregeling van 1 : 6), zeker niet grooter zijn dan 1 : 2 of 1 : 2,5. Hoe kleiner

<sup>1)</sup> Men zie de grafieken aan het einde van dit hoofdstuk.



meetbereik, hoe beter instelbaarheid; *maar een te klein meetbereik heeft het groote bezwaar, dat men te vaak spoelen moet uitwisselen.*

Alléén door verkleining van het meetbereik komt men er dus niet — ook niet door gebruik van een z.g. golflengte- of frequentie-lineairen condensator (het nut daarvan is overigens zeer twijfelachtig — om geen sterker uitdrukking te bezigen !)

### **De Noodzaak van Fijnregeling.**

De eenige afdoende oplossing, waarbij tòch een groot golfbereik per spoel toelaatbaar is, is *een groote overbrenging van de fijnregeling*. 1 : 6 is minstens gewenscht; tot 1 : 250 toe is zeer bruikbaar ! Ons is bijv. een overbrenging van ca. 1 : 100 voor ontvangst onder 50 meter golflengte vrijwel onmisbaar gebleken.

Het gebruik van een kleinen „fijnregelcondensator”, parallel op den grooten, of een condensator met een losse fijnregelplaat, moet sterk afgeraden worden, omdat men daarmee meestal „zoekt” met den grooten condensator en daardoor juist „door alles heen draait”. Ook zijn de verliezen met zoo'n combinatie zeer aanzienlijk; werkelijk zeer korte golven (10 meter) kan men er gewoonlijk nooit mee halen.

*Het zoeken van een station moet altijd gebeuren met de fijnregeling.* Daarom verkieze men steeds een fijnregelsysteem, waarbij de condensator alléén met de fijnregeling over de volle schaal verdraaid kan worden, boven een, waarmee slechts over enkele schaaldeelen fijngeregeld kan worden.

De grof-instelling (1 : 1) gebruikt men in de praktijk maar zelden — gewoonlijk alleen om van de eene golflengteband in de andere over te gaan.

Zonder fijnregeling is kortegolfontvangst bepaald praktisch onmogelijk — met de kwaliteit van de fijnregeling van den secundairen condensator en van de terugkoppeling is nauw verbonden de praktische hanteerbaarheid van een kortegolfontvanger. Dáár dient men in de allereerste plaats op te letten bij aankoop.

### **De Grootte van den Secundairen Condensator.**

Uit het bovenstaande volgt voorts, dat het gebruik van een grooten condensator van bijv. 1000 micro-micro-farad voor de *instelbaarheid* geen bezwaar is, aangezien men door toevoeging van

een vasten condensator het meetbereik altijd kan verkleinen, of een fijnregelknop kan toepassen.

Wèl een bezwaar is echter, dat met een grooten condensator het toestel moeilijk genereert en de geluidsterkte bovendien minder is; alles tengevolge van de grootere demping van den secondairen kring.

Alléén om deze redenen gebruikt men voor kortegolf-ontvangst kleine draaicapacitatoren. Voor golven onder de 200 meter kieze men de maximumcapaciteit niet grooter dan 250 micro-micro-farad. Voor golven onder de 50 meter mag de max. capaciteit eigenlijk niet grooter zijn dan 100 micro-micro-farad en voor golven onder 25 meter is een maximum capaciteit van 50 micro-micro-farad zeer handig. Zoo'n condensator heeft dus ongeveer de afmetingen van een wat grooten z.g. neutrodyne-condensator (micro-condensator).

### Het Voorkomen van Handcapaciteit-effect.

Nadering met de hand van *spoelen*, geeft steeds verstemming. Daar is niets anders tegen te doen, dan de spoelen in te bouwen in een geheel met metaal afgeschermd toestel (zie hoofdstuk IV). Voor een toestel met verwisselbare spoelen gaat het inbouwen niet zoo heel eenvoudig en moet men den spoelhouder daarom zó opstellen, *dat men voor het afstemmen de spoelen nooit met de hand behoeft te naderen.*<sup>1)</sup>

De secundaire *condensator* echter moet steeds *geheel* vrij van handcapaciteit-effect zijn. Met goede condensatoren kan aan deze voorwaarde altijd voldaan worden. Gewoonlijk is dat reeds het geval, wanneer de vaste platen aan de roosterzijde geschakeld worden en de draaibare dus verbonden zijn aan min-gloeidraad, dus ook aan aarde.

Met sommige condensatoren moet anders gehandeld worden; daarvoor verwijzen we naar hoofdstuk VI.

Beneden 25 meter golf geeft aanraking zelfs van de aardklem van het toestel bijna altijd eenige verstemming, zoodat handcapaciteit-effect op dergelijke korte golven moeilijk *geheel* vermeden kan

---

<sup>1)</sup> We zagen elders eens een kortegolftoestel als voorbeeld van goede constructie aanbevolen, waarbij de spoelhouder aan de frontplaat, tusschen de knoppen van de beide draaicapacitatoren gemonteerd was! Dit is dus wel een goed voorbeeld, hoe men het juist *niet* doen moet!

worden. De zelfinductie van de aardleiding gaat daarbij n.l. een rol spelen !

Het eenige door ons afdoende bevonden middel is een extra-tegencapaciteit, met een zoo kort mogelijke draad met de aardklem van het toestel verbonden. Die tegencapaciteit kan heel geschikt bestaan uit een mat fijn kopergaas, of een groote lap bladkoper of bladlood, tusschen twee platen bordpapier geplakt en niet te ver van de toestellen ergens op den grond of tegen den muur geplaatst. Het beste kan men een dergelijke tegencapaciteit ca. 25 c.m. onder het blad van de toestellentafel opstellen of op den grond plaatsen; liever niet vlak onder het tafelblad.

### **De Antenneafstemming op Korte Golf.**

De geheele antenneafstemming op dergelijke korte golven wordt gewoonlijk uitsluitend bepaald door den seriecondensator, terwijl de grootte van de antennespoel er maar weinig toe doet.

Immers, de zelfinductie van een normale antenne is, zelfs bij de meest zorgvuldige constructie, nog altijd groot ten opzichte van de spoelzelfinductie; en verandering van de laatste heeft dus op de totaalzelfinductie, dus ook op de afstemming, maar weinig invloed. Het insteken bijv. van een spoel met 10 inplaats van 15 windingen, doet de afstemming maar weinig veranderen ! Zelfs een vrij groote condensator parallel op een dergelijke spoel, heeft om dezelfde reden maar weinig effect op de afstemming. Vooral met een lange eendraadsantenne (met veel zelfinductie), is dat opvallend; zelfs met een vrij grooten condensator, parallel op een spoel van 25 windingen, diameter 5 cm., kan men dan de afstemming nauwelijks beïnvloeden, hoogstens „fijnregelen”, terwijl bij primairontvangst de geluidsterkte door zoo'n grooten condensator sterk gedrukt wordt. We herhalen het daarom nog eens: *gebruik op korte golf uitsluitend seriecondensator !*

Men neme daarvoor een *goeden* luchtdraaicondensator met een iets grootere maximumcapaciteit dan de capaciteit van de antenne. In bijna alle gevallen zal men daarom met een condensator van maximaal 500 micro-micro-farad kunnen volstaan; minimumcapaciteit *hoogstens* 50 micro-micro-farad.

De meeste amateurantennes kan men niet afstemmen op korter golf dan ca. 150 meter. Zoolang de ontvangen golf lengte korter is

dan de fundamenteele golflengte van de antenne, *kan men zonder verlies aan geluidsterkte den antennekring onafgestemd laten*. Men sluite den seriecondensator dan steeds kort. Ook op golven zelfs van 250 meter kan men met z.g. onafgestemden antennekring werken, door een voldoende groote primaire spoel te gebruiken, bijv. ca. 30 windingen van ca. 5 cm. diameter.

Bij inductieve ontvangst met onafgestemden antennekring neme men de primaire spoel niet grooter dan voor de *koppeling* noodzakelijk is; daarvoor zal men met hoogstens 25 à 20 windingen van 5 à 7 cm. diameter kunnen volstaan.

Soms kan het belangrijk voordeel opleveren, den antennekring af te stemmen op een meervoud van de te ontvangen golflengte.

### **Afmetingen van kortegolf-spoelen.**

Wanneer men over een goeden golfmeter beschikt, is het bepalen van het aantal windingen, dat men op een spoel moet wikkelen om een bepaald golfbereik te halen, natuurlijk zeer eenvoudig. Men begint met een willekeurig, voorloopig te groot aantal windingen, meet de golflengte met condensator op maximum en wikkelt net zoo lang windingen af, tot men de gewenschte golflengte haalt. Welke minimum-golflengte men dan met den condensator op nul zal halen, hangt af van de minimum-capaciteit van den condensator en de eigencapaciteit van het ontvangtoestel. Met goede condensatoren van max. ca. 250 micromicrofarad capaciteit kan men bijna altijd veilig op een verhouding van 1 : 2,3 rekenen. Om een aansluitend golfbereik te halen, mag de maximum golflengte van de volgende, kleinere spoel dus iets minder dan de helft zijn, van de maximumgolflengte van de naast grootere spoel.

Heeft men geen golfmeter, dan wordt de zaak dadelijk veel ingewikkelder. We kunnen daarom niet sterk genoeg aanraden, zich toch vooral een golfmeter aan te schaffen of er een zelf te maken (zie hoofdstuk V).

Ter vereenvoudiging van het ontwerpen van spoelen, hebben wij van een aantal kortegolfspoelen een serie golfkrommen opgenomen (fig. 13 en fig. 14). Met behulp hiervan en van onderstaande tabellen kan men met vrij groote nauwkeurigheid taxeerden, welk golfbereik men met een zekere spoel en zekeren condensator zal kunnen bestrijken.

De beteekenis van onderstaande golfkrommen is deze:

Blijkens tabel I is bijv. spoel C<sub>5</sub>, (fig. 14) een cilinderspoeel met 24 windingen bellendraad, gewikkeld op een kartonnen kokertje, van 7 cm. diameter en 10 cm. lengte (d. w. z. 10 cm. bewikkeld gedeelte). Die spoel is bovendien op foto fig. 15 afgebeeld.

Nu hebben wij die spoel verbonden aan een draai-condensator van maximaal ca. 270 micromicrofarad capaciteit op de wijze als in fig. 31 afgebeeld is, en bij elken stand van den condensator de golflengte gemeten, waarop die trillingskring afgestemd is. Al die condensatorstanden en bijbehorende golflengten zijn in den vorm van een grafische voorstelling vereenigd, d. i. kromme C<sub>5</sub> van fig. 14. Uit die kromme is bijv. af te lezen, dat met den condensator op minimum de golflengte 46 meter is, met den condensator op maximum ca. 155 meter en met den condensator op 40 schaaldeelen ca. 100 meter. Het golfbereik van deze spoel met dezen condensator, zonder iets anders eraan verbonden, is dus van 46 tot 155 meter — een verhouding van 1 : 3,4.

Schakelt men dienzelfden condensator en diezelfde spoel als de secondaire kring van een inductieven ontvanger, dan zullen de golflengten bij dezelfde condensatorstanden steeds iets grooter zijn, tengevolge van de capaciteit van de onderdeelen van het ontvangtoestel — van de z.g. *eigencapaciteit* van het toestel. De grootte van die eigencapaciteit hangt af van de meer of minder zorgvuldige bouw van het ontvangtoestel. De eigencapaciteit is gewoonlijk zeer klein, en ook klein ten opzichte van de maximum-capaciteit van den condensator, maar toch vrij groot ten opzichte van de ook zeer kleine minimumcapaciteit van den condensator. Het gevolg van het bijschakelen van de onderdeelen van een ontvangtoestel is, dat de *maximumgolflengte* maar heel weinig toeneemt, *maar de minimum golflengte vrij veel*. Het golfbereik wordt daardoor kleiner. In ons voorbeeld wordt de minimumgolflengte bijv. 72 meter en de maximumgolflengte 167 meter en de verhouding wordt dus slechts 1 : 2,3 (zooeven 1 : 3,4).

Om nu toch met vrij groote zekerheid vast te kunnen stellen, op welk golfbereik men met bepaalde spoelen en condensatoren zal kunnen rekenen, hebben wij het volgende gedaan:

1e. In fig. 15 hebben we een foto gegeven van een serie kortegolfspoelen van verschillend maaksel.

2e. In tabel I hebben we de windingtallen en afmetingen van die spoelen opgegeven.

3e. In fig. 13 en fig. 14 hebben we de golfkrommen gegeven van al die spoelen met een en denzelfden condensator, *zonder iets anders eraan verbonden*. Daarvoor hebben we een General Radio condensator met metalen schotel gebruikt met max. capaciteit van ca. 270 micro-micro-farad. Die golfkrommen gelden dus alléén voor de spoelen van tabel I, met dien bepaalden condensator of overeenkomstigen *,zonder iets anders eraan verbonden*.

4e. In tabel II hebben we opgegeven, hoeveel procent minimum- en maximumgolflengte ongeveer zullen toenemen bij gebruik van die spoelen en dien bepaalden condensator als de secundaire kring van een inductieven ontvanger. Zooals men ziet is de variatie van de maximumgolflengte niet heel groot, van de minimumgolflengte daarentegen wél. *Bij alle ontwerpen doet men daarom het beste, uit te gaan van de maximum-golflengten en te rekenen op een nuttig golfbereik van ca. 1 : 2,25.*

Bij gebruik van andere, grootere condensatoren (hetgeen we voor korte golven overigens sterk afraden) nemen de golflengten ook toe. Op welke verhouding men dan mag rekenen, is ook in tabel II opgegeven.

5e. In tabel III hebben we opgegeven, welken invloed verandering van de afmetingen van een spoel heeft op de golflengten, waarop men kan afstemmen.

*Wanneer men spoelen wil gaan maken voor een bepaald golfbereik, handelt men dus als volgt:*

Zoek in fig. 13 of fig. 14 een spoel op, waarvan de maximumgolflengte, vermeerderd met het percentage van tabel II het meest nabij komt aan de maximumgolflengte van het gewenschte meetbereik. Zoek in tabel I windingtal en afmetingen van die spoel op, en taxeer met behulp van tabel III het benodigde windingtal.

Met behulp van de grafieken en tabel II kan men eventueel nog een schatting maken omtrent de minimumgolflengten, welke men zal kunnen halen. Veilig is te rekenen op een verhouding van 1 : 2,25.

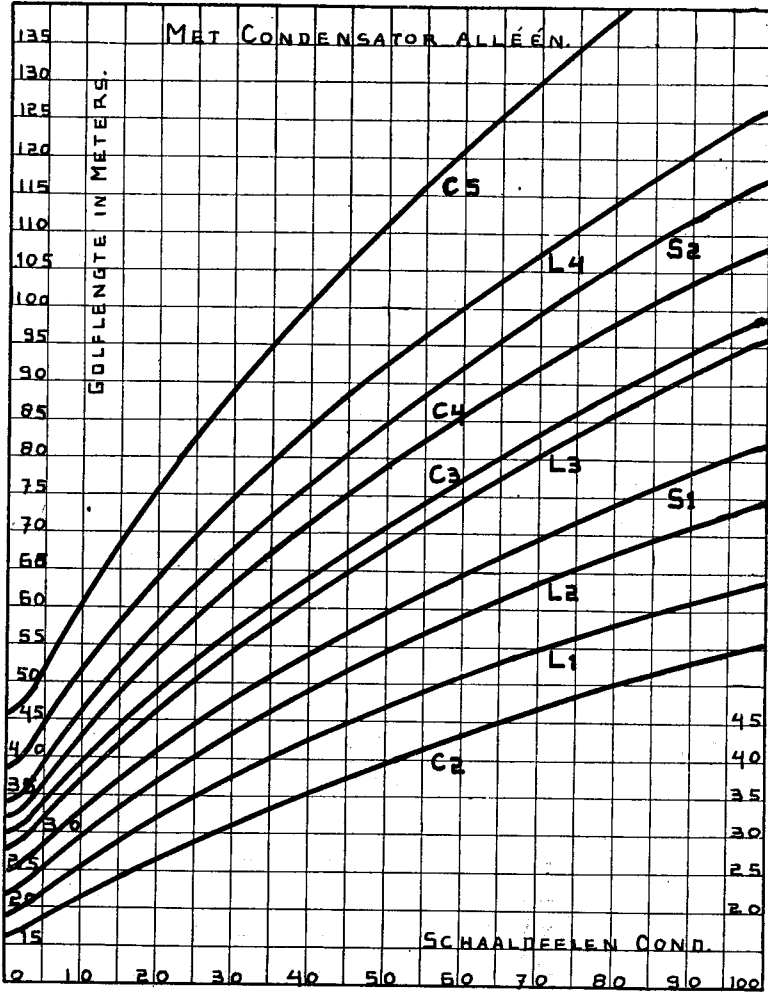


Fig. 13.

TABEL I.

Nummer	Windingtal.	Bemerkingen.	Diameter	Lengte.
C1.	2	Niet gemeten. (fig. 56)	7	0,5
C2.	5	Ongespateerd	7	1
C3.	10	in 2 deelen	7	2
C4.	16	gespateerd en in 2 deelen	7	10
C5.	24	gespateerd, idem	7	10
C6.	39	ongesp. in 2 deelen	7	10
L1.	6	Ongespateerd	7,5	1,5
L2.	6	Idem	10	1,5
L3.	8	Idem	10	1,5
L4.	12	Idem	10	3
L5.	16	Idem	10	4
L6.	20	Idem	10	4,5

		Binnen.	Buiten.
S1.	8	4	5,5
S2.	13	4,5	8
S3.	17	5	8
S4.	24	5	9,5
S5.	42	4	10

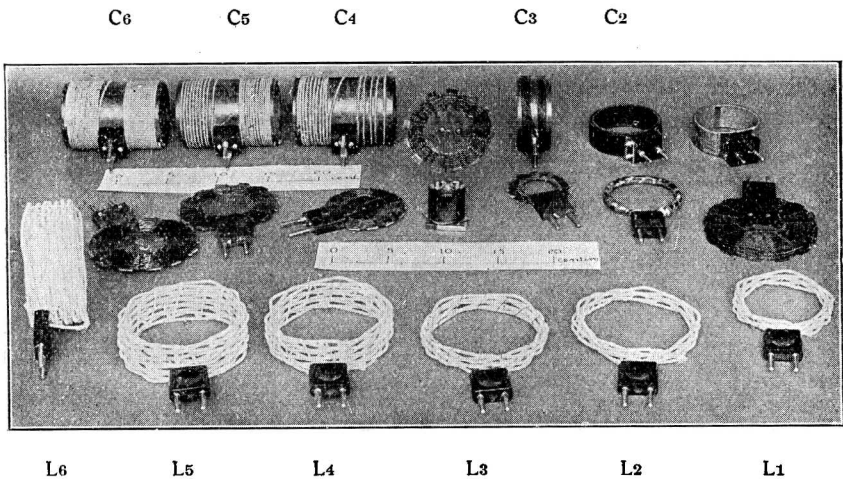


Fig. 15. Middelste rij zijn alle spinnewebspoulen (S<sub>1</sub> t/m. S<sub>5</sub>). C<sub>1</sub> is het spoeltje vlak onder C<sub>2</sub>.



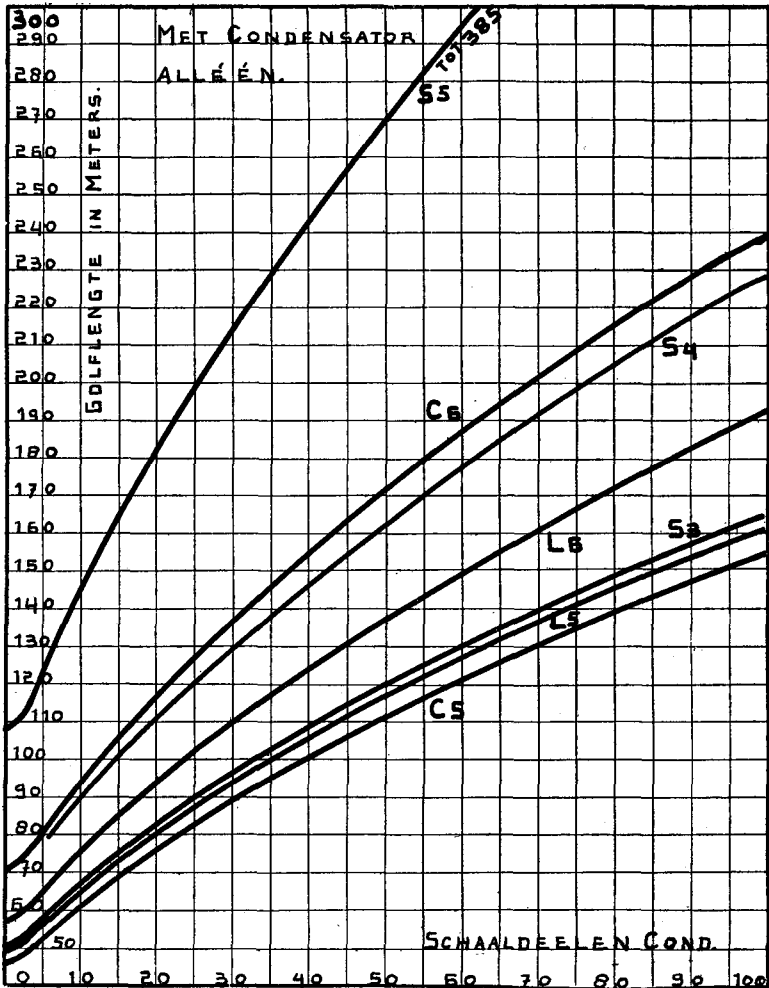


Fig. 14.

TABEL II.

Alle golfkrommen van fig. 13 en fig. 14 zijn gevonden, door de spoelen van tabel I te verbinden aan een General Radio condensator met ca. 270 micromicrofarad maximum-capaciteit, zonder iets anders eraan verbonden. Bij gebruik van dezelfde spoelen en condensator als de secundaire kring van een ontvangoestel nemen minimum- en maximumgolflengte een zeker percentage toe, afhankelijk van de eigencapaciteit van het ontvangoestel. Bij gebruik van

een anderen, grooteren condensator nemen de golflengten ook toe. In onderstaande tabel is opgegeven, hoeveel men bij de uit de grafieken gevonden waarden van minimum- en maximumgolf moet optellen.

#### MAXIMUM-GOLFLENGTE.

Voor een toestel met veel of weinig eigencapaciteit: . . .	5 %
Voor twee maal zoo grooten condensator (zonder toestel):	40 %
Voor twee maal zoo grooten condensator met toestel: . . .	45 %

#### MINIMUM-GOLFLENGTE.

Voor een toestel met weinig eigencapaciteit: . . . . .	30 %
Voor een toestel met veel eigencapaciteit: . . . . .	60 %
Voor twee maal zoo grooten condensator (zonder toestel):	30 à 40 %
Voor twee maal zoo grooten condensator met toestel met veel capaciteit: . . . . .	85 %

Gebruikt men de golflengte-lineaire (z.g. square law) condensatoren bijv. van General Radio, dan worden alle golflengten wat kleiner. Men vergelijk de beide krommen van hoofdstuk VI om zich een oordeel te vormen van het verschil.

### TABEL III.

Hoe de golflengte verandert, wanneer men de spoel vervangt door een met andere afmetingen:

#### WINDINGTAL.

Anderhalf maal zoo groot: . . . . .	50 % optellen.
Twee maal zoo groot: . . . . .	100 % optellen.
De helft: . . . . .	50 % aftrekken.

De golflengte is blijkbaar evenredig met het aantal windingen, echter alléén, zoolang de andere afmetingen (lengte en dikte) dezelfde blijven.

#### DIAMETER.

Anderhalf maal zoo groot:

- a.) Zeer lange of zeer platte spoelen . . . . . 50 % optellen.
- b.) Spoelen waarvan de diameter iets kleiner is, dan de lengte: . . . . . 45 % optellen.
- c.) Spoelen met iets grooteren diameter dan lengte: . . . . . 55 % optellen.

Twee maal zoo groot:

Gevallen a), b) en c): 100 %, 90 % en . 110 % optellen.  
 Half zoo klein: . . . . . ca. 50 % aftrekken.

Onder den diameter verstaat men bij spinnewebspoelen (klasse a.) steeds den gemiddelden diameter.

#### LENGTE.

Anderhalf maal zoo groot: . . . . . 20 % aftrekken.(!!).  
 Twee maal zoo groot . . . . . 30 % aftrekken.  
 Twee derde: . . . . . 25 % optellen.  
 De helft: . . . . . 40 % optellen.

Veranderen meer factoren tegelijk, dan rekene men als volgt:  
 De nieuwe spoel heeft bijv. twee maal zoo groote lengte, de helft van den diameter en anderhalf maal zooveel windingen. De golflengte met de nieuwe spoel wordt dan niet gevonden door achterevolvogens 30 % en 50 % af te trekken en 50 % op te tellen, maar aldus:

Golflengte wordt:  $(100\% - 30\%) \times (100\% - 50\%) \times (100\% + 50\%)$  of  $1,3 \times 0,5 \times 1,5 =$  ruim 0,95 van de oorspronkelijke golflengte.

Ten slotte bedenke men, dat al dergelijke berekeningen maar zeer benaderend zijn. Op groote nauwkeurigheid kan men nooit rekenen. Met behulp van de gewone formules voor zelfinductie en capaciteit en golflengte kan men met vrij groote nauwkeurigheid vooruit het aantal windingen, berekenen, dat men voor een zeker golfbereik noodig zal hebben. Bij de berekening van de maximumgolflengte kan men voor kortegolfspoelen veilig de eigencapaciteit hiervan verwaarloozen. Deze is gewoonlijk kleiner dan 10 micro-microfarad. De eigencapaciteit van een gewoon ontvangtoestel schommelt tusschen 15 en 50 micromicrofarad en de nulcapaciteit van een goeden draaicondensator van max. ca. 250 micromicrofarad is zowat 25 micromicrofarad.

---

## IV.

### GREPEN UIT THEORIE EN PRAKTIJK.

Met een eenvoudig toestel, vakkundig opgebouwd uit prima materiaal, bereikt men in het algemeen betere en meer betrouwbare resultaten dan met een uitgebreid toestel, bestaande uit ondeugdelijk materiaal.

Goede onderdeelen alléén zijn nog geen waarborg voor de goede werking van een ontvangtoestel. *De opstelling van het geheel en de montage van de verbindingen zijn minstens even belangrijke factoren.* Verdeelt men de onderdeelen onoordeelkundig over de frontplaat, bijv. de lampen bovenaan, daaronder de spoelen en nog lager de condensatoren en transformatoren, dan is een behoorlijke montage eigenlijk niet goed meer mogelijk. Men krijgt dan een toestel, wemelende van lange, evenwijdig loopende en kruisende montagedraden. Bij juiste opstelling der onderdeelen zijn maar korte verbindingsdraden noodig!

Storingvrijheid en afstemscherpte stellen ook hun bijzondere eischen, vaak tegenstrijdig aan die van compactheid en eenvoud in de bediening.

#### A. DE PRIMAIRE KRING.

Storingvrijheid bij inductieve koppeling wordt alléén verkregen, wanneer de koppeling werkelijk *uitsluitend inductief* is.

Capactieve koppeling tusschen primaire en secundaire spoel heeft hetzelfde gevolg als de aanwezigheid van een condensator tusschen de antenne en den roosterkant van de secundaire spoel; d. w. z. het toestel werkt daardoor als een primair-ontvanger met kleinen antenneseriecondensator en wordt dus ook even sterk gestoord door sterk gedempte storingen als een primair-ontvanger.<sup>1)</sup>

---

<sup>1)</sup> Bij ontvangst op bijv. 160 meter golf is met een goed inductief toestel te Den Haag van storing door PCH niets merkbaar. Werd echter de afstand van den seriecondensator tot de lampvoet verkleind tot 15 cm., dan stoorde PCH even erg als bij ontvangst met primair toestel. De zeer geringe capaciteit van de metaaldeelen van den antenneseriecondensator t.o.v. de metaaldeelen van de lampfitting deed het toestel als primairontvanger werken en was blijkbaar voldoende, om de storingvrijheid totaal te bederven!

Te compacte opstelling, met als gevolg capacatieve koppeling van den antenneseriecondensator met de lampvoet of de secundaire spoel, heeft precies dezelfde uitwerking.

Alle onderdeelen en draadverbindingen, behoorende tot den primairen kring, moeten daarom voldoende verwijderd zijn van onderdeelen en draadverbindingen, behoorende tot den secundairen of den plaatkring.

Veel meer afdoende is elektrische afscherming bijv. met koperblik. Speciaal het afschermen van de draaicondensatoren is zeer gewenscht. *Het scherm dient geaard te worden.*

Bij de montage van een inductief toestel dient men hiermede terdege rekening te houden. Het gebrek aan storingvrijheid, waaraan vele kortegolf-inductieve ontvangers lijden, is bijna steeds het

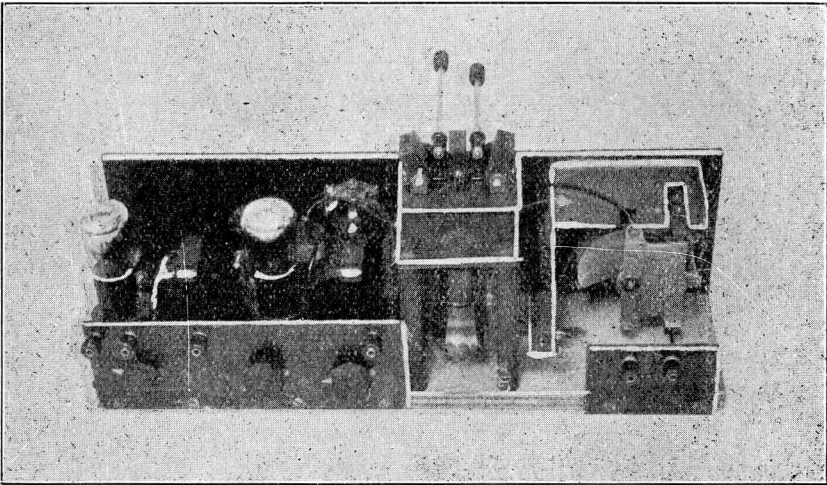


Fig. 16. Kortegolfontvanger met twee trappen laagfrequentversterking (achterzijde). Let op de afscherming met bladkoper van den primairen condensator (rechts).

gevolg van te compacte opstelling zonder voldoende afscherming en wordt maar al te vaak geweten aan weerstand in den secundairen kring.

*Het is dus een slecht teeken, wanneer men nog stations kan hooren zonder of met kortgesloten antennespoel. Door velen werd dit tot nog toe juist beschouwd als een teeken van goede ontvangst !*

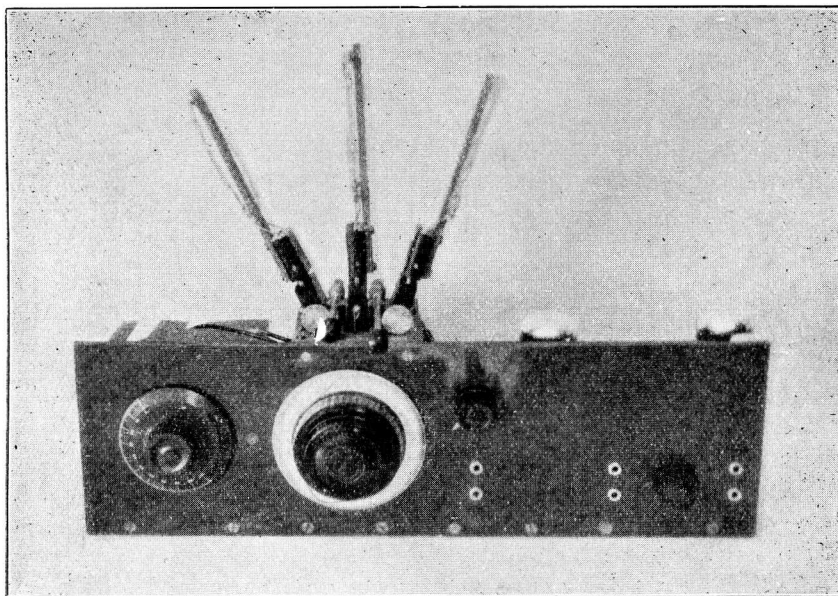


Fig. 17. Kortegolf-ontvanger met inductieve koppeling en ingebouwde twee trappen laagfrequentversterking. Vooraanzicht van het toestel van fig. 16.

Capacitieve koppelingen zijn sterker, naarmate de golflengte korter is; vandaar dat van bovenbeschreven fout op lange golven maar betrekkelijk weinig last ondervonden wordt.

Om de capacitieve koppeling, tengevolge van de noodzakelijke nabijheid van primaire tot secundaire spoel, zooveel mogelijk te beperken, *moeten steeds de laagspanningzijden van de betreffende spoelen met elkaar gekoppeld zijn*. D. w. z. dat de aardzijde van de primaire spoel gekoppeld moet worden met de gloeidraadzijde van de secundaire spoel.

Met verwisselbare spoelen bereikt men dat, door de spoelen op de juiste wijze in de houders te steken en bij een toestel met vaste spoelen dient men er bij de constructie op te letten.

### **Serie-parallel Schakelaar.**

Aangezien men op korte golf bijna altijd met seriecondensator werkt, is een serie-parallel schakelaar eigenlijk niet noodig. Wenscht men hetzelfde toestel ook voor lange golven te gebruiken, dan is zoo'n schakelaar wel gemakkelijk. Men neme echter uitsluitend een,

waarbij de contacten over elkaar sloopen en daardoor zichzelf schoon houden, en nimmer bijv. wipschakelaars.

Voor golven onder de 300 meter gebruike men liever nooit een parallelcondensator.

### **De Beste Schakeling van den Seriecondensator.**

#### **PRIMAIR-ONTVANGER.**

Schakelt men den seriecondensator in de aardleiding van een primair-ontvanger, dan staat de steeds veranderlijke capaciteit van het toestel plus de batterijen t. o. v. aarde, parallel op den seriecondensator. Korte golven kan men dan niet ontvangen en de afstemming is nooit constant. Die pool van den seriecondensator die aan aarde verbonden is, vertoont dan wel geen handcapaciteit-effect, maar nadering met de hand van elk willekeurig toesteldeel geeft aanzienlijke verstemming.

*In een primair-ontvanger moet de seriecondensator daarom steeds in de antenneleiding geschakeld worden, en wel als regel met de vaste platen aan de antenne. Beide stellen platen vertoont dan wel handcapaciteit-effect, maar een verlengsteel van isoleerend materiaal van ca. 10 cm. lengte, aan de as, gecombineerd met afschermen, helpt hiertegen volkomen afdoende. Bijzonder handig kan men hierbij de Velvet Vernier Dial gebruiken. (Zie hoofdstuk VI).*

#### **INDUCTIEVE ONTVANGER.**

Plaatsing van den seriecondensator in de aardleiding heeft een aanzienlijke vergrooing tegenvolge van de *capacitieve* koppeling van primaire met secundaire spoel, doordat de primaire spoel op hooge spanning t. o. v. aarde komt te staan. Sterk verminderde storingvrijheid is meestal het gevolg van een dergelijke opstelling!

*Ook in een kortegolf inductieven ontvanger moet de seriecondensator daarom steeds in de antenneleiding geschakeld worden.*

Deze schakeling brengt het bezwaar mee van eenig handcapaciteit-effect, doch juist op kortegolf het minst hinderlijk, in verband met de geringe zelfinductie van de primaire spoel, die dan alleen voor de koppeling dient en op kortegolf zeer klein kan zijn.

Bij gebruik van een voorschakelspoel moet de seriecondensator geschakeld worden *tusschen* voorschakelspoel en koppelspoel. (Fig. 20).

Van dezen condensator mogen — evenals van den terugkoppelcondensator van een Reinarts-ontvanger — geen van beide stellingen platen geaard worden. Toch kan handicap-effect geheel vermeden worden, door opstelling een eindje achter de met blad-

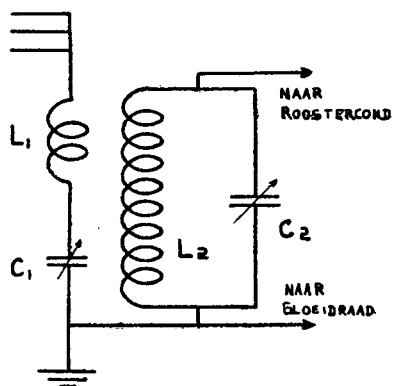


Fig. 18. Verkeerde methode: de seriecondensator is aan de aardzijde geschakeld, zoodat de primaire spoel op hooge spanning t. o. v. aarde is. Bovendien is de primaire spoel met de roosterzijde van de secundaire spoel gekoppeld, zoodat sterker capaciteive koppeling ontstaat, met als gevolg sterk verminderde storingvrijheid.

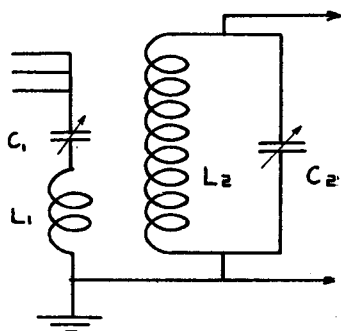


Fig. 19. Goede schakeling van primaire spoel en primairen condensator.

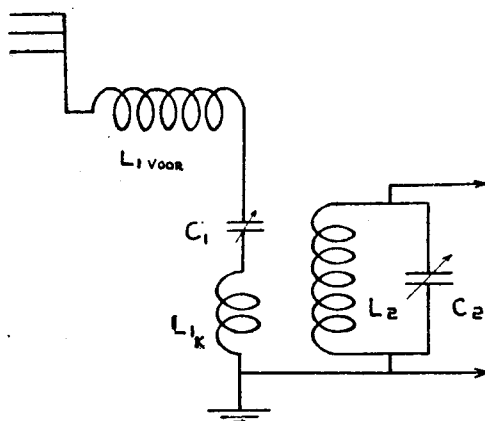


Fig. 20. Goede schakeling van den primairen kring. Voor een voorbeeld van praktische uitvoering, zie fig. 12.



lood of -koper afgeschermd frontplaat, en verbinding van de condensator-as met een isoleerende tusschen-as met een *Velvet Vernier Dial* (1 : 4), die met de achterplaat aan de frontplaat vast geschroefd kan worden. (Zie bijv. ook fig. 28).

### **De Aardverbinding.**

Voor kortegolf-ontvangst is een goede, korte aardverbinding van belang in verband met het handcapaciteit-effect. Een lage aardweerstand is ook gewenscht uit een oogpunt van geluidsterkte en selectiviteit, vooral bij primair-ontvangers. Verbetering van het aardsysteem merkt men daaraan, dat de afstemscherpte van den antennekring belangrijk toeneemt.

Een goede „aarde” is niet gemakkelijk te verkrijgen. Gas- en waterleidingbuizen als aardverbinding gebruikt, geven op korte golf vaak gebrekkig resultaat. Een z.g. tegencapaciteit van voldoende uitgebreidheid is dikwijls beter, vooral in verband met handcapaciteit-effect op zéér korte golflengte. We wezen daarop reeds in hoofdstuk III.

### **De Antenne.**

De werking van een gewone antenne, zooals gewoonlijk voor omroepontvangst gebruikt wordt, is op korte golf meestal geheel anders dan op lange golf.

Bij ontvangst van golven welke lang zijn ten opzichte van de antennelengte (bijv. een antenne van 25 meter lengte en ontvangst van golven van 200 tot 2000 meter) is de stroomverdeling steeds ongeveer als in fig. 21 L voorgesteld is. Aan het vrije einde van de antenne is de stroomsterkte nul; aan de toestelzijde (de aardzijde) is de stroomsterkte maximum.

Bij ontvangst van zeer korte golven kan de stroomverdeling geheel anders zijn, bijv. zooals in fig. 21 K voorgesteld is: De plaatsen waar de stroomsterkte maximum is (stroombuik), liggen een halve golflengte van elkaar en de faze van de stroomen is afwisselend tegengesteld.

Dit heeft twee belangrijke effecten tengevolge:

Treedt er een stroombuik op ter plaatse van de antennespoel van het ontvangtoestel, dan moet men zeer los koppelen: brengt men

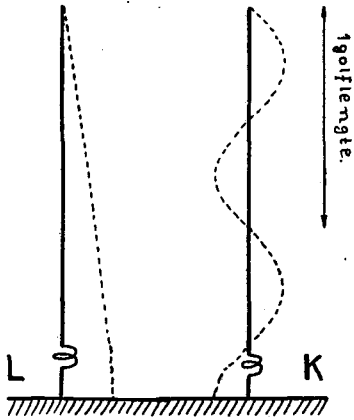


Fig. 21. Over de stroomverdeling in een antenne bij lange (L) en korte (K) golf. De afstanden tusschen de (getrokken) antenne en de stippellijn stellen op elk punt de stroomsterkte voor.

de antennespoel te dicht bij de secundaire spoel, dan kan men het toestel niet tot genereeren brengen.

Treedt er een stroomknoop (stroom-minimum) op ter plaatse van de antennespoel, dan kan men daarentegen niet vast genoeg koppelen.

Aangezien de stroomverdeling bij een gegeven antenne geheel afhangt van de golflengte, blijkt het dus, dat men op sommige golflengten de antennekoppeling zeer los moet maken, op andere juist zeer vast. Dit effect is voor de soepele bediening van een kortegolf-ontvangtoestel zeer hinderlijk.

Wanneer het ontvangtoestel in het ideale geval uitsluitend inductieve antennekoppeling bezat, zou men op sommige golflengten in het geheel niets kunnen ontvangen. Bij de doorsnee-kortegolf-ontvanger zal, wanneer in de antennespoel een stroomknoop optreedt, de antennekoppeling echter overheerschend *capacitief* zijn (omdat dan juist een *spanningbuik* in de antennespoel optreedt!) waardoor men toch wel wat kan ontvangen.

Toch zal men opmerken, dat men bij het afzoeken van een golflengtegebied op zeer korte golf zeer vaak de antennekoppeling moet bijregelen, veel meer, dan bijv. op lange golf.

Men kan aan bovengenoemd bezwaar op twee manieren tegemoet komen. Eerstens kan men de stroomverdeling t. o. v. de antennespoel wijzigen met een seriecondensator of voorschakelspoel aan de antennezijde van het toestel.

Een andere methode is te zorgen, dat de antenne op dezelfde wijze werkt als op lange golf, n.l. door de antenne klein te maken t. o. v. de kortste golflengte, die men wenscht te ontvangen. Men zou zoo komen tot een antenne van slechts enkele meters lengte. Het opvangend vermogen wordt daardoor gering. Hieraan kan men tegemoetkomen door toepassing van een gevoeliger ontvanger, bijv. een superheterodyne of hoogfrequentversterker.

Een ander gevolg van de gewijzigde stroomverdeeling op korte golf is, dat de antenne een vrij uitgesproken *richtwerking* gaat vertoonen. Dat wil zeggen, dat de ontvangst uit sommige richtingen zeer goed is, uit andere veel minder. De richtingen van maximum en minimum ontvangst zijn ook weer voor elke golflengte anders. Het is bijv. mogelijk, dat men daardoor uit een bepaalde richting maximum ontvangst heeft voor een bepaald golflengtegebied, daartegen minimum-ontvangst voor een ander golflengtegebied. Dit geldt in hoofdzaak voor antennes met groot horizontaal gedeelte. Antennes welke in hoofdzaak verticaal zijn, vertoonen geen richtwerking in het horizontale vlak (daarentegen wel in het verticale vlak).

Juist in de laatste jaren zijn van verschillende zijden zeer omvangrijke onderzoekingen verricht over de richtwerking van antennes bij verschillende stroomverdeelingen, met als gevolg, dat men voor goed gedefinieerde systemen met groote zekerheid de richtwerking kan berekenen en dit effect ten voordeele kan toepassen (z.g. beam-antennes). Het zou ons te ver voeren, op deze plaats hierop nader in te gaan — men raadplege hierover de desbetreffende litteratuur.

Wat de keuze tusschen verticale en horizontale antenne betreft, kan opgemerkt worden, dat sommige proeven erop wijzen, dat zeer korte golven op grooten afstand in hoofdzaak verticaal gepolariseerd aankomen, zoodat een verticale antenne gebruikt zou moeten worden (Meiszner, *Electrische Nachrichtentechnik*, Band 4. Heft 11, 1927).

Anderen geven weer de voorkeur aan ontvangst met een horizontale antenne. (Alexanderson).

A priori is evenwel te zeggen, dat „bijzondere” antennevormen, als bijv. een bol of cylinder op de top van een paal, gewoonlijk geen betere werking zullen vertoonen dan bijv. de toevoerdraad naar dat instrument alléén. Het eenige effect van de bol is, dat de capaciteit iets grooter wordt, overigens met slechts een zéér gering bedrag !

Van belang schijnt te zijn, vooral op zeer korte golf, dat de plaats van ontvangst hooger gelegen is dan het omringende terrein, vooral in verband met fading. De ontvangst op de top van een steile heuvel is soms veel beter en constanter dan elders in de omgeving. (Pickard).

### De Draadkeuze.

Gevlochten draad (ten onrechte „litze” genaamd) is niet aan te bevelen wegens den grooten weerstand voor hoogfrequentenstroom. Massief draad is beter en meestal ook goedkooper. Ook gebruike men nimmer ijzerdraad.

Zacht getrokken, zuiver (rood) koperdraad is in electrisch opzicht wel het beste, maar mechanisch minder sterk dan hardgetrokken draad, dat echter veel minder buigzaam is en op den duur broos wordt.

Bronsdraad is sterker dan koperdraad, maar heeft veel meer electrischen weerstand. (Tot 4  $\times$  zooveel!).

Overigens is de aardweerstand gewoonlijk veel grooter dan de weerstand van het antenne draad. Met hierop te sparen, wint men dus op het totaal vaak maar weinig.

Draad met een sterke kern (met hoogen weerstand) en een laag zuiver koper daaromheen, heeft voor hoogfrequenten stroom maar weinig meer weerstand dan het massieve koperdraad en is veel sterker en goedkooper. Het nóg goedkoopere z.g. „electro-plated” draad is echter veel minder goed.

Aluminiumdraad is buitengewoon lastig te soldeeren (met gewone tinsoldeer gaat het niet), maar overigens in electrisch opzicht wel aan te bevelen. Tegenwoordig is vrij goed aluminiumsoldeer in den handel verkrijgbaar.

*Geëmailleerd roodkoperdraad* wordt vooral van Amerikaansche zijde tegenwoordig sterk aanbevolen, omdat het ook in de buitenlucht niet zoo gauw vergaat. De meening, dat een dun oxydhuidje den hoogfrequentieweerstand sterk zou verhoogen, is overigens onjuist, zoolang het niet gaat om de allerkortste golven.

Een belangrijk punt is dit, dat lasschen (ook die, welke onder trek staan), steeds door een extra draadje overbrugd moeten worden, om krakende geluiden bij de ontvangst te voorkomen.

### De Isolatie.

Op het belang van goede isolatie, niet alleen van het vrije eind, maar ook van den invoer, behoeft zeker nauwelijks gewezen te worden. Immers, op korte golven kan het voorkomen, *dat de invoer een punt van hooge spanning wordt.*

Het eenvoudigst is meestal wel, den invoer te doen geschieden door een gat in het midden van een groote glazen ruit. Glas kan men boren met een spiraalboor en terpentijn.

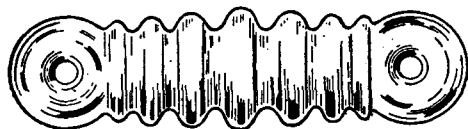


Fig. 22. Antenne-isolator van pyrex-glas; speciaal voor korte golven. Pyrex-glas heeft uitstekende isoleerende eigenschappen en neemt in de buitenlucht minder snel vuil aan, dan bijv. porselein.

De keuze van goede isolatoren is werkelijk zeer moeilijk. Volgens Amerikaansche proeven op 200 meter golf, is een van de beste isolatievormen die volgens fig. 22.

Rubber- en compositie-materialen zijn slecht! Porselein schijnt zeer goed materiaal te zijn en wel des te beter, naarmate de korrel fijner is (op de breuk te beoordeelen). Het belang van goed porselein en vooral van goed glazuur, is veel grooter gebleken, dan men wel zou meenen! Zeer bruikbaar schijnt Pyrex-glas te zijn.

Schotelisolatoren zijn vaak zeer slecht, doordat in den dunnen scheidingswand bijna steeds leelijke barsten in het glazuur en zelfs in het porselein voorkomen.

*Lange, dunne isolatoren zijn steeds het beste*, beter dan korte, dikke. Groote ei-isolatoren zijn onder omstandigheden slechter gebleken dan kleine! Ei-isolatoren zijn trouwens in het algemeen zeer slecht gebleken. Gebruikt men tóch dergelijke isolatoren, dan verbindt men ze steeds zóó, *dat de draden elkaar niet kruisen*; dus juist andersom dan de bedoeling van den fabrikant was. Doet men dat niet, dan is de capacatieve lek gewoonlijk zeer groot.

Isolatoren verbindt men onderling steeds met *draad* en vooral niet met touw. Het is nml. proefondervindelijk gebleken, dat de

verliezen in touw zeer groot kunnen zijn, vooral wanneer het vochtig is.

Moet dezelfde antenne ook voor zenddoeleinden dienen, dan gebruike men voor het onderling verbinden der isolatoren zeer *dik* draad (6 mm.) of buis, waar doorheen de dunnere draad loopt. Daarmee wordt nml. de electriche veldichtheid verminderd, wat van belang kan zijn, om sproeien en spoedige vernieling van de isolatoren te voorkomen.

Antenne-isolatoren moeten zeker wel elk half jaar schoon *gepoetst* worden *met heet water*. Men gebruike daarvoor geen zuren, zeepsop of soda, daar dit in de isolatoren kan trekken en de isolatie dus voorgoed bederven.

### B. DE SECONDAIRE KRING.

De afgestemde kring, bestaande uit secundaire spoel en parallelgeschakelden draaicondensator, moet vóór alles aan de volgende twee hoofdeischen voldoen:

I. Het gewenschte golflengte-bereik moet liggen tusschen 10 en 95 schaaldeelen van een condensatorschaal van 0 tot 100 (resp.  $15^\circ$  tot  $170^\circ$ ).

I. De demping moet zoo gering mogelijk zijn.

Wordt aan de eerste eisch niet voldaan, dan kan men in het geheel niet of moeilijk op het station afstemmen. Wordt aan de tweede eisch niet voldaan, dan zijn geluidsterkte en storingvrijheid onvoldoende; met laagfrequentversterking wint men dan niets, aangezien de storingen daarmee evenveel versterkt worden als het signaal of de telefonie.

#### Het Golfbereik.

De grootte van het golfbereik is afhankelijk van maximum- en minimumcapaciteit van den condensator, waarbij telkens de eigen-capaciteit van het toestel en de spoel opgeteld moeten worden. Volledige gegevens daaromtrent vindt men in hoofdstuk III. Met een condensator van 500 micro-micro-farad mag men rekenen op een *nuttig* golfmeetbereik van ca. 1 : 2,5. Voor golven korter dan 200 meter neme men echter liever een condensator met een max. capaciteit van ca. 250 micro-micro-farad; het *nuttig* golfbereik per spoel is dan ca. 1 : 2.

*Voorbeeld.*

Een cilinderspoeel gaf in een (zonder bijzondere voorzorgen geconstrueerd) toestel met een General-Radio condensator van max. ca. 270 micro-micro-farad, een totaal golfbereik van 60 tot 153 meter, precies. Het nuttige golfbereik rekenen we dan 75 tot 150 meter. Het stuk van 60 tot 75 meter (0 tot 12 schaaldeelen van een schaal van 0 tot 100) dient ter overlapping van het meetbereik van de volgende spoel, dat dan 75 tot 37,5 meter moet zijn.

Aangezien de max. golflengte veel minder dan de minimum golflengte van de toevallige waarde van de toestelcapaciteit afhankelijk is, ga men bij de constructie van een stel spoelen met overlappende meetbereiken, steeds uit van de *maximum*-golflengten en rekene op de bovenopgegeven verhoudingen. Men weet dan zeker, dat de spoelen elkaar zullen *blijven* „overlappen”, ook bij gebruik in een ander toestel, bijv. in een golfmeter.

Met een golfmeter is het uitproberen van de juiste aantallen windingen natuurlijk een klein kunstje !

**De Invloed van Damping en Terugkoppeling op de Storingvrijheid.**

Bij kristalontvangst wordt de geluidsterkte, behalve door het rendement van het toestel, verder uitsluitend bepaald door de hoeveelheid energie, door de antenne opgevangen en aan den secundairen kring toegevoerd. Is de toegevoerde energie bijv. 10 micro-watt, dan zal bij een toestelrendement van 50 % de aan de telefoon toegevoerde energie 5 microwatt zijn. Zelfs bij 100 % rendement zou de aan de telefoon toegevoerde energie nooit meer dan 10 microwatt zijn.

Met lampontvangst staan we er echter geheel anders voor ! Een lamp met negatieve roosterspanning verbruikt in den roosterkring praktisch in het geheel geen energie. Heeft nu de secundaire kring een bijzonder lagen weerstand, dan zal (alléén bij juiste afstemming) de hoogfrequente stroomsterkte daarin tot een heel hooge waarde kunnen *opslingeren*, doordat de antenne steeds energie toevoert en de secundaire kring maar weinig verbruikt om de verliezen te dekken. Dit heeft tengevolge, dat, bij volmaakte isolatie, hooge spanningen optreden aan de uiteinden van de secundaire spoel, d. w. z. tusschen rooster en gloeidraad. Deze wisselspanningen veroorzaken groote stroomvariaties in den plaatkring van de lamp.

Doorgaande op het bovengenoemde voorbeeld, kunnen we dit zeggen, *dat de hoogfrequente stroomsterkte in den secundairen kring tot een zoodanige waarde zal opslingeren, dat de verliezen evenveel bedragen als de toegevoerde energie.*

Bij lampontvangst wordt dus *alle* beschikbare energie verbruikt, uitsluitend *om de verliezen te dekken*, terwijl de telefoonenergie geleverd wordt door de anodebatterij ! Zorgen we nu maar, dat de demping van den secundairen kring zeer, zeer laag is, (d.w.z. de weerstand daarin zeer klein), dan zullen die (10 microwatt) verliezen pas optreden bij een groote hoogfrequente stroomsterkte in den secundairen kring, overeenkomende met zeer hooge rooster- spanningen en zeer groote plaatstroomvariatiën.

Het bovenbeschreven „opslingeren” van de stroomsterkte in den secundairen kring vindt alléén plaats bij juiste afstemming, dus alléén voor het signaal, waarop men precies afgestemd is. <sup>1)</sup> In de nu volgende beschouwing zullen we daarom veronderstellen, dat men heterodyne ontvangt; dus niet met genereerenden, verstemden ontvanger, maar met aparten generator of zwevingstoestel. Alléén de demping bepaalt dan, welke maximum-stroomsterkte bij een zekere signaalsterkte bereikt wordt.

Een grafische voorstelling van het verloop van de stroomsterkte bij het passeeren van de afstemming, vindt men in fig. 23. Daaruit blijkt dat de „piek” des te steiler, d. w. z. de afstemscherpte grooter is, naarmate de demping van den secundairen kring geringer is. Door het gebruik van een goeden secundairen kring wordt dus niet alleen de signaalsterkte, maar ook de storingvrijheid verhoogd — zoowel voor ongedempte als gedempte storingen.

Theoretisch en experimenteel is aangetoond, dat ook door middel van *terugkoppeling* de demping van den secundairen kring gereduceerd kan worden. Weerstand in den secundairen kring kan dus door middel van terugkoppeling volkomen gecompenseerd worden <sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> D.w.z. de resonantiekrommen voor veel en voor weinig demping verschillen in hoofdzaak slechts nabij resonantie. Daarbuiten vallen ze nagenoeg samen; zie fig. 23.

<sup>2)</sup> Echter is praktisch met een triode de compensatieinstelling voor verschillende amplituden ook verschillend !

De hierna genoemde dempingsreductie is dus alléén voor zeer zwakke signalen werkelijk effectief.



(wanneer de totaalweerstand nul is, genereert het toestel). Door middel van een buitengewoon fijnregelbare terugkoppeling schijnt het bij laboratoriumproeven inderdaad gelukt te zijn, zwakke signalen tot eenzelfde sterkte op te halen als sterke.

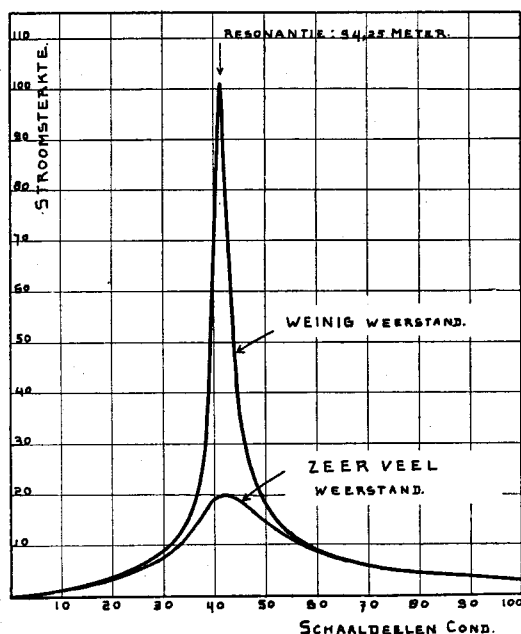


Fig. 23.

Door middel van terugkoppeling kan men de sterkte van het signaal, waarop men afgestemd is, belangrijk opvoeren. Storende, ongedempte signalen op iets verschillende golflengte worden door de terugkoppeling maar heel weinig versterkt. Men kan dus met terugkoppeling zoowel de signaalsterkte als de storingvrijheid voor ongedempte signalen tegen ongedempte storingen vrijwel willekeurig verhoogen. Daarvoor heeft terugkoppeling dus inderdaad geheel het effect van dempingsreductie; d.w.z. dat men daarmee werkelijk de demping van den secundairen kring willekeurig kan reduceeren.

Op grond hiervan zou men misschien meenen, dat het in het geheel geen voordeel geeft, goede spoelen en goede draaicondensatoren te gebruiken. Vermoedelijk is dat toch niet geheel het geval. Terugkoppeling hoeft niet steeds hetzelfde gunstige effect te

hebben als vermindering van de demping door gebruik van goede spoelen en condensatoren.

Een ieder is het toch welbekend, dat door terugkoppeling niet alleen de sterkte van het station verhoogd wordt, maar ook en wel bijna in dezelfde mate alle gedempte storingen (lucht- en tramstoringen en storingen door gedempte zenders). De oorzaak daarvan is vermoedelijk deze, dat die storingen (zij het hoog- of laagfrequent) tengevolge van de detector- en modulatiwerking van de lamp geënt worden op het ongedempte signaal (bijv. de draaggolf van het telefoniestation) waarop men afgestemd is. Hoogfrequente, gedempte storingen worden in den roosterkring van de detectorlamp gelijkgericht en omgezet in laagfrequente storingen, die de draaggolf van het telefoniestation m o d u l e e r e n. Daardoor vormen de storingen a. h. w. één geheel met het station. Ze worden dan door de terugkoppeling meeversterkt en zijn door geen enkel selectiemiddel meer van het station te scheiden.

Dat werkelijk het bovenbesproken modulatie-effect (tengevolge van de gelijkrichtende werking van de lamp) de oorzaak is, dat gedempte storingen meeversterkt worden, kan men ook aldus inzien: Een ieder zal toch wel eens waargenomen hebben, dat alle gedempte storingen ineens belangrijk in sterkte toenemen, zoodra het ontvangtoestel op de draaggolf van een telefoniestation of op een ongedempt station afgestemd is. Hetzelfde gebeurt ook, zoodra het ontvangtoestel genereert, al is het nog zoo zwak. In al die gevallen is dan een draaggolf aanwezig, waarop de storingen gemoduleerd kunnen worden.

*De oorzaak, dat terugkoppeling de storingvrijheid voor gedempte storingen maar zoo weinig verbetert, is dus in hoofdzaak de niet lineaire werking van de teruggekoppelde lamp.*

Tegen ongedempte storingen op iets verschillende golflengte beteekent terugkoppeling natuurlijk wél een aanzienlijke verbetering, omdat zij na gelijkrichting gelijkstroom opleveren, hetgeen geen hoorbare storing oplevert.

Met het bovenstaande willen we nog niet beweren, dat in het algemeen dempingreductie door terugkoppeling niet hetzelfde effect zou kunnen hebben op selectiviteit als vermindering van de verliesweerstand van de keten. Waar we wél den nadruk op zouden willen leggen is dit, dat het effect dan niet hetzelfde zal zijn, wanneer behalve de dempingsreductie tevens een niet-lineaire weerstand ingevoerd wordt, m. a. w. wanneer de dempingsreductie

verkregen wordt door invoeren van een *niet-lineairen* negatieve weerstand, zooals praktisch meestal geschiedt bij de ontvangst met teruggekoppelde, detectortriode. De volgende eenvoudige proef bewijst dit wel. Men kan een inductieven ontvanger opstellen, afgestemd bijv. op omstreeks 200 meter golflengte en op de antenne een gedempt signaal laten werken (bijv. van een vonkzender) met een golflengte van omstreeks 500 meter. Men kan de signaalsterkte gemakkelijk zóó regelen, dat de ontvangst op 200 meter golflengte in het geheel niet gestoord wordt. Gaat men nu in de antennekring dempingsreductie invoeren, door hieraan een teruggekoppelde triode met niet-lineaire karakteristiek (bijv. met roostercondensator en lekweerstand) toe te voegen, dan blijkt de ontvangst op 200 meter zeer sterk gestoord te worden door den 500-meter gedempten zender. Werd geen rekening gehouden, met de ingevoerde niet-lineariteit, dan had men juist een verhoogde storingvrijheid moeten verwachten!

De bewering „weerstand in de ketens kan geen kwaad, want die kan gereduceerd worden met de terugkoppeling” lijkt ons op grond van het bovenstaande *praktisch* minder juist in zijn algemeenheid. Waar we nog nergens in de literatuur de aandacht hierop gevestigd vonden, leek ons bovenstaande uitweiding wel gerechtvaardigd.

Resumeerende leggen wij er dus den nadruk op, dat terugkoppeling *praktisch* van een slechten secondairen kring niet altijd een goeden maakt, omdat de mogelijkheid bestaat, dat door de terugkoppeling (gepaard gaande met de altijd aanwezige gelijkrichtende werking van den detector) gedempte storingen mee versterkt worden. *Met goede spoelen en goede condensatoren behoeft men vanzelf maar weinig terug te koppelen en dan is de storingvrijheid voor gedempte storingen vaak beter dan met een slechten secondairen kring, waarbij men sterke terugkoppeling moet toepassen.* <sup>1)</sup>

Wanneer de secundaire kring goed is, merkt men het hieraan, dat het toestel gemakkelijk genereert. En om den secondairen kring goed te doen blijven, is *losse antennekoppeling bepaald hoofdvereishte*. Hoe beter de kringen zijn, des te lossere moet en kan men koppelen.

Te sterke antennekoppeling met een *goeden* secondairen kring doet de signaalsterkte zelfs afnemen! De gunstigste verhoudingen krijgt men *niet* bij een antennekoppeling, waarbij de signaalsterkte maximum is, maar bij een lossere koppeling. Door zooveel lossere te

---

<sup>1)</sup> In het laatste geval is de ingevoerde, niet-lineaire negatieve weerstand grooter, — en dus, bij dezelfde relatieve afwijking met de amplitude, is de absolute afwijking met de amplitude des te grooter.

koppelen nemen de storingen meer in sterkte af dan het signaal. Extra versterking is dan van voordeel.

Wanneer de signaalsterkte altijd het grootst is met een zoo sterk mogelijke antennekoppeling en het toestel bovendien moeilijk genereert, dan deugt stellig de secundaire kring niet !

Wanneer een bepaalde inductieve ontvanger steeds veel zwakker geluid geeft dan met directe antennekoppeling, dan kan men er zeker van zijn, dat de secundaire kring veel weerstand heeft.

### Hoe men een Goeden Secondairen Kring maakt.

De demping van den secondairen kring wordt veroorzaakt door *verliezen* en wel:

- I. in den secondairen condensator;
- II. in de secundaire spoel;
- III. in de voorwerpen in de onmiddellijke nabijheid van de secundaire spoel.
- IV. door slechte isolatie.

Metalen of halfgeleidende voorwerpen (bijv. vochtig hout) in de buurt van spoelen kunnen daarin aanzienlijke verliezen veroorzaken, als gevolg van de erin geïnduceerde wervelstromen of verschuivingsstromen. Is het metaal magnetisch (bijv. ijzer), dan treden daarin ook nog hysteresisverliezen op. Wervelstroom- en hysteresisverliezen zijn zeer veel grooter, naarmate de golflengte korter is. En aangezien op korte golf frontplaten en derg. bijna steeds afgeschermd moeten worden met metalen platen, dient men er terdege op te letten, dat spoelen vooral vrij in de lucht opgesteld worden en *nooit vlak tegen de wanden of de frontplaat !*

Bijzondere aandacht verdient de wijze, waarop de secundaire draaicondensator en de sec. spoel met elkaar en met de rest van het toestel verbonden worden. Daarbij neme men den regel in acht, dat alle zelfinductie zooveel mogelijk in de spoel geconcentreerd moet worden en de roosterkring van de lamp verbonden aan de uiteinden van de *totale* zelfinductie.

Condensator en spoel moeten daarom zóó opgesteld worden, dat hun verbindingsdraden zoo kort mogelijk kunnen zijn. Voorts monteere men die draden vlak naast elkaar, zoodat hun magnetische velden elkaar opheffen. Het is dan net, alsof die draden weinig zelfinductie hebben, en het is verder ook onverschillig, of

de lamp verbonden wordt aan de spoel of aan den condensator. De geringe toename in capaciteit, ontstaan door het naast elkaar leggen dier verbindingsdraden, is meestal geen bezwaar, zoolang de isolatie goed is.

### C. DE PLAATKRING.

Op korte golf moet de hoogfrequent-stroomweg in den plaatkring zoo kort mogelijk gehouden worden, door de lamp vlak bij de spoelen en eventueel vlak bij den terugkoppelcondensator (Reinartz-systeem) te plaatsen. Den blokcondensator en den condensator, die de batterijen shunt, plaatse men zoo dicht mogelijk bij de lampvoet.

Op zeer korte golf moet men bovendien voorzorgen nemen, opdat de hoogfrequente wisselstroomen niet langs telefoonsnoeren of batterij-leidingen kunnen „weglekken”, daar deze op golven onder de 25 meter al gauw als „antennes” werken en zooveel energie absorbeeren, dat men moeilijkheden ondervindt met het genereeren.

Ook kan men daardoor last ondervinden van terugkoppel-effecten in den vorm van gillen of variabele genereer-neiging bij nadering met de hand van den secondairen draaicondensator, wanneer het toestel op den rand van genereeren is ingesteld. Ook het optreden van z.g. „randgehuil” staat hiermede in verband.

#### Smoorspoelen.

Om alle moeilijkheden te voorkomen, plaatse men in de leidingen van den blokcondensator naar de telefoon *hoogfrequent-smoorspoelen* van het type, beschreven in hoofdstuk II.

Aangezien ze alleen op zéér korte golven moeten smoren, kan men hier volstaan met spoeltjes van *dubbel* zijde- of katoen-omsponnen draad van 0,1 mm. of dunner, gewikkeld op kokertjes van ca. 3 cm. diameter en ca. 8 cm. lengte.

Voor de allerkortste golven (onder 20 meter) kunnen de windingen van de smoorspoel eenigzins *gespatieerd* gewikkeld worden. De smoorspoel wordt dus wat langer.

Ook in de acculeidingen, *in het toestel*, worden soms smoorspoelen toegepast, en wel van dubbel-omsponnen draad van 1,5 mm. diameter, met geringe spatieering gewikkeld op kokertjes van 3 à 5 cm. diameter; totaal ca. 25 windingen. Noodzakelijk zijn ze evenwel niet altijd.

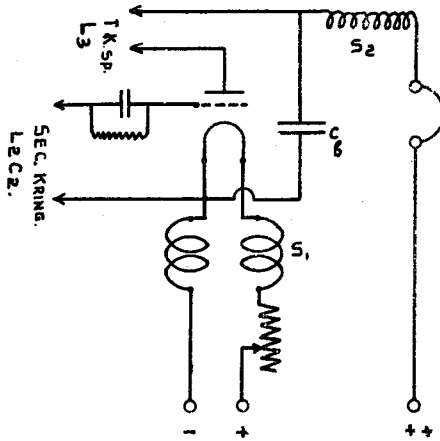


Fig. 24. De beste schakeling van den plaatkring van een kortegolf-ontvanger met gewone inductieve terugkoppeling (serievoeding). De hoogfrequente stroom vloeit door de terugkoppelspoel en condensator  $C_b$ . De gelijkstroom en laagfrequente wisselstroom door de telefoon, smoorspoel  $S_2$  (dun draad) en de terugkoppelspoel.

$S_1$  zijn de smoorspoelen in de gloeistroomleidingen (dik draad). Alle smoorspoelen en condensator  $C_b$  moeten vlak bij de lampfitting gemonteerd worden. De leiding van de terugkoppelspoel naar condensator  $C_b$  moet zoo kort mogelijk zijn.

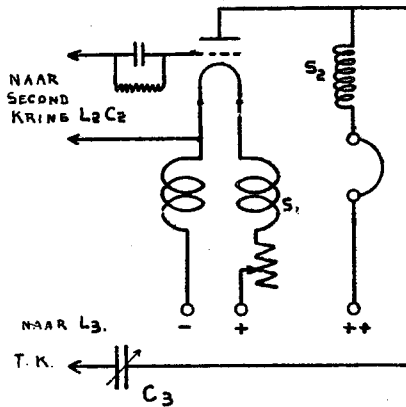


Fig. 25. Goede schakeling van den plaatkring van een kortegolf-ontvanger met terugkoppeling volgens Reinartz-Weagant. (Parallelvoeding).

$S_1$  zijn de gloeistroom-smoorspoelen van dik draad.  $S_2$  is de plaatkring-smoorspoel van dun draad. De leiding van de plaat naar condensator  $C_3$  en van hier naar de terugkoppelspoel moet zoo kort mogelijk zijn.

Als veiligheid tegen kortsluiting kan men in serie met  $C_3$  een grooten vasten condensator schakelen van de grootte van een gewonen blokcondensator.

Dergelijke enkele-laag-smoorspoelen werken gewoonlijk het gunstigst, wanneer de op de smoorspoel gewikkelde draadlengte ongeveer overeenkomt met de halve golflengte, waarvoor ze moeten dienen (optreden van een halve staande golf).

Men plaatse al die smoorspoelen vooral niet te dicht bij elkaar of bij andere toestelonderdelen; een onderlinge afstand van ca. 5 cm. is zeer gewenscht. En toch moet men ze niet te ver van de lamp plaatsen, aangezien men anders niet het doel bereikt, dat men er mee beoogt!

Geheel zonder smoorspoelen is genereeren onder de 20 meter golf soms bepaald onmogelijk!

### De Terugkoppeling.

Koppelt men de terugkoppelspoel met de roosterzijde van de secundaire spoel, dan gaat verandering van de terugkoppeling gepaard met sterke verstemming, als gevolg van de variabele *capacitieve* koppeling der spoelen.

Daarom koppel men met de *gloeidraadzijde* van de secundaire spoel.

Een verlengspoel moet daarom ook steeds aan de roosterzijde geschakeld worden. Op zéér korte golven passe men geen verleng- of aftakspoelen toe!

Hoe lager de eigen-golflengte van de terugkoppelspoel ligt beneden de minimum-golflengte van den secundairen kring, des te soepeler is de regeling van de terugkoppeling, d. w. z. des te minder behoeft men onder het afstemmen de terugkoppelspoel bij te regelen. Capaciteitvrije wikkeling van de terugkoppelspoel is daarom van bijzonder groot belang.

Weerstand in de terugkoppelspoel kan weinig kwaad, aangezien die gewoonlijk toch maar zeer weinig beteekent t. o. v. 10.000 à 50.000 ohm inwendigen weerstand van de lamp.<sup>1)</sup>

De terugkoppelspoel wikkele men daarom gerust van *dun* draad (0,2 à 0,3 mm.) en gespatieerd, of, wat op hetzelfde neerkomt:

---

<sup>1)</sup> Op zeer korte golf houde men evenwel rekening met de veel lagere capacitieve impedantie tengevolge van de effectieve anode-gloeidraad capaciteit.

van draad met dikke isolatielaag, bijv. met meervoudige zijdeomspinning. Ook de toevoerdraden van de terugkoppelspoel naar de rest van het toestel spatieere men, bijv.  $\frac{1}{2}$  cm.

Spoelen met dergelijk dun draad kan men natuurlijk niet als secundaire spoelen gebruiken! Voor de terugkoppelspoel gebruike men liever *niet* dik, massief draad, aangezien de aanwezigheid van een groote kopermassa in het magnetisch veld van de secundaire spoel, de wervelstroomverliezen zeer verhoogt.

*Men doet daarom ongetwijfeld het beste, voor de terugkoppeling aparte spoelen te maken van dun draad en voor den secundairen kring spoelen, zooals beschreven in hoofdstuk VII.*

Een vaak voorkomend, vooral bij telefonie-ontvangst zeer hinderlijk verschijnsel is z.g. „doode gang” in de terugkoppeling, gepaard gaande met „klappen”.

Versterkt men de terugkoppeling, dan „slaat” het toestel, meestal met een klap, aan het genereeren. Om het toestel te doen „afslaan”, d. w. z. het genereeren te doen ophouden, *moet men de terugkoppeling weer veel lossier maken*. Het gebied, gelegen tusschen den koppelingsgraad, waarbij het genereeren begint, en dien, waarbij het genereeren weer ophoudt, is de doode gang. Een toestel, waarbij zich doode gang voordoet, kan men bijna niet precies op den rand van genereeren instellen. Daarvoor is noodig, dat men het toestel zeer geleidelijk in en uit genereeren kan brengen.

Het verschijnsel komt gewoonlijk voor, wanneer het rooster via den lekweerstand bijv. aan de positieve zijde van de gloeidraad verbonden wordt of te hooge anodespanning gebruikt wordt.

Verkleining van den lekweerstand kan hiertegen helpen.

Men zoeke het effect te verhelpen door de keuze van de detectortriode of de instelling van de potentiaal van het rooster; met het laatste zij men evenwel voorzichtig, teneinde niet de detectorwerking voor zwakke signalen te bederven. (Zie voorts de paragrafen aan het eind van dit hoofdstuk).

#### **Iets over de opstelling.**

In de praktijk is het doelmatigst gebleken, de toestellen *in de lengte* te bouwen, d. w. z. dat in het toestel de onderdeelen *ongeveer* in dezelfde volgorde voorkomen als in het schema aangegeven is.



Het toestel wordt daardoor zeer overzichtelijk en de verbindingen kunnen kort worden.

De toestellen krijgen dan een langgerekten vorm, met lange, lage frontplaat, waarvóór slechts de hoog noodige knoppen zichtbaar zijn. Alle onderdeelen worden op de grondplank gemonteerd achter de frontplaat en niet, zooals gebruikelijk is, tegen de frontplaat!

Links komen bijv. de primaire en secundaire draaicondensatoren en bij een Reinartz-toestel ook nog de terugkoppelcondensator, alle achter tegen de frontplaat gemonteerd. Boven op het toestel worden bijv. de spoelhouders geplaatst, zoodat de spoelen geheel vrij in de lucht komen. Achter de frontplaat, dus op den bodem, komen de lampen te staan en wel zooveel mogelijk allemaal op een rijtje, elk dicht bij de andere onderdeelen van den „kring”, waartoe die behoort.

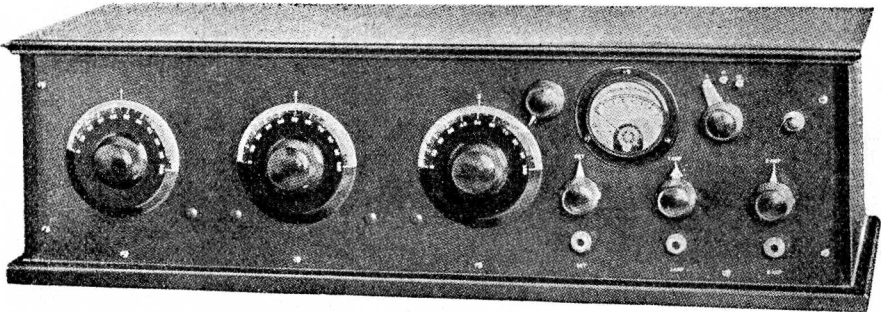


Fig. 26.

Men bereikt op deze wijze werkelijk een groote vereenvoudiging in de montage, doordat alle draden vanzelf veel korter worden en elkaar veel minder behoeven te kruisen. Ook zijn de lampen minder aan beschadiging blootgesteld, omdat ze in het toestel opgesteld zijn. Eventueel ombouwen van het toestel, of van een gedeelte daarvan gaat ook veel eenvoudiger, daar in de frontplaat bijna geen gaten geboord behoeven te worden. En wat wel het allerbelangrijkste is: schadelijke terugkoppel-effecten van plaatkringen op roosterkringen van voorgaande lampen, die bijna steeds de schuldigen zijn van hopelooze genereer- en gileffecten, worden aldus tot een minimum gereduceerd.

Om proeven te nemen en dus snel de zaak te kunnen veranderen,

kan men te werk gaan, zooals bijv. op foto fig. 12a te zien is. Men begint met een *dikke* plank van minstens 2 cm. dikte, waarop alle kleine onderdeelen, zooals lampen, vaste condensatoren etc. geschroefd worden. Draaicondensatoren en spoelhouders enz. monteert men alle op aparte dunne plankjes, die dan haaks op de grondplank geschroefd kunnen worden en dus steeds gemakkelijk verplaatsbaar blijven.

Luchtisolatie geeft steeds de minste verliezen. Bij den bouw van een kortegolf-toestel moet men er daarom steeds naar streven, zoo min mogelijk vast materiaal te gebruiken. Zoo kort mogelijke verbindingsdraadjes, zoo min mogelijk schakelaars, liefst in het geheel geene, dus ook geen aftakspoelen *en ook geen versterkt-onversterkt schakelaars*, zoo klein mogelijke lampvoetjes, enz.

Alle „lekwegen” moeten zoo lang en smal mogelijk gehouden worden. Een smal, dun stuk isolatiemateriaal isoleert veel beter dan een breed en dik stuk !

In een goed kortegolf toestel moet zooveel mogelijk aan materiaal gespaard zijn ! Geen enkel onderdeel mag zwaarder en dikker en geen enkele draad langer zijn dan voor z'n bestemming strikt noodzakelijk is. Uiterste soberheid is gewenscht !

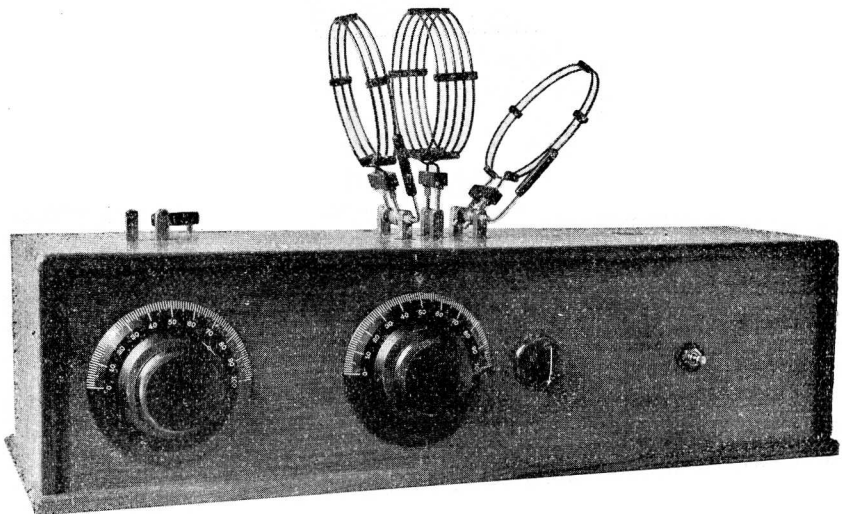


Fig. 27. Voorbeeld van opstelling (K. I. 4 van v. d. Heem & Bloemsma).

*Men make alle verbindingen steeds zoo recht en kort mogelijk, dus met zoo min mogelijk rechte hoeken en ook late men zoo min mogelijk draden evenwijdig loopen. Verder geve men er zich rekenschap van, welke draden elkaar wèl mogen naderen, teneinde aldus ruimte uit te sparen voor de draden, die elkaar niet mogen naderen !*

Men overlegge steeds, hoe en waar men elk toesteldeel het beste kan plaatsen, opdat de verbindingdraden zoo kort mogelijk kunnen worden.

Den roostercondensator monteere men steeds zoo dicht mogelijk bij de roosterklem van de lampvoet en evenzoo den lekweerstand. Vooral de verbindingdraden tusschen sec. draaicondensator en sec. spoel moeten zoo kort mogelijk zijn, omdat men anders zeer korte golven niet kan ontvangen. Maar ook de draden in den plaatkring, die hoogfrequenten stroom voeren, moeten zoo kort mogelijk gehouden worden.

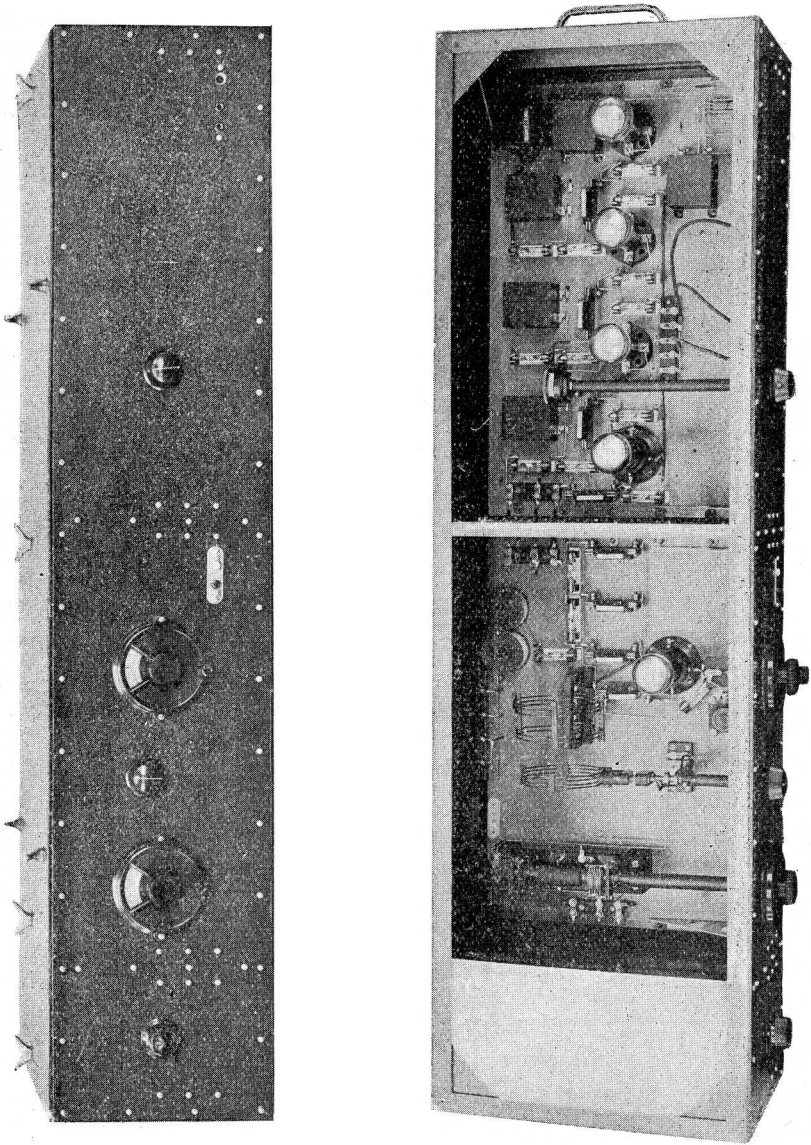
Draden, welke alleen gelijkstroom of laagfrequenten wisselstroom voeren, mogen iets langer gemaakt worden, wanneer andere draden daardoor korter kunnen worden.

Tenslotte lette men erop, dat draden in den plaatkring geen tegenwerkende terugkoppel-effecten teweeg kunnen brengen, omdat het toestel anders op korte golf eenvoudig niet tot genereeren is te brengen. Inductieve en vooral capacatieve koppelingen, zelfs door kleine eindjes draad, zijn op korte golf al gauw zeer hinderlijk, vooral, wanneer twee kringen een stuk draad gemeen hebben.

#### **Afschermen.**

Om *electriche* velden af te schermen, bijvoorbeeld handcapaciteit-effect te voorkomen, is *bladtin* of *bladlood voldoende*. Men plakke dit eenvoudig aan de binnenzijde van de frontplaat en van de wanden van het kistje, bijv. met houtlijm en verbind de het scherm aan de aardklem van het toestel. Ook kan men het heele toestel in een koperen kist bouwen.

Om *hoogfrequente electromagnetische* velden af te schermen, bijv. van hoogfrequenttransformatoren of smoorspoelen, is *bladkoper* noodig van minstens 1,5 mm. dikte. Voor zeer lange golven neme men plaatijzer van dezelfde dikte.



J. J. Vormer.

Fig. 28. Kortegolfontvanger, vervaardigd door het Radiolaboratorium der Rijkstelegraaf, bij dezen dienst in gebruik voor de ontvangst uit Ned. O.-Indië van telegrafie en telefonie. Het toestel is, met den laagfrequentversterker, (rechtsche afdeeling) gebouwd in een koperen kist, welke als afscherming dienst doet.

Om *laagfrequente magnetische* wisselvelden af te schermen, gebruike men *plaatijzer* van minstens 3 mm. dikte.

Electrisch afschermen om handicapateffect te voorkomen, is heel eenvoudig en zeer doelmatig op korte golven in combinatie met een „tegen capaciteit”. Om storingen te voorkomen is het vaak nuttig, den secundairen condensator geheel af te schermen, bijv. door plaatsing in een (metalen) bus. Meervoudige hoogfrequentversterkers, zooals hierna te beschrijven, moeten eigenlijk steeds electrisch afgeschermd worden; en liefst ook electromagnetisch.

Nu is electromagnetisch afschermen lang niet zoo eenvoudig als men misschien wel zou meenen op grond van ervaring met electrisch afschermen ! Zelfs het geringste spleetje of gaatje in het scherm doet de werking bijna geheel te niet ! Het magnetische afschermen moet daarom zoo volkomen mogelijk gebeuren. Dekfels van kistjes leveren daarbij steeds de grootste moeilijkheden. Ze moeten allereerst uitstekend passen en elkaar bovendien minstens 5 cm. overlappen. Het is experimenteel gebleken, dat zelfs ook dan nog vele krachtlijnen kunnen „weglekken”, wanneer het deksel niet overal goed contact maakt met de kist, zoodat de wegen voor de in het scherm geïnduceerde wervelströmen ergens onderbroken worden.

*Steeds moet het metalen scherm geaard worden.*

Gillen van versterkers kan vaak geheel opgeheven worden door doelmatig electrisch afschermen.

### **Microphonisch Effect.**

Microfonische effecten, d. w. z. een diep gonzend geluid, ontstaande door trillingen van de gloeidraden van de lampen bij stooten aan de toestellen of dreunen van de vloer, kan men belangrijk reduceeren, door de toestellen op *rubberspons* te monteeren. In vele fabriekstoestellen worden meestal alleen de lampvoetjes op spons gemonteerd, hetgeen echter bij de montage complicaties geeft, doordat de verbindingsdraden zeer buigzaam moeten zijn. Eenvoudiger en beter is vaak, het heele toestel op spons te monteeren. Men heeft niet meer dan twee reepen noodig van 3 à 5 cm. breedte en ter lengte van de breedte van het toestel. Eén groote rubberbad spons, in reepen van ca. 2 cm. dikte gesneden, is voor verscheidene toestellen toereikend.

Men kan ook met succes alleen onder de vier hoeken sponsjes plakken uit z.g. bevochtigers, die in iederen kantoorboekhandel verkrijgbaar zijn.

Plaatst men den luidspreker te dicht bij de detectorlamp, dan kan, bij groote versterking, een soort acoustisch-electrisch terugkoppelleffect ontstaan, waardoor een hooge giltoon hoorbaar wordt. Daartegen kan men de lampen soms met succes voorzien van kapjes van dik flanel of vilt. Bij zeer groote versterking treedt dit effect nog op, zelfs wanneer de luidspreker op ca. 10 meter afstand geplaatst wordt!

Houdt het gillen nog aan, ook bij gebruik van een telefoon, dan had men te maken met inwendige capacatieve terugkoppeling, ontstaande door verkeerde opstelling der onderdeelen van den versterker en onoordeelkundige montage. Daartegen helpt alleen overmonteeren, hoewel er nog wel andere lapmiddeltjes zijn. (Shunten van de transformatoren met weerstanden.)

Ook kan gillen ontstaan, door den luidspreker te dicht bij den ontvanger te plaatsen door capacatieve terugkoppeling. Een afstand van minstens 2 meter is in alle gevallen gewenscht.

Gillen door microfonisch effect is afdoende te vermijden door de lampen in een *gesloten* toestel te monteeren op in rubberspons veegende lampvoetjes.

#### D. TELEFONIE-ONTVANGST MET TERUGGEKOPPELDEN DETECTOR.

##### De Rand van Genereeren.

Onder een instelling „op den rand van genereeren” verstaan we in het algemeen een zoodanige instelling, dat het toestel nog juist *niet* genereert, zooals dus bijv. noodig is voor telefonie-ontvangst. Genereert het toestel zeer zwak, dan spreken we van een instelling *even voorbij* den rand van genereeren. Deze toestand komt bijv. vaak voor bij ontvangst van zeer zwakke ongedempte telegrafiestations. Een zeer belangrijke factor voor ontvangst van zwakke stations — en vooral van telefoniestations — is de mogelijkheid van een soepele instelling op en voorbij den rand van genereeren. Dus een instelling, waarbij geen „doode gang” (en) of „klappen” voorkomt. (Zie: De Terugkoppeling, hiervóór).

### Randgehuil.

In het bijzonder bij afstemming op korte golf kan bij instelling op den rand van genereeren een „huilend” geluid ontstaan (z.g. randgehuil) — vooral voor ontvangst van telefonie bijzonder hinderlijk. Het zou ons te ver voeren, op een verklaring van dit verschijnsel dieper in te gaan dan met de opmerking, dat de verandering in demping van den roosterkring tengevolge van de roosterstromen hiermede in nauw verband kan staan.

Het ligt dus voor de hand, dat algeheele vermindering van het optreden van eenigszins belangrijke roosterstromen (wanneer de

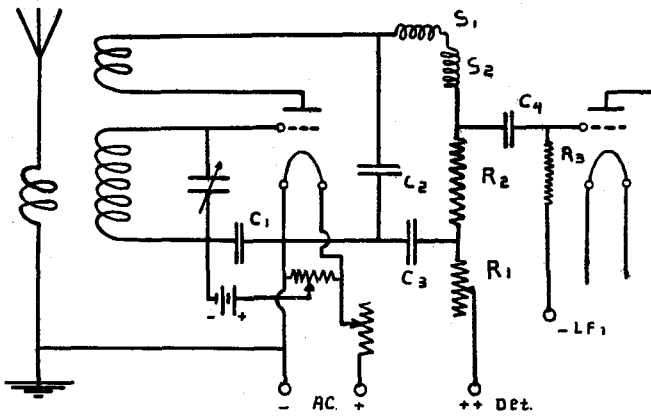


Fig. 29. Principeschema van kortegolf-ontvanger met anodedetectie, gevolgd door laagfrequent-weerstandversterking.

Afstemcondensator: ca. 100 micro-micro-farad max.

$C_1$ : 1000  $\mu\mu\text{F}$  of grooter.

$C_2$ : 300 tot 1000  $\mu\mu\text{F}$ .

$C_3$ : 2 microfarad of grooter (kan eventueel gemist worden).

$C_4$ : 1000 tot 5000  $\mu\mu\text{F}$ .

$R_1$ : continue variabel, max. ca. 50.000 ohm. (bijv. Royalty).

$R_2$ : vast, ca. 100.000 ohm.

$R_3$ : ca. 3.000.000 ohm.

$S_1$ : kortegolf-smoorspoel.

$S_2$ : langegolf-smoorspoel.

Potentiometer: 200 tot 1000 ohm.

Bij vele lampen kan een variabele neg. roosterspanning voor den detector wel gemist worden. De potentiometer, neg. roosterspanningbatterij (4 volt max.) en condensator  $C_1$  kunnen dan gemist worden. De roosterkring wordt dan direct aan de min-accuklem van de detectorlamp verbonden. Hiermee verkrijgt men een belangrijke vereenvoudiging en het schema wordt dan zoals toegepast in de toestellen K.I. 3 en K.I. 4 van Van der Heem en Bloemsma.

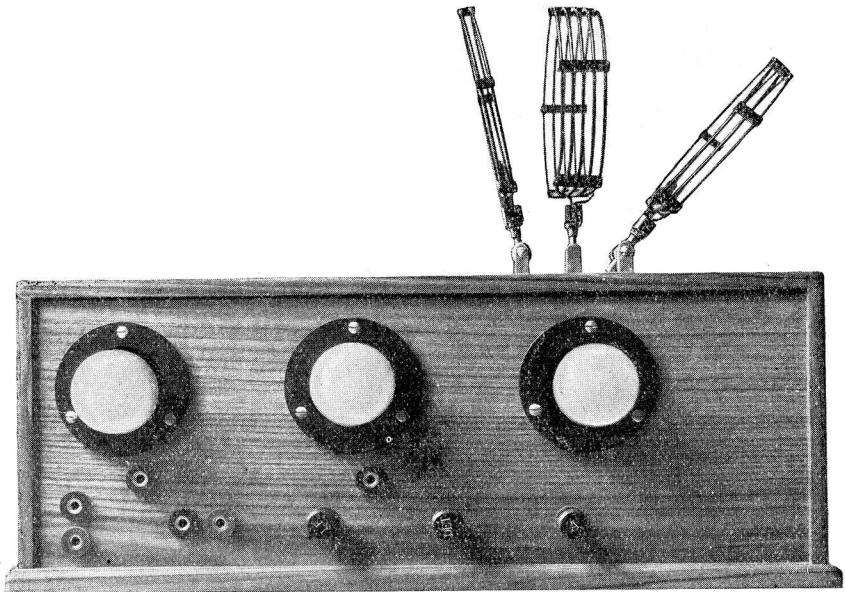
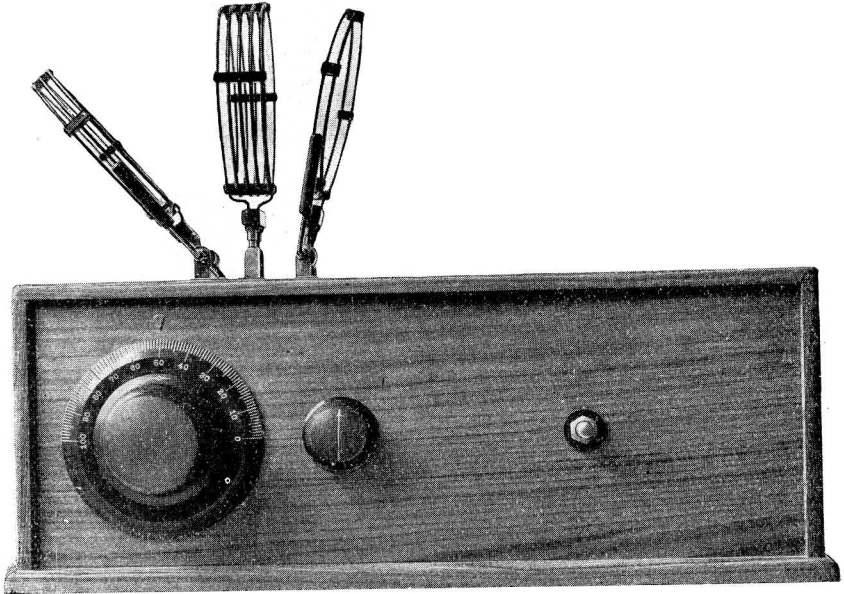


Fig. 30. Kortegolf-ontvanger K. I. 3 van Van der Heem & Bloemsma; resp. voor- en achteraanzicht, met ingebouwd twee trappen laagfrequentversterking. De meeste onderdelen zijn tegen den onderkant van de bovenplank gemonteerd en de lampen (de witte ronde vlakken) zijn liggend gemonteerd in busvormige fittingen in den achterwand. Op deze wijze kunnen de verbindingen zeer kort zijn.



rand van genereeren even overschreden wordt) een oplossing van deze moeilijkheid moet zijn, d. w. z. toepassing van voldoende negatieve roosterspanning. Natuurlijk kan dan geen roosterdetectie toegepast worden, aangezien deze gelijkrichtmethode juist berust op het optreden van roosterstromen. Wèl zou dus bijv. anode-detectie bruikbaar zijn, vooral ook in verband met den eisch van hooge negatieve roosterspanning.

Deze fraaie oplossing is met succes toegepast in de kortegolf-ontvangtoestellen van de firma Van der Heem & Bloemsma. Het betreffende principeschema is in fig. 29 afgebeeld en o.a. toegepast in de toestellen van fig. 30. Blijkbaar wordt de detector gevolgd door een trap laagfrequentversterking met weerstandkoppeling. Natuurlijk kan ook transformatorkoppeling toegepast worden.

Bij toepassing van transformatorkoppeling schakele men de primaire van den transformator in de plaats van weerstand  $R_2$  en weerstand  $R_2$  schakele men tusschen  $R_1$  en de aansluitklem gemerkt Det.

Een vernuftige bijzonderheid is nog de continu-variabele weerstand  $R_1$  (bijv. type Royalty) in de anodespanning-toevoerleiding van den detector, waarmee fijnregeling van de terugkoppeling mogelijk is, *zonder hinderlijken invloed daarvan op de afstemming*. (Bij verandering van den stand van de terugkoppelspoel is de verstemming in het algemeen grooter dan volgens deze methode). Tengevolge van den dubbel zoo grooten weerstand  $R_2$  is de invloed van verandering van  $R_1$  maar betrekkelijk gering. Een en ander gecombineerd, maakt een haast ideale soepelheid mogelijk van de instelling op den rand van genereeren.

Zoals uit verschillende metingen (o.a. Zeitschrift für Hochfrequenztechnik, Band 29, Heft 3, März 1927, Ueber Anodengleichrichtung, door M. von Ardenne) en bovendien ook praktisch blijkt, behoeft, bij inachtneming van de juiste condities, de anodegelijkrichting niet noemenswaard in gevoeligheid achter te staan bij roostergelijkrichting, terwijl ook de instelling van de juiste negatieve roosterspanning niet overmatig critisch is. Van groot belang voor de gelijkrichtwerking is een voldoende grootte van condensator  $C_a$ . Te groote waarde van  $C_a$  zou vervorming van telefonie veroorzaken door verzwakking van de hooge tonen. Een goede waarde is 300 à 1000 micromicrofarad.

Een andere oorzaak voor het optreden van randgehuil is gelegen in het doordringen van hoogfrequente trillingen in den laagfrequent-

versterker.<sup>1)</sup> Het middel hiertegen ligt voor de hand: nml. het schakelen van een passend filter tusschen den ontvanger en den laagfrequentversterker, dat alleen de laagfrequente signalen doorlaat en de hoogfrequente trillingen tegenhoudt. Zoo'n filter kan bestaan uit een combinatie van smoorspoelen (of weerstanden) en condensatoren, geschakeld evenals in de afvlakrichting bijv. van een plaatsspanningapparaat. Voorts is doelmatige afscherming van ontvanger en versterker in geaarde metalen dozen in combinatie hiermede bepaald noodzakelijk. Een verder hulpmiddel is het schakelen van weerstanden van ca. 100.000 tot 300.000 ohm direct voor de roosters van de laagfrequentversterkerlampen.

### **De Instelling van den Teruggekoppelden Detector voor Telefonie-ontvangst.**

Voor ontvangst van ongedempte telegrafie luistert in het algemeen de instelling van de detectorspanningen niet zoo nauw — meestal stelt men zich tevreden met een instelling op een zoo soepel mogelijken overgang in den genereertoestand — en dit is gewoonlijk wel tamelijk juist, hoewel niet de gunstigste instelling.

Voor ontvangst van telefonie staan we er echter geheel anders voor: bovengenoemde instelling bijv. zou juist voor *zwakke* telefonie maar betrekkelijk geringe versterking met behulp van de terugkoppeling toelaten — iets wat men op het eerste gezicht zeker niet zou verwachten! Zooals in den aanvang van de tweede afdeling van dit boek meer uitvoerig is besproken, kan, bij instelling dicht bij den rand van genereeren onder sommige omstandigheden bovendien zeer ernstige vervorming ontstaan, juist van betrekkelijk zwakke telefonie. (Voor zeer sterke telefonie luistert een en ander niet zoo nauw). Vooral de hiervoor genoemde „vorm” van den rand van genereeren is van grooten invloed op de met terugkoppeling te bereiken versterking van telefonie en op de vervorming daarvan.

---

<sup>1)</sup> Randgehuil bij kortegolf-ontvangers, door Ir. J. J. Vormer. Radio-Nieuws April 1928, No. 4, 11e jaargang.

Berekening van een filter, bestaande uit weerstanden en condensatoren, door Ir. J. J. Vormer. Radio-Nieuws Juli 1928, No. 7, 11e jaargang.

Praktisch dient men rekening te houden met de *effectieve* roostergloeidraadcapaciteit, welke van dezelfde grootte-orde is, als de door den schrijver toegepaste shuntcondensatoren.

Het is zeer moeilijk, algemeene regels op te stellen voor een juiste instelling, zonder daarvoor gebruik te maken van kostbare meetinstrumenten. Toch zullen we trachten, enkele voorschriften te geven, welke tenminste een redelijke zekerheid bieden voor een tamelijk juiste instelling. (Voor het begrip van een en ander verwijzen we naar den aanvang van de tweede afdeeling van dit werk).

Er zijn twee verschillende instellingen noodig, die volstrekt niet altijd zullen samenvallen: nml. de instelling op *gevoelige* en *vervormingsvrije* detectie (hetgeen meestal wel samengaat) en de instelling op den juisten „*rand van genereeren*”. Vaak zal het dus noodig zijn een compromis te treffen.

Men beginne eerst met de instelling op gevoelige detectie (welke bij roosterdetectie in hoofdzaak afhangt van de roosterspanning) en daarna de instelling op den juisten rand van genereeren (welke zoowel van rooster- als anodespanning afhangt).

Vallen deze instellingen niet samen, dan kan men opnieuw een instelling voor goede detectie zoeken, doch nu met een anodespanning, die wat beter overeenkomt met die voor den juisten rand van genereeren.

### **Instelling van de Detectie.**

Men beginne met een anodespanning tusschen 50 en 100 Volt (de hoogste spanning voor een lamp met grooten spanningsversterkingsfactor) en verzwakke de terugkoppeling zooveel mogelijk. Men kan bijv. de terugkoppelspoel vervangen door een kortsluitsteker. Men kan nu afstemmen liefst op een gedempt station of een telefoniestation, dat men nog juist kan hooren en men regele de roosterspanning totdat men luidste ontvangst heeft. (Onder „roosterspanning” verstaan we bij roosterdetectie de spanning, die men via den lekweerstand aan het rooster toevoert. Is deze spanning niet regelbaar, dan probeere men aansluiting aan plus- of min-gloeidraad.) Ook kan men den lekweerstand regelen: in het algemeen geeft een hooge waarde de beste detectie. Hooger dan ca. 1 megohm mag de lekweerstand echter niet zijn, wegens de verzwakking van de hooge tonen der modulatie, en dus vervorming van telefonie (zie verder).

Verandering van de anodespanning heeft bij roosterdetectie maar heel weinig invloed — een gunstig feit, waarvan we gebruik maken,

want door regeling hiervan kunnen we straks een juisten „rand van genereeren” vinden, zonder weer de detectie te bederven.

Bij anodedetectie hebben we deze vrijheid eigenlijk niet meer in die mate; dus is het meer noodzakelijk, weer de detectie te controleren.

Wanneer men over enkele meetinstrumenten beschikt, bijv. een gevoelige milliampère-meter, te plaatsen in den anodekring van den detector, kan men de heele detectiekaracteristiek opnemen met behulp van een zwakken ongedempten generator (zendenden golfmeter). Hoewel men daarmee geen absolute metingen kan doen, kan men toch wel nuttige vergelijkende metingen verrichten.

### Instelling van den Rand van Genereeren.

Bij roosterdetectie vooral kunnen we, tamelijk onafhankelijk van de detectie, met behulp van de anodespanning den rand van genereeren wijzigen. Er bestaan verschillende mogelijkheden, fig. 30 en 31 van het verband tusschen „genereersterkte” en „terugkoppeling” (stand van de terugkoppelspoel of den terugkoppelcondensator).

Onder de „genereersterkte” verstaan we de in den roosterkring opgewekte hoogfrequent-wisselspanning. Men kan deze bij benadering meten met behulp van de anodestroomvariatie — dit is wel de meest eenvoudige methode. Aangezien men daarbij afhankelijk is van de detectiekaracteristiek, is ze niet geheel betrouwbaar. Voor een juiste meting is het dus bovendien nodig, bijv. op de bovenbeschreven manier, ook de detectie-karakteristiek op te nemen.

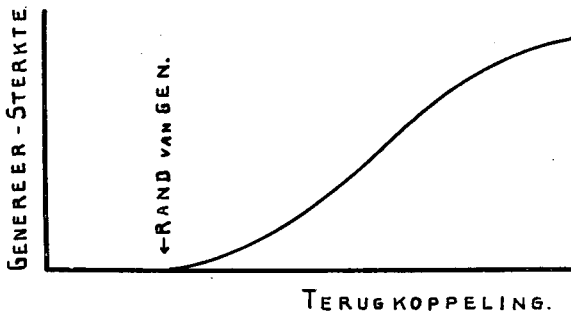


Fig. 31.

Fig. 31 stelt blijkbaar voor: een zeer „soepele” rand van genereeren. Voor ontvangst van betrekkelijk zwakke telefonie is deze instelling (meestal bij lage anodespanning) *niet* gewenscht, aan-

gezien de bereikbare versterking dan maar betrekkelijk gering is (ook voor telegrafie !). Voor telegrafieontvangst met dezen toestand stelle men het best in op tamelijk *sterk* genereeren: dan is de gevoeligheid meestal wat grooter dan even voorbij den rand.

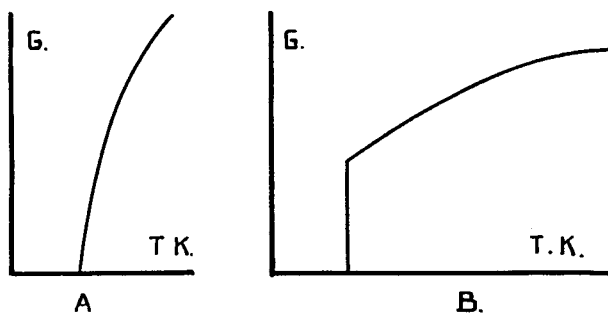


Fig. 32.

Fig. 32 B stelt voor, dat het in genereeren komen *plotseling* met vrij groote sterkte (zonder overgang dus) geschiedt, kenbaar aan een doffe klap in de telefoon (z.g. „klappen”). Met dezen toestand kan de versterking veel grooter zijn, echter bestaat zeer veel *kans* op ernstige vervorming van telefonie, (vooral van niet zeer sterke telefonie). Deze toestand is dus ook niet gewenscht.

Nog minder gewenscht is (en meestal gaat het hiermee gepaard) dat het uit-genereeren-gaan, (eveneens met een klap) pas gebeurt bij wat lossere terugkoppeling, wanneer dus z.g. „doode gang” aanwezig is. Dan is gewoonlijk bovendien de bereikbare versterking niet groot.

„Klappen” en „doode gang” zijn dus in elk geval ongewenscht, (meestal ook voor telegrafieontvangst).

De meest gewenschte toestand, waarbij de versterking groot kan zijn en de kans op vervorming toch betrekkelijk klein, is die, welke in fig. 32 A voorgesteld is. Deze toestand is ook voor ongedempte telegrafie zeer gevoelig, mits men instelt op zeer *zwak* genereeren, dus juist even voorbij den rand.

Het in-genereeren-komen gebeurt hier wel zeer snel, maar toch met eenige overgang; dus niet plotseling met groote sterkte zoals bij het „klappen”. De rand van genereeren is dus heel kritisch en

„scherp”; kleine verandering van de terugkoppeling veroorzaakt groote verandering van genereersterkte. Deze toestand wordt meestal bereikt met vrij hooge anodespanning.

Intusschen kan dan — om andere redenen dan zoeven — weer „klappen” optreden of doode gang. Hiertegen kan vaak verandering van den lekweerstand wat helpen.

Het is betrekkelijk moeilijk, den gewenschten toestand van fig. 31A te onderscheiden van het klappen: daarvoor is een zeer fijn regelbare terugkoppeling noodig, d. w. z. van den stand van de terugkoppelspoel of den terugkoppelcondensator.

De instelling van de „terugkoppeling” met behulp van verandering van de anodespanning, hiervoor reeds beschreven, berust op een heel ander effect dan verandering van den terugkoppelspoelstand en is daarom voor het vinden van bovengenoemde instellingen niet zeer geschikt. Liever probeere men, met behulp van de terugkoppelspoel den gewenschten toestand in te stellen voor alle standen van de „fijnregeling” met behulp van anodespanningregeling.

Het is daàrom noodig de terugkoppelspoel (of -condensator) heel langzaam te kunnen bewegen, omdat men, bij te snelle beweging, door den te snellen overgang toch een dofte klap kan te hooren krijgen en dus meenen met den toestand van fig. 32 B te doen te hebben. Het beste is wel, af te gaan op de aanwijzing van een gevoeligen milliampère-meter in den anodekring. In verband hiermee gebruike men voor deze instellingen natuurlijk een terugkoppelspoel van zoodanig windingtal, dat fijne regeling mogelijk is. Bij de instellingen gebruike men natuurlijk steeds dezelfde spoelen en denzelfden stand van den afstemcondensator: het zijn immers *vergelijkende* metingen. Is de stand van de terugkoppelspoel niet fijn genoeg regelbaar, dan kan men zich vaak behelpen, door de terugkoppelspoel in een vasten stand, dicht bij den rand van genereren in te stellen en verder het in- en uit-genereren te regelen met den afstemcondensator in den roosterkring (second. cond.) Zoo kan men vaak ook de juiste instelling vinden.

Bij gebruik van een andere detectorlamp (zelfs van een ander exemplaar van hetzelfde type) is het noodig, geheel opnieuw de juiste instellingen te bepalen.

### De Roostercondensator en de Lekweerstand voor Telefonie-ontvangst.

Tengevolge van de roosterdetectie ontstaat bij ontvangst van telefonie een *laagfrequente* wisselspanning tusschen rooster en gloeidraad, over den lekweerstand dus (zie fig. 33). Men kan dit experimenteel gemakkelijk constateeren met behulp van een telefoon (eventueel laagfrequentversterker) in serie met den lekweerstand, waarin men dan ook de telefonie hoort.

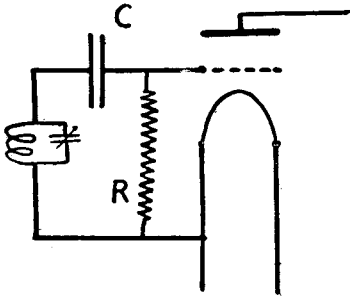


Fig. 33. Bij roosterdetectie ontstaat aan de uiteinden van R een laagfrequente (telefonie) wisselspanning.

Deze laagfrequente wisselspanningen veroorzaken wisselstroomen in den anodeketen (d.i. de telefonie), die een telefoon kunnen doen aanspreken.

De detectorlamp werkt dus in den roosterkring als gelijkrichter en voorts tegelijk als weerstandversterker voor de laagfrequente roosterwisselspanningen, waarbij de lekweerstand als „koppelweerstand” dient.

Nu is (onder tusschenkomst van den roosterkring) de roostercondensator feitelijk parallel geschakeld aan den lekweerstand (de uit slechts enkele windingen bestaande secundaire spoel — rooster spoel — is voor laagfrequente wisselspanningen eenvoudig als een kortsluiting op te vatten). Bovendien is de lampcapaciteit hiermee parallel geschakeld. Zie fig. 33.

Het spreekt, dat tengevolge van al deze parallel geschakelde capaciteit de hooge tonen van de telefonie aanzienlijk verzwakt kunnen worden, hetgeen dus kan beteekenen, dat telefonie „hol” klinkt. Deze soort vervorming komt praktisch meestal inderdaad in ernstige mate voor.

Een te kleine roostercondensator zou ook niet goed zijn: voor de hoogfrequente trillingen staat de roostercondensator in serie met de lampcapaciteit. Met te kleinen roostercondensator zou dus

de hoogfrequentspanning aan het rooster teveel verzwakt worden, dus de geluidsterkte achteruit gaan.

Waar het op aankomt is dus: eenerzijds een voldoende groote roostercondensator t. o. v. de lampcapaciteit en anderzijds een voldoende kleine lekweerstand t.o.v. den roostercondensator<sup>1)</sup>. Deze overweging zou leiden tot een zeer kleinen lekweerstand, hetgeen evenwel niet toelaatbaar is in verband met de achteruitgang in detectie welke daarvan het gevolg zou zijn (en, bij schakeling volgens fig. 33 zou de demping van den roosterkring teveel toenemen).

Voor telefonie-ontvangst doet men dus goed een lamp te gebruiken met zoo gering mogelijke inwendige capaciteit. Een goede waarde voor den roostercondensator is dan maximum ca. 100 micro-micro-farad, liefst nog kleiner, tot de helft toe. Daarbij gebruikte men een lekweerstand van elk geval kleiner dan 1 megohm, uit dit oogpunt heeft het voordeelen zelfs tot 100.000 Ohm te gaan, doch ca. 200.000 Ohm zou redelijk zijn. Natuurlijk dient onderzocht te worden, of met de in gebruik zijnde lamp de detectie daardoor niet te sterk achteruit zou gaan. Bij gebruik van zulke lage waarden voor den lekweerstand schakele men deze steeds parallel met den roostercondensator (dus niet tusschen rooster en gloeidraad) teneinde geen extra demping van den roosterkring te veroorzaken.

Bovengenoemd effect vormt inderdaad een heel zwak punt van de roosterdetectie voor telefonie-ontvangst. In dit opzicht moet wel de superioriteit van de anodedetectie in het oog vallen.

Een ander bezwaar van de roosterdetectiemethode is, de hierdoor veroorzaakte demping van den roosterkring, tengevolge van de roosterstroombelasting. Vooral op korte golf, waarbij de mogelijkheid bestaat, telefonie zonder noemenswaardige zijband-verzwakking te ontvangen met zwak gedempte kringen, vormt dit een punt ter ernstige overweging, wanneer het gaat om de keuze tusschen rooster- of anodedetectie.

<sup>1)</sup> Veelal wordt over het hoofd gezien, dat ook de roostergloeidraad weerstand (differentiaal weerstand van de roosterstroom-karakteristiek) parallel met den roostercondensator geschakeld is. Deze weerstand is vaak vrij laag, dikwijls lager dan de lekweerstand, zoodat een te groote lekweerstand niet zoo gauw schaadt, als men op het eerste gezicht wel zou denken!



## V.

### CONSTRUCTIE EN GEBRUIK VAN DEN GOLFMETER.

De eerste stap op het korte-golf pad is: een eenlampontvanger; de tweede is: een golfmeter. Schatten van golflengte is n.l. zeer moeilijk, en wel des te moeilijker, naarmate men op korter golf gaat werken.

Om uit te maken, welke der kortegolf-telefoniestations men op een gegeven oogenblik hoort, is een nauwkeurige golfmeter wel het eenige goed bruikbare middel.

Ook is het duidelijk, dat men onmogelijk naar een partner op bijv. 30 meter golf kan gaan luisteren, als men niet eens goed weet, hoe men op 30 meter moet afstemmen !

*Om de spoelen te maken, precies voor een bepaald golfgebied, is een golfmeter onmisbaar.* Met een golfmeter is het bijv. een oogenblik werk, een spoel te maken met zóóveel windingen, dat op 40 schaaldeelen van den condensator 30 meter golflengte gevonden wordt. Zoo'n spoel is bijzonder geschikt om af te stemmen op de Amerikaansche en Europeesche telefoniestations, die op ongeveer deze of kortere golflengten werken.

Ten slotte kan men met een golfmeter ook capaciteit- en zelf-inductiemetingen verrichten.

#### De Benodigdheden.

Een goede golfmeter is meestal vrij duur; voor minder dan f 50.— kan men eigenlijk nooit een nauwkeurig geijkt instrument koopen. <sup>1)</sup> Voor veel minder geld kan men echter zelf wel iets zeer bruikbaar maken. Daarvoor zijn niets anders noodig dan een goede draaicondensator en eenige spoelen voor de verschillende meetbereiken. Men kan er zonder bezwaar de spoelen van den ontvanger voor gebruiken.

Voor gebruik als zendende golfmeter, bijv. bij een niet-gene-

---

<sup>1)</sup> Bij bestelling van een golfmeter geve men steeds het golfbereik op, dat het toestel moet kunnen bestrijken.

reerenden ontvanger, zijn bovendien nog een droog batterijtje en een *goede* zoemer noodig, en voor gebruik bij een zender van meer dan  $2\frac{1}{2}$  watt, kan een klein gloeilampje uit een zaklantaarn of een glimlampje goede diensten bewijzen.

Het bezit van een golfmeter levert zóó veel gemak, dat men z'n geld eigenlijk niet beter kan besteden, dan voor den aankoop van bovengenoemde artikelen.

### De Condensator.

Alléén een LUCHTdraaicondensator is voor dit doel goed bruikbaar. Men neme er een met stevige, flink gespatieerde platen en vooral *zonder de minste of geringste speling in het lager*. Een condensator met een losse fijnregelplaat is onbruikbaar, tenzij men die plaat eraf sloopt.

Fijnregeling in den vorm van een tandrad- of wrijvingsoverbrenging of een fijnregelknop, is eigenlijk onmisbaar. Een grooter overbrenging dan 1 : 20 is NIET gewenscht !

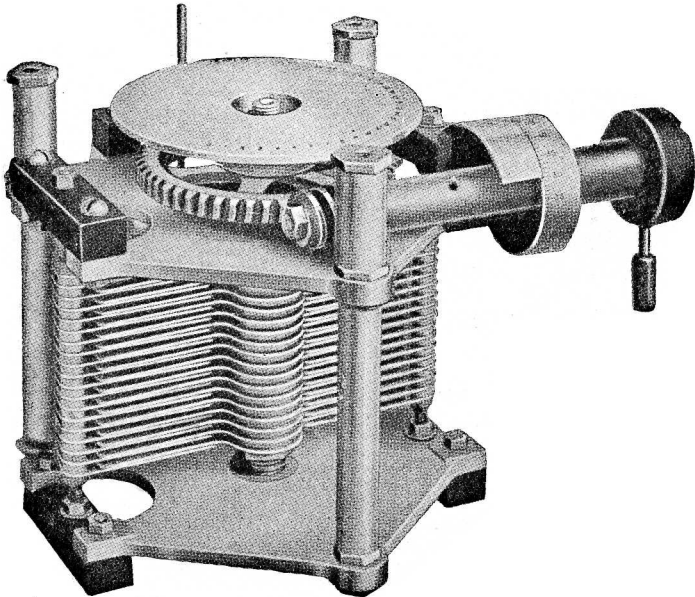


Fig. 34. General Radio precisie-condensator met wormfijnregeling van 1 : 50 en nonius-aflezing.

In sommige fijnregelknoppen zit nogal wat speling, merkbaar bij het heen- en terugdraaien. In een ontvanger kan dat niet zoo erg veel kwaad, maar *voor dit doel is zoo'n knop eenvoudig onbruikbaar.*

De schaalverdeeling of wijzer moet onwrikbaar vast aan den condensator verbonden zijn.

Om een scherpe instelling te kunnen verkrijgen, moet de condensator ook in electrisch opzicht zoo deugdelijk mogelijk zijn. Zie daarvoor het hoofdstuk: Draaicondensatoren en Fijnregelingen.

### De Spoelen.

Golfmeterspoelen moeten vooral *stevig en onvervormbaar* zijn, aangezien de ijking anders op den duur niet blijft kloppen. Men wikkele ze daarom op stevige, in paraffine gekookte, kartonnen <sup>1)</sup> ringen van niet te geringe diameter: minstens 7 cm. is wel gewenscht. Voor spinnewebspoelen make men het geraamte bijv. uit *dik* ivoorcarton. Presspahn, pertinax en droog, in paraffine uitgekookt hout vormen ook wel bruikbare materialen.

Voorloopig gebruike men liever geen litze-draad, maar gewoon massief *dubbel* zijde- of katoenomsponnen draad van 0,5 à 1,5 mm. Gewoon, gearaffineerd bellendraad is zeer goed bruikbaar.

Men raadplege hoofdstuk III voor de aantallen windingen voor de diverse meetbereiken.

Het verdient aanbeveling, na de wikkeling de spoel in z'n geheel nog eens te paraffineeren of te schellakken, opdat de windingen later niet meer kunnen verschuiven, hetgeen de ijking belangrijk zou wijzigen.

Men monteere alle spoelen met normale stekerpennen, evenals bijv. honigraatspoelen. *Het golfmetertype met verwisselbare spoelen is n.l. voor algemeen gebruik wel het meest aan te bevelen.*

### De Eenvoudigste Golfmeter.

De golfmeter zelf is dan eigenlijk niets anders dan een doosje, waarin de draaicondensator gemonteerd is, benevens de noodige

---

<sup>1)</sup> Of ringen van ander goed isolatiemateriaal, zooals deze in den handel zijn.

steekbusjes en aansluitklemmen voor de spoelen en de andere hulptoestellen. <sup>1)</sup> Al naar den aard der meting zijn verschillende schakelingen mogelijk. Een combinatieschakeling, waarmee alle schakelingen afzonderlijk te verwezenlijken zijn, zal later behandeld worden.

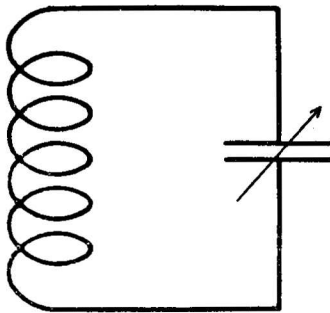
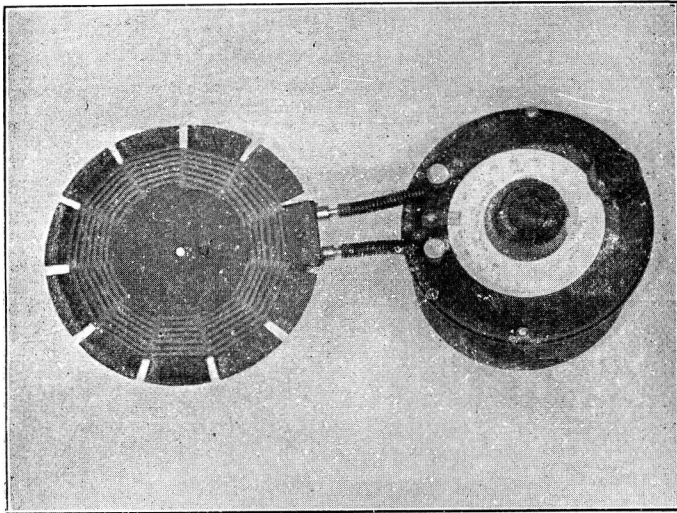


Fig. 35. De eenvoudigste golfmeter met verwisselbare spoelen.

Voorloopig behoeft de golfmeter slechts te bestaan uit een condensator, voorzien van twee steekbusjes, waarin de spoelen ge-

---

<sup>1)</sup> Het is van belang, het doosje van binnen met bladlood of -koper te bekleeden, afschermen is n.m.l. noodzakelijk om handcapaciteit-effect te voorkomen.

stoken kunnen worden; meer is niet noodig ! Een foto en het schakel-schema van zoo'n golfmeter vindt men in fig. 35.

### De Werking van een Golfmeter.

In alle schakelingen wordt de afstembare kring gevormd door den draaicondensator plus de spoel. *Alle andere toestellen dienen slechts, om op de een of andere wijze een aanwijzing te geven, zoodra de golfmeter op den ontvanger of zender afgestemd is.* De zoeven besproken golfmeter heeft géén z.g. „resonans-indicator”. Hoe men daarmee nu tòch een aanwijzing kan verkrijgen, zal zoodadelijk besproken worden bij de diverse „indicatiemethoden”.

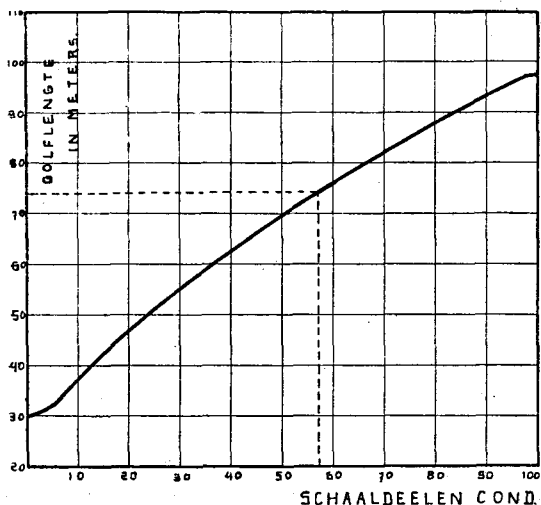


Fig. 36. Golfkromme (ijkkromme) van een golfmeter volgens fig. 35. Deze kromme is alléén juist voor dien condensator met die spoel. Bij elke spoel behoort een aparte golfkromme.

Is de golfmeter eenmaal afgestemd, dan leze men den stand van den golfmeter-draaicondensator af, (bijv. 57 schaaldeelen) en op de „ijkkromme” van de golfmeter-spoel vindt men de bij dien condensator-stand behorende golflengte ( $73\frac{1}{2}$  meter). De ijk-kromme is dus de grafische voorstelling, die het verband aangeeft tusschen condensator-stand en golflengte. Zoo'n ijk-kromme is alléén juist voor de combinatie van die bepaalde spoel en dien condensator, waarmee de kromme bepaald werd. Gaat men bijv. aan die spoel en aan dien condensator een detectorlamp met toebehooren ver-

binden, dan is die kromme daàrvoor niet meer juist en zou men dus weer een nieuwe golfkromme moeten opnemen, die dan ook maar alléén juist is voor die bepaalde toestellen-combinatie. Over het zelf bepalen van de noodige ijkkrummen spreken we later. Sommige handels-golfmeters zijn voorzien van een schaalverdeling in golflengten, direct op den condensator. Een ijkkrumme is echter nauwkeuriger en gemakkelijker zelf te bepalen.

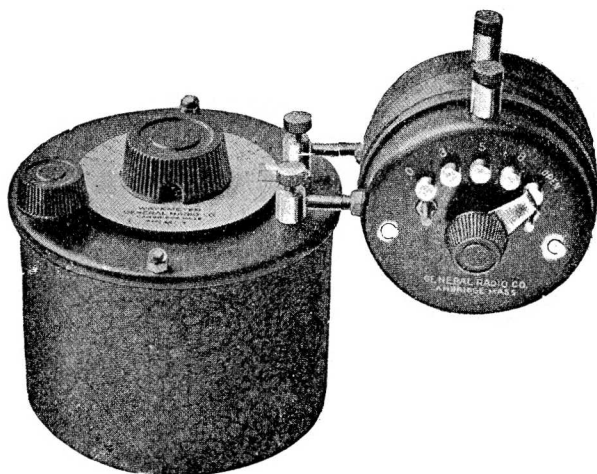


Fig. 37. General Radio golfmeter, tevens zeefkring met golflengte-ijking direct op de condensator-schaal.

Bij alle golfmetingen moet de golfmeterspoel *inductief gekoppeld* worden met de spoel van het ontvangtoestel. *Nooit mag de golfmeter met den ontvanger of den zender verbonden worden!* De nauwkeurigste resultaten bereikt men steeds met een zoo los mogelijke koppeling. Op korte golven is een koppeling, waarbij de betreffende spoelen met de assen in elkaars verlengde staan op een afstand van 10 cm. al zéér vast, en bij gebruik van een zoemer moet de golfmeter *meestal minstens één meter* van het ontvangtoestel verwijderd zijn.

Hieronder worden eenige der voornaamste indicatie-methoden behandeld:

### De „Klik-methode”.

Het bepalen van de golflengte, waarop een genereerende ontvanger is ingesteld, gebeurt als volgt:

Om te beginnen koppelt men de golfmeterspoel tamelijk vast met de secundaire spoel van een inductieven ontvanger, of met de antennespoel van een primair-ontvanger; men laat den ontvanger *middelmatig* sterk genereren en luistert in de telefoon. (*Niet* aan den luidspreker, tenzij met voldoende laagfrequentversterking).

Draait men nu met den condensator van den golfmeter door de afstemming van den genereerenden ontvanger heen, dan kan men duidelijk klikken te hooren krijgen. Hierbij kunnen zich twee verschillende gevallen voordoen.

Bij sterk genereren en vrij vaste koppeling houdt het genereren nooit op. De klikken worden dan veroorzaakt door een verschijnsel, dat de Duitschers „Ziehen” noemen. <sup>1)</sup>

Draait men met den condensator door de afstemming heen met toenemende schaalwaarde, dan hoort men slechts één klik, bijv. op 58 schaaldeelen. Draait men den condensator wat terug, dan hoort men weer een klik, maar nu bijv. op 56 schaaldeelen. De juiste afstemming ligt er dan vrijwel juist tusschen, dus op 57 schaaldeelen.

Naarmate de koppeling lossier is, komen de klikken dichterbij elkaar. Men moet gemakkelijk een aflezing kunnen krijgen op  $\frac{1}{3}$  schaaldeel nauwkeurig, op een schaal van 0 tot 100.

Bij te losse koppeling hoort men in het geheel niets. Men beginne dus steeds met een vrij vaste koppeling, om de afstemming

---

<sup>1)</sup> Men zou dit woord gevoegelijk door „meeslepen” kunnen vertalen. Meet men toch de hoogfrequente stroomsterkte in den golfmeter-kring, dan is het net, alsof het afstemmen van den golfmeter de afstemming van den ontvanger (hier werkende als een ongedempte zender) „meeslept”, aangezien de grootste stroomsterkte bereikt wordt even *voorbij* de golflengte, waarop de ontvanger afgestemd was. De „klik” wordt dan veroorzaakt, doordat de golfmeter als het ware den ontvanger „loslaat”, wat gepaard gaat met een plotselinge daling in de hoogfrequent-stroomsterkte in den golfmeterkring en een daling in den plaatstroom van de detector-lamp. Dit verschijnsel is zeer bekend in de zendtechniek, bijv. bij te vaste antennekoppeling, waarbij de z.g. „kritische koppeling” overschreden is.

ongeveer te vinden, en make de koppeling daarna zeer voorzichtig wat lossere, om een scherpe aflezing te krijgen.

Het „zien” herkent men dus hieraan, dat men, door in één richting te draaien, slechts één klik te hooren krijgt; *den anderen klik hoort men pas, door daarna weer terug te draaien.*

Een ander geval doet zich voor bij zwak genereeren en een lossere koppeling. Draait men *nu* door de afstemming heen, dan hoort men *opeenvolgend* twee klikken; nml. een vóór de juiste afstemming, waarbij de ontvanger „afslaat”, en een voorbij de juiste afstemming, waarbij de ontvanger weer begint te genereeren. Men hoort dus *eerst* een klik op 56 schaaldeelen, en, met den condensator *in dezelfde richting doordraaiend*, een klik op 58 schaaldeelen. Zijn nml. golfmeter en ontvanger op elkaar afgestemd, dan absorbeert de eerste zóóveel energie, dat de ontvanger daardoor ophoudt met genereeren. Vanzelfsprekend mag de terugkoppeling daarvoor niet te sterk zijn.

Bij zwak genereeren en te vaste koppeling met den golfmeter

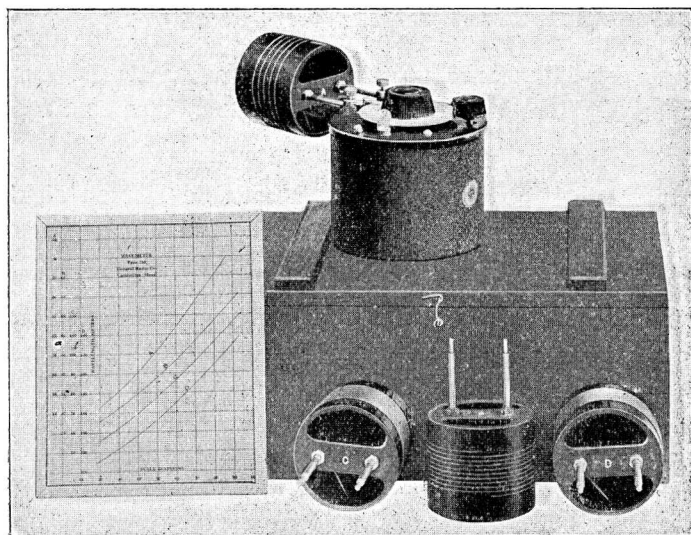


Fig. 38. General Radio amateurgolfmeter type 338 met ijk-krommen; meetbereik 14 tot 224 meter. Voor gebruik bij een zender dient een gloeilampje als resonansindicator. Voor gebruik als klik-golfmeter moet het lampje uit de fitting geschroefd worden, waarbij de fitting automatisch doorverbonden wordt. De weerstand van het lampje zou de aflezing te onscherp maken.



kunnen beide verschijnselen gecombineerd voorkomen. Men hoort dan twee opeenvolgende klikken bij het draaien in de eene richting en twee bij het terugdraaien; echter vallen deze laatste twee dan niet op dezelfde plaatsen als de beide vorige. Voor een nauwkeurige meting is dit ongewenscht, hoewel beide klikmethoden ieder afzonderlijk overigens evengoed bruikbaar zijn. Persoonlijk prefereren wij de eerste methode.

Heeft men op bovenbeschreven wijze den golfmeter afgelezen, bijv. 57 schaaldeelen, dan zoekt men op de ijk-kromme van de bij de meting gebruikte spoel de bij dien condensatorstand behorende golflengte op ( $73\frac{1}{2}$  meter). Dat is dan ook de golflengte, waarop de ontvanger afgestemd was. Hiermee is de meting afgelopen. In werkelijkheid gaat het veel vlugger, dan het zich hier laat beschrijven; het opnemen van een volledige golfkromme behoeft niet langer dan ca. 10 minuten te duren! *Zijn de klikken „dof” en is de aflezing daardoor onscherp, dan wijst dat op hoogen weerstand in den golfmeterkring (slechte spoelen of slechte condensator).*

#### **De „Natte-vinger” Methode.**

Men kan de juiste afstemming ook vrij scherp bepalen, door de sterkte van het genereeren na te gaan met behulp van de bekende „natte-vinger” proef, zonder de koppeling met den golfmeter zóó sterk te maken, dat de ontvanger geheel afslaat.

Daartoe draaie men met de eene hand voorzichtig aan den golfmeterdraaicondensator, terwijl men met den natten vinger van de andere hand snel blijft tikken op die pool van den ontvangerdraaicondensator, die met den roostercondensator verbonden is. Is de golfmeter precies op den genereerenden ontvanger afgestemd, dan zal deze laatste het zwakst genereeren of zelfs geheel afslaan.

Om een scherpe aflezing te verkrijgen, moeten de terugkoppeling en de koppeling met den golfmeter op de gunstige waarden ingesteld worden. Het gebruik van een of meer trappen laagfrequent-versterking kan daarbij veel gemak opleveren.

#### **De Milliampère-meter Methode.**

Verreweg de scherpste instelling verkrijgt men, door een zeer gevoelige milliampère-meter in den plaatkring van de detectorlamp te schakelen; dus in de plaats van de telefoon of in serie

daarmee. De aanwijzing van den meter gaat bij het passeeren van de juiste afstemming met een schokje omhoog. Voor een nauwkeurige meting mag de ontvanger vooral niet te sterk genereeren *en moet de koppeling met den golfmeter zóó los zijn, dat men den wijzer van den milliampère-meter nog maar net even ziet bewegen.*

Bij te sterke koppeling zal bij het passeeren van de afstemming de plaatstroom eerst langzaam stijgen en dan met een schok dalen. (Ziehn.)

Om een betrouwbare meting te verrichten, moet de koppeling met den golfmeter echter lossier gemaakt worden.

### **De Zeefmethode.**

De zeefmethode kan men toepassen bij ontvangst van een gedempt of telefoniestation, dat dus gedurende de meting nog bezig is te werken. Men stemme allereerst den ontvanger precies af. Bij voldoende koppeling van den golfmeter met de *antennespoel* van den ontvanger, kan men vrij scherp het punt bepalen, waarop het station het meest *verzwakt* wordt, ten teeken dat de golfmeter daarop afgestemd is. Het telefoniestation wordt door den golfmeter a. h. w. „eruit gezeefd”. Aldus kan men ook storende stations wegwerken (zeefkring).

Een overeenkomstige methode kan men ook toepassen bij ontvangst van een ongedempt station. Men stelle den ontvanger allereerst in op een zoo laag mogelijken zwevingstoon, echter *niet* heelemaal in het nulpunt. Koppelt men nu den golfmeter vrij los met den ontvanger, en draait men door de afstemming van den ontvanger, dan zal het station plotseling in sterkte en toonhoogte „springen”. Men draaie heel voorzichtig aan den golfmeter-condensator en bepale het punt, *waarop de toonhoogte het sterkst verandert.*

### **Het Ijken van den Ontvanger.**

Wil men den ontvanger vooruit op een bepaalde golflengte instellen, dan handele men als volgt:

Zoek op de ijkkromme van de golfmeterspoel den bij die golflengte behoorenden condensatorstand en stel den golfmeter-draai-condensator daarop in. Volg nu weer één der bovenbeschreven indicatie-methöden, met dit verschil, dat ge den golfmeter onaan-geroerd laat en instelt met den condensator van den ontvanger,

totdat deze in resonans is met den golfmeter. Hiermee is de instelling afgeloopen.

Met de milliampère-meter-methode bega men echter niet de vergissing, den meter in den plaatkring van een laagfrequentversterkerlamp te schakelen ! De meter moet bepaald in den plaatkring van de *detectorlamp* geschakeld worden !

### De Zoemergolfmeter.

Om golfmetingen te verrichten aan een niet-genererenden ontvanger, passe men de schakeling toe volgens fig. 39.

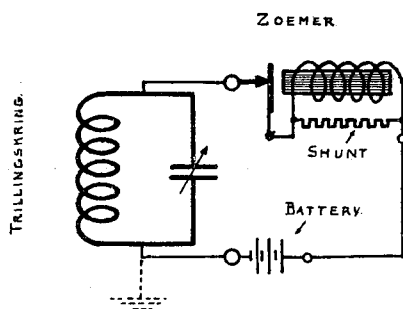


Fig. 39. Schakelschema van een zoemergolfmeter.

In serie met den golfmeterkring zijn een batterijtje en een *niet-vonkende* hoogtoon-zoemer geschakeld. Bij zoo'n zoemer is de vonk weggenomen, door de *magneetspoeltjes* met een niet-inductieven weerstand te shunten (ca. 25 ohm).

De batterijstroom, die door den zoemer gaat, wordt tevens door de golfmeterspoel gevoerd. Bij elke verbreking heeft de golfmetercondensator lading verkregen, en zoolang de verbreking duurt, trilt de golfmeterkring uit in eigen golf. Voor een goede werking mag de zoemer beslist *niet* vonken!

De golfmeter werkt in deze schakeling dus als een miniatuur gedempt zendertje, dat men bij juiste afstemming in den ontvanger hooren kan.

Om den ontvanger op een bepaalde golf in te stellen, laat men die door den golfmeter uitzenden en stemme den ontvanger daarop af.

Wil men omgekeerd de golflengte weten van een bepaald station,

dan stemme men eerst den ontvanger precies daarop af; dus *in het nulpunt* bij zwevingsontvangst. Daarna draaie men aan den condensator van den zendenden golfmeter, totdat men den zoemertoon het luidst in den ontvanger hoort.

Na aflezing van den condensatorstand zoeken men op de ijk-kromme de bij dien stand behorende golflengte op, waarmee de meting afgelopen is.

Bij alle metingen met den zoemergolfmeter kan men betrouwbare resultaten alléén verkrijgen met een zoo los mogelijke koppeling, waarbij men den zoemertoon dus alléén hoort bij juiste afstemming. Bij te vaste koppeling hoort men een doorlopend geruisch over het heele meetbereik, zoodat van een meting geen sprake kan zijn. Veel oefening in de hanteering is zeer gewenscht.

Een zeer groote nauwkeurigheid bereikt men met een zoemergolfmeter nooit. Voor ruwe metingen is hij overigens wel een handig

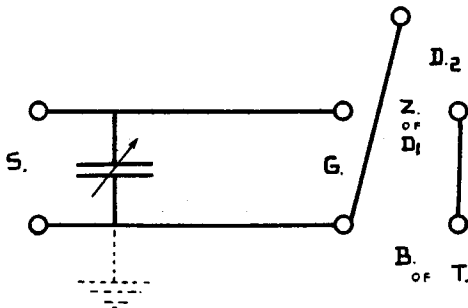


Fig. 40. Combinatie-schakeling voor een golfmeter. Bij S. worden de diverse spoelen aangesloten, alle gemonteerd met stekerpennen. Zonder meer is de golfmeter dan geschikt voor metingen volgens de klikmethode.

Voor gebruik als zoemergolfmeter moet bij Z. de zoemer aangesloten worden en bij B. een droog batterijtje. De ijking blijft vrijwel dezelfde als voor de klik-methode.

Voor gebruik als ontvangende golfmeter met kristaldetector bij een zender, wordt bij D<sub>2</sub> een detector aangesloten en bij T. een telefoon. (Lus-schakeling). De ijking blijft dezelfde, maar het toestel is niet gevoelig. Ook kan de detector bij D<sub>1</sub> worden aangesloten, waardoor de gevoeligheid grooter is, maar de ijking verandert daardoor. Bij deze laatste schakeling moet dus een andere golfkromme dienst doen.

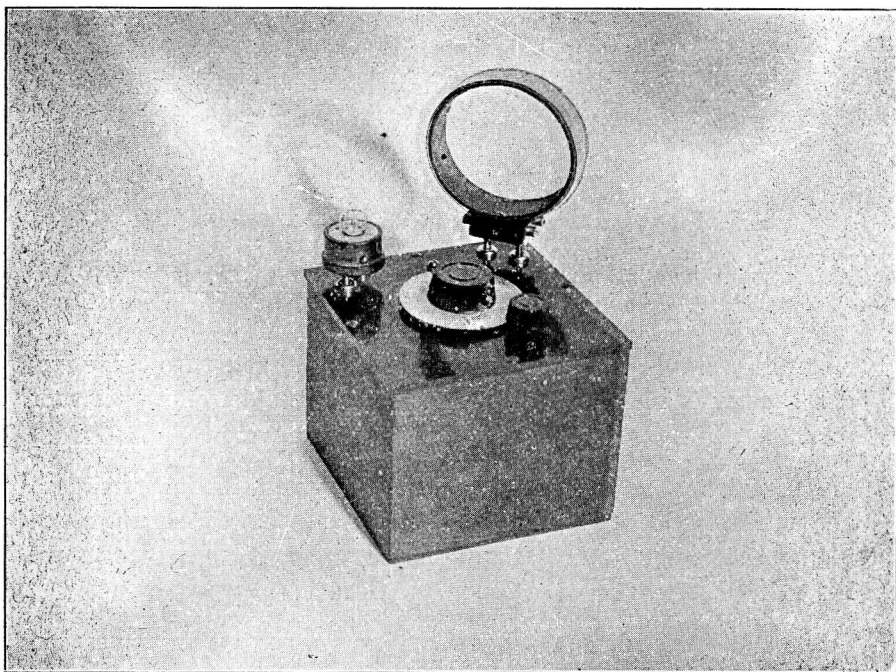
Tenslotte kan bij G. een „generator” aangesloten worden (zie verder), waardoor een zwevings-golfmeter ontstaat. Ook hierbij moet weer een ander stel golfkrommen gebruikt worden.

instrument. Een nauwkeurigheid van 1 à 2 % moet men er echter zeer zeker mee kunnen bereiken en bij *goede* uitvoering kan de nauwkeurigheid beter dan 1 % zijn ! Een nadeel is, dat de ijking eigenlijk nooit geheel constant is, aangezien zelfs de beste zoemers toch nog altijd neiging tot vonken vertoonen.

Men kan een zoemergolfmeter natuurlijk ook inrichten voor gebruik volgens één der bovenbesproken indicatiemethoden, door eenvoudig den zoemer uit te schakelen met een schakelaartje, of beter nog: door den zoemer geheel te verwijderen. Heel handig is het, den zoemer van stekerpennen te voorzien.

#### Andere Golfmeters.

Golfmeters uit den handel zijn vaak nog voorzien van een telefoon en een kristaldetector voor gebruik als ontvangende golf-



G. J. Eschauzier.

Fig. 41. Eenvoudige zelfgemaakte golfmeter, ook geschikt voor gebruik bij een zender, met gloeilampje als resonansindicator. Voor gebruik volgens de klikmethode moet — teneinde een scherpe instelling mogelijk te maken — het op een steker gemonteerde lampje vervangen worden door een kortsluitsteker.



Fig. 42. Lorenz-golfmeter voor korte golf met diverse resonans-indicatoren, voor gebruik bij ontvangers en bij zenders.

meter bij een zender of een anderen zoemergolfmeter. De ijking met den zoemer is niet dezelfde als met den kristaldetector, waarvoor dan ook een apart stel krommen bijgeleverd wordt.

Aangezien men met de bovenbeschreven methoden praktisch alle voorkomende metingen kan verrichten, en het opnemen van ijk-krommen voor velen toch al bezwaren meebrengt, moeten we het gebruik van den kristaldetector afraden.

Voor gebruik bij een zender kan men beter in serie met den condensator en de spoel, dus *in* den gesloten trillingkring, een klein gloeilampje of beter nog een hittedraad- of thermoampèremeter schakelen. Men stelt dan in op helderst oplichten of 'grootsten uitslag. Men zij echter uiterst voorzichtig, want de kans op doorbranden van den meter is anders heel groot!

### Het Ijken van den Golfmeter.

Het bepalen van de golfkrommen voor de verschillende spoelen geschiedt door vergelijking met een anderen, reeds geijkten standaard-golfmeter, of met behulp van eenige zendstations, waarvan de golflengten *nauwkeurig* bekend zijn. Door sommige stations worden voor dit doel speciale, z.g. golfmeetsignalen uitgezonden, tegenwoordig ook op korte golven. Met behulp hiervan kan men zelf een ijking vinden op korte golven, volgens de methode, beschreven onder „*Het ijken met behulp van harmonischen.*”

Om den eigen golfmeter met behulp van een geleenden golfmeter te ijken, gaat men als volgt te werk:

Men stelt den geleenden golfmeter allereerst in op een bepaalde, bekende golflengte. Is de geleende golfmeter van een zoemer voorzien, dan late men deze werken en stemme den ontvanger op den geleenden golfmeter af.

Heeft de geleende golfmeter geen zoemer, dan kan men volgens de klikmethode of een der beide bovenbeschreven methoden te werk gaan.

Daarna stemme men volgens één der beschreven methoden ook den eigen golfmeter op den ontvanger af. Nu zijn dus de afstemmingen van ontvanger, geleenden golfmeter en eigen golfmeter alle aan elkaar gelijk en kan men op een stuk millimeterpapier de golflengte aanteekenen, behorende bij dien stand van den eigen-golfmeter-condensator. De ontvanger heeft hierbij dus slechts dienst gedaan, om de golflengte van den geleenden golfmeter op den eigen golfmeter over te dragen — om de golflengte dus even te „bewaren”.

Bij elke spoel van den eigen golfmeter kan men aldus 10 à 20 verschillende punten bepalen, die in de grafische voorstelling door een vloeiende lijn verbonden kunnen worden, zooals in fig. 36 gedaan is. Liggen één of meer punten nogal ver daarbuiten, dan wijst dat op fouten in de metingen.

### Het Meten van Capaciteit.

Wenscht men van een condensator, kleiner dan de golfmeter-draicondensator, de capaciteit te bepalen, dan handele men als volgt :

Zet den golfmeterdraaicondensator op 5 schaaldeelen vóór den maximumstand (dus  $175^\circ$ ; of 95 % bij een schaalverdeeling van 0 tot 100), en stem den ontvanger op den golfmeter af. Schakelt men nu den te meten condensator parallel op den golfmetercondensator, dan moet men dezen laatsten een eind *terugdraaien*, om weer met den ontvanger in resonans te komen. Op de *capaciteit-kromme* van den golfmeterdraaicondensator leest men de met die terugdraaiing overeenkomende capaciteit-verandering af — dat is dan ook de capaciteit van den te meten condensator.

Door geschikte parallelschakeling van zelf reeds geijkte condensatoren met den golfmetercondensator, kan men tenslotte ook iedere andere capaciteit meten, grooter dan de golfmetercondensator.

Is de capaciteit-kromme niet bekend, dan mag men deze wel bij benadering als een rechte lijn trekken door de punten, die de capaciteit aangeven bij de condensatorstanden, 5 schaaldeelen vóór den maximumstand, en 5 schaaldeelen voorbij den nulstand. *Men bedenke wel, dat dit alléén mag bij condensatoren, waarvan zoolwel het vaste als het draaibare stel uit halfcirkelvormige platen bestaat, dus niet z.g. „square-law” condensatoren!*

### DE ZWEVINGS-GOLFMETER.

Verreweg de grootste nauwkeurigheid bereikt men met den zwevings-golfmeter, d. i. eigenlijk een klein, ongedempt lampzendentje, werkende met een gewone ontvanglamp. Stelt men den genereerenden ontvanger in op het nulpunt van den zwevingstoon, dan zijn ontvanger en golfmeter zéér precies op elkaar afgestemd. Op golven onder de 200 meter kan men aldus gemakkelijk een nauwkeurigheid bereiken van 0,1 % !

De moeilijkheid is echter, de ijking van den golfmeter absoluut constant te houden, aangezien deze iets varieert bij verandering van gloeispanning of anodespanning. Daarom is eigenlijk het beste, twee voltmeters in te bouwen voor het steeds op dezelfde waarde instellen van gloei- en anodespanning. Voor amateur-doeleinden is zulks echter niet noodzakelijk.

Van veel belang is in dit verband, de lekweerstand steeds zoo groot mogelijk te maken, bijv. grooter dan 5.000.000 Ohm, en in het algemeen den roosterstroom zoo klein mogelijk te houden.



## Schakelingen.

Een goede schakeling is die volgens fig. 43, d. i. het bekende schema met inductieve terugkoppeling en serievoeding. Evengoed is schema fig. 44, d. i. het schema met inductieve terugkoppeling en parallelvoeding, via smoorspoel S. In verband met het vervallen van de smoorspoel, lijkt ons schema fig. 43 evenwel handiger toe.

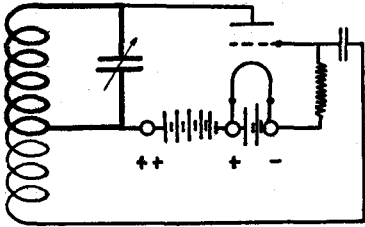


Fig. 43. Inductieve terugkoppeling met serie-voeding.

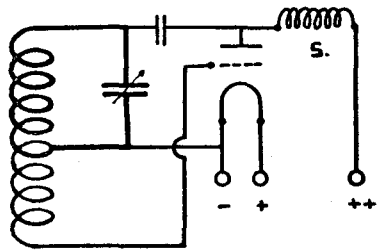


Fig. 44. Inductieve terugkoppeling met parallelvoeding.

Beide spoelen moeten steeds op één koker gewikkeld worden; in elk geval moet men er één vaste spoel van maken, met een aftakking; nimmer twee, onderling verplaatsbare spoelen. Het aantal roosterwindingen — ongeveer de helft van het aantal windingen waarop de condensator is aangesloten — make men zoo klein mogelijk, waarbij nog over het heele golfbereik soepel genereeren verkregen kan worden.

Inplaats van inductieve, kan men evengoed *capacitieve terugkoppeling* toepassen, in den vorm van schema fig. 45.

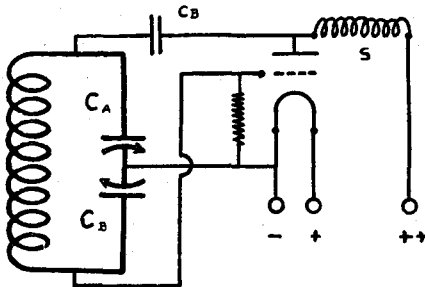


Fig. 45. Capacitieve terugkoppeling met parallelvoeding.

Het voordeel van dit schema is, dat daarvoor geen afgetakte spoelen noodig zijn; men kan er dus de spoelen van den ontvanger

voor gebruiken. Maar nu moet de *condensator* ahw. in het midden afgetakt worden. Deze moet hier nml. bestaan uit twee gelijke draaicondensatoren in serie, met de assen en draaibare stellen platen aan elkaar verbonden, zoodat  $C_A$  en  $C_B$  in elken stand steeds dezelfde capaciteit hebben. Zulke condensatoren zijn wel in den handel.

Ook kan men voor  $C_A$  en  $C_B$  twee gelijke *vaste* condensatoren nemen en, inplaats van vaste spoelen, een of meer *variometers* gebruiken. Met zoo'n golfmeter kan men echter geen capaciteitsmetingen verrichten. Ook heeft men nogal last van handcapaciteit-effect, dat alléén vermeden kan worden, door den variometer te zetten in een met metaalblad afgeschermd kistje.

Weer een andere mogelijkheid is, voor  $C_B$  een niet te grooten *vasten* condensator (300 à 500 micro-micro-farad) te gebruiken en voor  $C_A$  een draaicondensator van bijv. 250 à 500  $\mu\mu F$  maximum capaciteit. Het bezwaar is, dat op deze wijze de terugkoppeling nogal zwak is, wanneer  $C_A$  op minimum staat èn dat de golfkrommen minder „recht” zijn dan in bovengenoemd geval.

Bij gebruik van een dubbelroosterlamp kan men de hoogspanningbatterij vaak geheel weglaten. Inplaats van aan „plus hoogsp.” verbindt men dan aan „plus accu”. Het extra-rooster wordt steeds *direct* aan plus hgsp. of aan plus accu verbonden. Men kan den golfmeter zonder bezwaar aansluiten aan dezelfde batterijen als den ontvanger en de versterkers.

#### **Een eenvoudig generator systeem.**

Het bezwaar van al dergelijke schema's is, dat men of afwijkende spoelen noodig heeft, met een aftakking in het midden, of een specialen draaicondensator „met een aftakking in het midden”, of variometers, die niet goedkoop zijn en waaraan ook nog andere bezwaren kleven. Om aan al die bezwaren tegemoet te komen, hebben wij een andere „generatorschakeling” bedacht <sup>1)</sup> waarbij die aftakking niet noodig is, zoodat dus *gewone* spoelen en draaicondensatoren gebruikt kunnen worden. De principe-schema's vindt men in fig. 46 en fig. 47, resp. met parallel- en serievoeding.

Blijkbaar is gebruik gemaakt van een dubbelroosterlamp. Alle

<sup>1)</sup> Vrijwel gelijktijdig is deze schakeling ook gevonden door ir. H. Roosenstein.

in den handel zijnde goede dubbelroosterlampen, zijn voor dit doel bruikbaar.

De spoel van den golfmeter is in deze schema's zoowel in den stuurroosterkring als in den extra- of voorroosterkring opgenomen. Deze beide kringen zijn dus door de gemeenschappelijke golfmeter-spoel met elkaar „teruggekoppeld”, en het stelsel genereert daarvoor hevig, in verband met de karakteristiek van den voorroosterkring, die  $180^\circ$  in fase verschoven is ten opzichte van de plaatkring-karakteristiek. Hierbij is dus wel de meest sterke „terugkoppeling” toegepast, die maar eenigszins mogelijk is.<sup>1)</sup>

Met deze schakeling kan men inplaats van een vaste spoel en draaicondensator, natuurlijk evengoed een vasten condensator en een v a r i o m e t e r gebruiken.

Een foto van zoo'n golfmeter vindt men in fig. 49 en 50 en het volledige schakelschema in fig. 51. Men kan den golfmeter aansluiten op dezelfde batterijen als den ontvanger. Wenscht men aparte batterijen te gebruiken, dan zijn bij gebruik van een miniwatt dubbelroosterlamp en een heel klein tweevolts accu één of twee droge batterijtjes al voldoende!

Een toestel volgens dit schema vertoont, vooral op lange golven, de eigenaardigheid, *dat de lamp niet den vollen gloeistroom mag hebben.* <sup>2)</sup> Voor het genereren van zéér korte golven (bijv. 10 meter) moet de lamp gewoonlijk echter wel den vollen gloeistroom krijgen.

Om bij een eerste proef de juiste waarden van den gloeistroom te bepalen, steke men een telefoon in bij  $C_n$  (fig. 51), dus in den

---

<sup>1)</sup> Men kan het ook aldus uitdrukken: de *combinatie* van de beide roosters heeft, ten opzichte van den trillingskring, een negatieven weerstand — immers: een *negatieve* stuurroosterlading, geïnduceerd door den trillingskring, veroorzaakt een *toename* in voorroosterstroom, vloeiende door dienzelfden kring.

Hen, die er meer van wenschen te weten, verwijs ik naar „Radio-Nieuws” van Februari, Maart, Mei en Augustus 1924 en 1925 blz. 43, 1926 blz. 163 en Experimental Wireless van Dec. 1924 en naar Jahrbuch d. Drahtl. Telegr. Dec. 1926 en Band 30 Heft 5 daarvan.

<sup>2)</sup> Vermoedelijk spelen hierbij ruimteladingeffecten tusschen de beide roosters (z.g. tweede ruimtelading effect) een belangrijken rol. De invloed daarvan wijzigt zich met den gloeistroom.

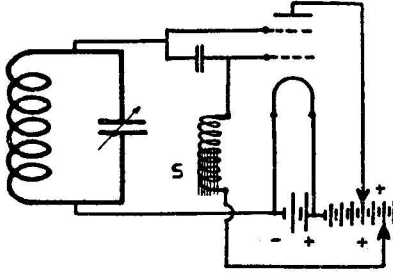


Fig. 46. Principe-schema generator-golfmeter met parallelvoeding. Smoor-spoel S. moet uit twee spoelen in serie bestaan, nml. een kortegolfsmoor-spoel en een ijzerkernspoeltje (voor lange golven).

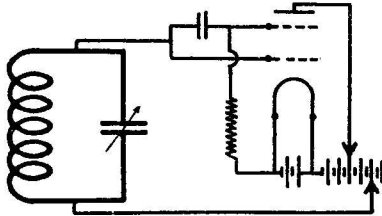
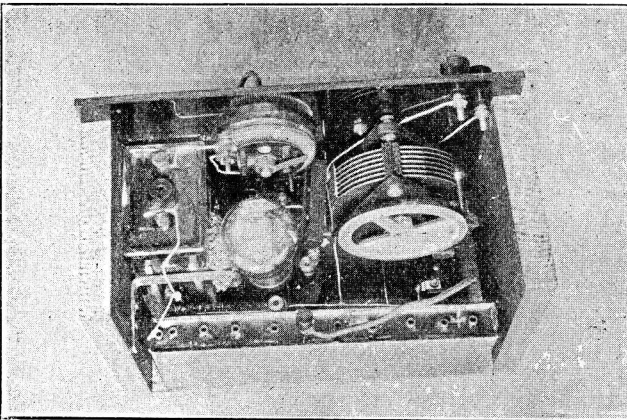


Fig. 47. Principe-schema generator-golfmeter met serie-voeding.



K. C. van Rijn.

Fig. 48. Generator-golfmeter volgens schema fig. 47 met ingebouwde accu en anodebatterij met Philips' miniwatt-dubbelroosterlamp, type A 241.

plaatkring, en onderzoekte of het toestel genereert, op de gewone wijze, door aanraking met een vochtigen vinger van *die* pool van den golfmetercondensator, die met den roostercondensator verbonden is; de bekende „nattevinger-proef” dus! Geeft men te weinig gloeistroom, dan genereert het toestel niet; met te veel gloeistroom hoort men een schor geruisch of een piepton. Op korte golf is de gloeistroom niet kritisch. Bij verhooging van de „anodespanning” mag men meer gloeistroom geven en omgekeerd.

Luistert men naar den zwevingstoon met een genereerenden ontvanger, dan zal men opmerken, dat op korte golf de toonhoogte, na het aansteken van de lampen, soms eerst wat schommelt, om volkomen constant te blijven, nadat de lampen op gelijkmatige temperatuur zijn gekomen. Veranderingen van gloeistroom of hoogspanning, of verandering van de terugkoppeling van den ontvanger doen den zwevingstoon óók wat veranderen. Dit bezwaar kleeft aan alle genereerende lamptoestellen. De corresponderende golflengteveranderingen zijn op korte golf gewoonlijk maar zeer klein; meestal kleiner dan 0,05 %. Op lange golf zijn de variatie's wat grooter.

*Bij deze generatorschakeling* kan men dan met voordeel voor golven boven 200 meter de plaat van de generator-lamp verbinden aan plus-gloeidraad. Dit gebeurt heel eenvoudig met de, ook op de foto zichtbare, eenpolige steker, die anders tot kortsluiting van het telefoonstopcontact dient. De golflengte van den golfmeter zal dan blijken vrijwel *absoluut constant* te blijven, bij verandering van gloeistroom of hoogspanning.

### **Hoe men een gewonen Golfmeter Moderniseert.**

Met behulp van deze generator-schakeling kan men van iedereen anderen golfmeter een zwevings-golfmeter maken. De contacten G in fig. 40 zijn nml. dezelfde, waar bijv. bij een zoemergolfmeter batterij en zoemer aangesloten worden. (Verg. fig. 39). Men verwijderd bijv. de batterij en schakelt daarvoor in de plaats den generator. Den zoemer kan men laten staan of desgewenscht door een kortsluiting vervangen. Het laatste is het beste. Men kan ook den generator direct aan G verbinden.

Door deze verandering verandert óók de ijk-kromme. Men hoeft echter slechts de overeenkomstige, constante, capaciteits-toename

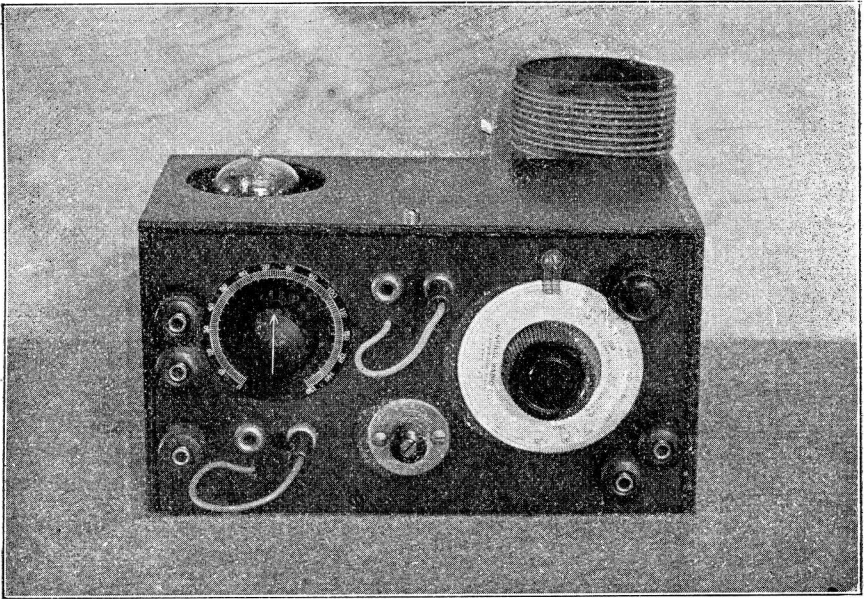


Fig. 49. Generator-golfmeter tevens zwevingstoestel, volgens schema fig. 51. De bovenste steker dient om den gloeistroom te verbreken en in het onderste stopcontact kan een telefoon aangesloten worden.

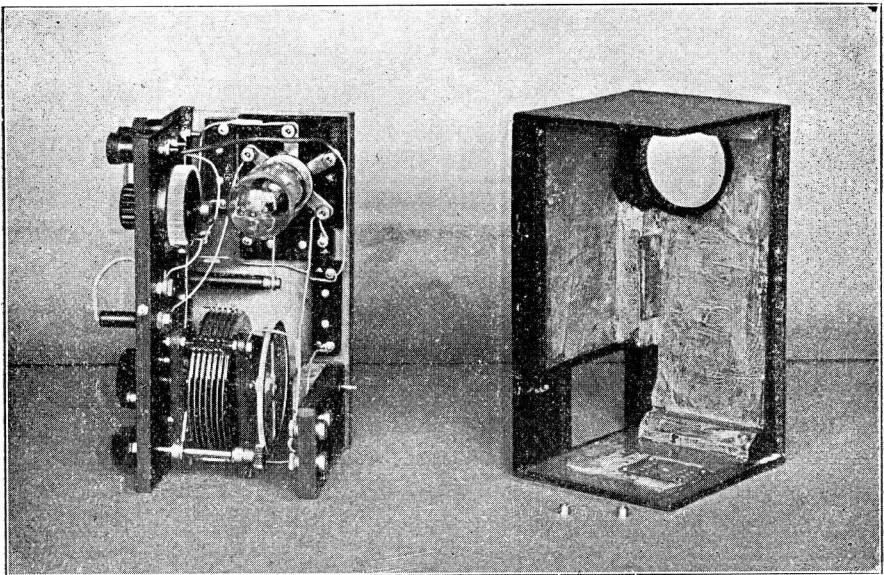


Fig. 50. Het inwendige van den generator-golfmeter van fig. 49. Het bladloodscherm is duidelijk zichtbaar, ook de Telefunken RE 26 dubbel-roosterlamp.

vast te stellen, om met behulp daarvan direct de nieuwe ijkkringen te kunnen opteekenen.

### Toepassingen.

Met dezen zwevings-golfmeter kan men een massa praktische metingen verrichten. Het gebruik als *zendende golfmeter* is reeds eerder besproken. Door de aanwezigheid van den roostercondensator kan men er echter ook mee *ontvangen*. Voor het gebruik als ontvangende golfmeter kunnen dezelfde golfkrommen blijven dienst doen, aangezien de ijking in het geheel niet verandert bij insteken van een telefoon of laagfrequentversterker in stopcontact  $C_B$  (in fig. 51).

MEN KAN ER DUS OOK DE KLIKMETHODODE OF DE MILLIAMPEREMETER-METHODODE OP TOEPASSEN! (zie aldaar). Het genereeren regelt men met den gloeistroom en de anodespanning.

In de praktijk vormt dit een combinatie, waarmee men de golf-lengte kan bepalen van alle mogelijke kringen van ontvangers, zenders en golfmeters, of van kringen zonder meer, zooals van een spoel met condensator of zelfs van een spoel alléén. Vooral voor het bepalen van de aantallen windingen van spoelen, welke een bepaald golfbereik zullen moeten bestrijken, kan deze golfmeter

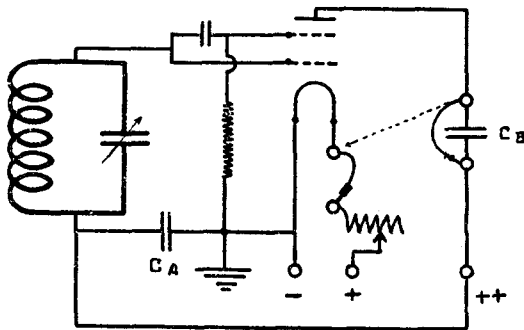


Fig. 51. Volledig schakelschema generator-golfmeter, volgens prinsipschema fig. 47 en van foto fig. 50 en 51.

Roostercondensator: ca. 300 micromicrofarad of kleiner.

Condensator  $C_B$ : ca. 3000 micromicrofarad.

Lekweerstand: 0,1 à 2 megohm. Een vaste lekweerstand van 0,5 megohm is goed.

Condensator  $C_A$ : 3000 micromicrofarad of meer.

uitmuntende diensten bewijzen; bijv. met behulp van de klik-methode.

Om de FUNDAMENTEEL E GOLFL ENGTE van een antenne te bepalen, schakele men in serie in de antenneleiding de vonk van een vonkenden zoemer of een *kleine* Rhumkorff'sche klos, en gebruike den generator als ontvangenden golfmeter, door de spoel hiervan *zeer los* te koppelen met één winding in de antenneleiding. Verminder den gloeistroom zoodanig, dat de golfmeter niet genereert en de zoemertoon alléén bij juiste afstemming hoorbaar is.

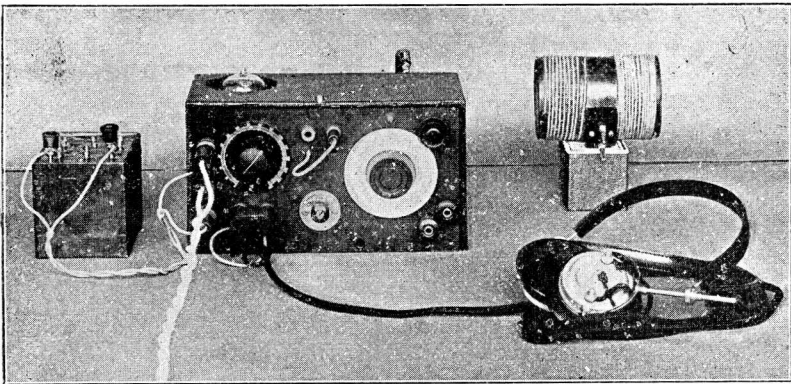


Fig. 52. Generator-golfmeter, opgesteld als ontvangende golfmeter ter bepaling van de eigen golflengte van een spoel (rechts) met behulp van de „klik-methode”.

Het METEN VAN DE CAPACITEIT van een condensator, kleiner dan de golfmeterdraaicapacitor, gaat als volgt:

Luisterende met genereerenden ontvanger, stelt men dezen in zwevingstoon in. Op de *capaciteit-kromme* van den golfmetercondensator *bijna* geheel op maximum. Hierna schakelt men den te meten condensator parallel op den golfmetercondensator, en draait dezen laatste terug, totdat men weer in het nulpunt van den zwevingstoon is. Op de *capaciteit-kromme* van den golfmeterdraaicapacitor leest men de met deze terugdraaiing overeenkomende capaciteit-verandering af; dat is dan ook de capaciteit van den te meten condensator.

Door geschikte parallelschakeling van zelf geijkte condensatoren



met den golfmetercondensator, kan men tenslotte ook iedere andere capaciteit meten, grooter dan de golfmetercondensator.

Zet men een telefoon in de plaats van de golfmeterspoel, dan wordt daarin een hooge fluittoon hoorbaar, lager wordende, naarmate de parallelcapaciteit grooter is. De telefoonwikkeling plus condensator genereeren dan nml. in een hoorbare frequentie! Wisselstroommen met een frequentie, lager dan 25 perioden per seconde, kunnen aldus opgewekt worden.

Op deze wijze kan men, door vergelijking der toonhoogten bij een constante, groote parallelcapaciteit, zich snel een oordeel vormen over de zelfinductiewaarden van diverse telefonen, laagfrequenttransformatoren, enz. De contrôle-telefoon wordt *éénpolig* op den transformator aangesloten,<sup>1)</sup> of beter nog: tweepolig via een weerstand van enkele megohms.

Iederen zwevings-golfmeter kan men natuurlijk met voordeel gebruiken als ZWEVINGSTOESTEL bij een op den rand van genereeren ingestelden ontvanger. (Ontvangst met dempingsreductie). Daarmee wordt een belangrijke winst in geluidsterkte en vooral in selectiviteit verkregen. Voor een golfmeter volgens onze schakeling kan men eenvoudig één van de niet-gebruikte spoelen van den ontvanger gebruiken.

Speciaal voor het gebruik in een super-heterodynen ontvanger is dit generator-systeem bijzonder aantrekkelijk, hoewel het geringe vermogen een bezwaar is.

### HET IJKEN MET BEHULP VAN HARMONISCHEN.

Met behulp van golfmeetsignalen of een geleenden golfmeter<sup>2)</sup> kan men in elk geval op golven boven 600 meter één of meer „vaste punten” bepalen; d. w. z. instellingen van den golfmeter, waarvoor men precies de golf lengte weet. Door twee of drie punten kan men bezwaarlijk een golfkromme trekken. Met een zwevingsgolf-

1) Men vergisse zich niet met het octaaf van den toon, welke men denkt te hooren! De harmonischen kunnen onder omstandigheden zóó sterk zijn, dat men den grondtoon slechts moeilijk opmerken kan. Men doet goed, de telefoon te shunten met een grooten condensator.

2) De leden der Nederlandsche Vereeniging voor Radiotelegrafie kunnen voor dit doel steeds gratis een goeden golfmeter uit het instrumentarium van de Vereeniging leenen.

meter kan men echter, *uitgaande van slechts één bekende golflengte, de volledige golfkrommen vinden voor alle spoelen en voor alle golflengten!*

Na instelling van den ontvanger op het nulpunt van den zwevingstoon van de fundamenteele golf van den golfmeter (bijv. 1200 meter), kan men den ontvanger ook nog instellen op de nulpunten van de *harmonischen* daarvan, die men vindt op  $\frac{1}{2}$ — $\frac{1}{3}$ — $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{5}$ — $\frac{1}{6}$ —..... enz. van de grondgolf. Men hoort dus zwevingstonen, wanneer de golfmeter genereert op 1200 meter en de ontvanger op 1200—600—400—300—240—200—171,5—150... .. 80—75—70,5—67—63—60..... meter.

*Hoe lager men komt, hoe dichter de harmonischen bij elkaar liggen!* Met één vaste instelling van den golfmeter op een bekende lange golf, kan men dus voor den ontvanger een volledige golfkromme opteekenen voor golven, korter dan ca.  $\frac{1}{10}$  van de grondgolf en omgekeerd! Zoo kan men doorgaan en met behulp van den geijkten ontvanger ook weer den golfmeter ijken en weer omgekeerd, totdat tenslotte *alles* geijkt is!

#### Uit de Praktijk.

De grondgolf heet de *eerste* harmonische. De tweede harmonische of wel de halve golf, vindt men bij een condensatorstand, waarbij de *totale* capaciteit  $\frac{1}{4}$  is van die bij de grondgolf. Vindt men de grondgolf bijv. bij 100 schaaldeelen, dan vindt men de halve golf *niet* bij 25 schaaldeelen (zooals men misschien zou verwachten) maar bijv. bij 14 schaaldeelen, in verband met de nulcapaciteit van condensator en toestel.

Bij gebruik van een kleinen condensator zal men daarom vaak de tweede harmonische alléén door terugdraaien niet eens kunnen vinden; daarvoor moet men dan tevens een kleinere spoel insteken. Men zij er op bedacht, dat men óók nog op  $\frac{2}{3}$  van de grondgolf een heel zwakken zwevingstoon te hooren kan krijgen! Men herkent dien hieraan, dat men bij verder terugdraaien de veel sterkere tweede harmonische te hooren krijgt (ev. na insteken van een kleine spoel).

De nog hogere harmonischen (bijv. na de 10e) zijn vaak zeer zwak; met een of twee trappen laagfrequentversterking moet men ze echter alle kunnen hooren. Is dat niet het geval, *dan verhoog*

men de „hoogspanning” van den golfmeter; bij den generator volgens fig. 51 mag men dan ook nog den gloeistroom verhoogen.

Maakt men nu óók nog de plaatspanning van de *detectorlamp* wat te hoog en de terugkoppeling te sterk, dan gaat ook de ontvanger sterke harmonischen produceeren. Het gevolg is dan, dat alle harmonischen van den ontvanger gaan „zweven” met alle harmonischen van den golfmeter; en bij draaien aan den condensator *hoort men een mengelmoes van alle mogelijke zwevingstonen*. Voor een meting is dit verschijnsel natuurlijk ongewenscht; de bedoeling is, dat de harmonischen van den golfmeter zweven alléén met de grondgolf van den ontvanger (of omgekeerd).

Op korte golf is de grondgolf vaak zóó sterk, dat de ontvanger totaal „dichtgeslagen” wordt; men hoort dan geen zwevingstonen, doch een klikkend en suizend geluid bij het passeeren van de afstemming. Plaats den golfmeter daarom op minstens  $\frac{1}{2}$  meter afstand van den ontvanger.

### Het Maken van Golfkrommen.

#### EERSTE METHODE.

Heeft men één ijkromme bij den golfmeter, bijv. van 200 tot 500 meter, en wil men er een maken van 100 tot 250 meter, dan handele men als volgt:

Laat den golfmeter een bekende golf genereeren, bijv. 300 meter; laat den ontvanger hiermee zweven, en stel in op het nulpunt van den zwevingstonen.

Draai nu den condensator van den golfmeter terug, totdat ge den zwakkeren zwevingstonen hoort van de tweede harmonische (halve golflengte), zoo noodig na een kleinere spoel ingestoken te hebben.

De golfmeter is nu dus afgestemd op 150 meter; condensatorstand en golflengte kunt ge in den vorm van een grafische voorstelling aanteekenen op een stuk millimeterpapier. Deze zelfde bewerking kunt ge voor 10 à 20 verschillende golflengten herhalen en door de gevonden punten een vloeiende lijn trekken, die dan de nieuwe golfkromme voorstelt (van 100 tot 250 meter).

Wil men nog meer golfkrommen bepalen, dan kan men het beste alle bewerkingen achter elkaar uitvoeren. Na, zooals boven be-

schreven, den golfmeter op 150 meter afgestemd te hebben, stemme men ook den ontvanger op 1500 meter af (sterke zwevingstoon), en dale nu met den golfmeter af tot 75 meter (zwakke zwevingstoon); en zoo doorgaande kan men met golfmeter en ontvanger steeds lager komen, beurtelings den eene op een harmonische van den ander afstemmende.

Uitgaande van één golfkromme van bijv. 200 tot 500 meter, kan men aldus, gelijktijdig voor golfmeter en ontvanger, golfkrommen bepalen van 100 tot 250 meter; 50 tot 125 meter; 25 tot  $62\frac{1}{2}$  meter;  $12\frac{1}{2}$  tot  $31\frac{1}{4}$  meter; enz. Op precies dezelfde wijze kan men, „omhoogwerkende”, golfkrommen vinden van 400 tot 1000 meter; 800 tot 2000 meter; 1600 tot 4000 meter; enz.

Men kan echter ook op de volgende wijze te werk gaan:

#### TWEEDE METHODE.

Vaak zal men niet eens een heele ijk-kromme tot z'n beschikking hebben, doch *slechts één enkel punt*. Met behulp van golfmeetsignalen kan men zoo'n punt altijd wel bepalen.

Men weet bijv. den golfmetercondensatorstand alléén voor een golflengte van 300 meter. Hiervan uitgaande, kan men op de bovenbeschreven wijze altijd tot een golflengte komen, die een veelvoud is van 300 meter. Na instelling van den golfmeter op 300 meter, hoort men nml. in den genereerenden ontvanger zwevingstonen bij instelling op 300—600—900—1200—1500—1800..... meter.

Nog beter is natuurlijk, wanneer men door directe meting de instelling weet voor een dergelijke lange golf.

In elk geval kan men dus den *ontvanger* laten genereeren op bijv. 1200 meter en hem dan rustig laten staan. De rij harmonischen van den *ontvanger* is dan: 1200—600—400—300—240—200— $171\frac{1}{2}$ —150— $133\frac{1}{2}$ —120—109—100— $92\frac{1}{2}$ —86—80—75— $70\frac{1}{2}$ —67—63—60—57— $54\frac{1}{2}$ — $52\frac{1}{2}$ —50—48—..... meter.

Door instelling van den *golfmeter* op al die golflengten vindt men aldus (luisterende in den ontvanger) tusschen 50 en 120 meter 15 punten; dus ruimschoots voldoende om daar een volledige golfkromme doorheen te trekken. Hiermee is de golfmeter van 50 tot 120 meter geijkt.

Men heeft dus de grondgolf van den generator laten zweven met de harmonischen van den ontvanger.

Nu kan men ook den ontvanger van 50 tot 120 meter ijken, en wel via den golfmeter, maar ook, door den golfmeter op 1200 meter te laten genereeren en de grondgolf van den *ontvanger* te laten zweven met de harmonischen van den golfmeter.

Op precies dezelfde wijze kan men den golfmeter ook op lange golf ijken, door den ontvanger te laten genereeren op bijv. 50 meter golf. Draait men nu aan den condensator van den golfmeter, dan hoort men telkens zwevingstonen bij instelling op: 50—100—150—200..... 1000—1050—1100—1150—1200..... meter. Tusschen 500 en 1250 meter vindt men aldus 15 punten.

Wanneer men bovenstaande uiteenzetting doorleest, lijkt dit alles voor den beginner misschien heel ingewikkeld. Toch is de meting heel eenvoudig; zit men eenmaal met ontvanger en golfmeter vóór zich, dan gaat alles vlot en ziet het er heelemaal niet gecompliceerd uit. Men late zich dus niet afschrikken en bestudeere het navolgende voorbeeld liefst met de apparaten vóór zich; dan wordt het veel begrijpelijker.

#### **VOORBEELD VAN IJING MET BEHULP VAN HARMONISCHEN.**

De ijking geschiedt door den ontvanger op een bekende, lange golf te laten genereeren en de harmonischen hiervan te laten zweven met de grondgolf van den generator-golfmeter.

Wanneer in het geheel geen ijkkrommen ter beschikking staan, kan men met behulp van golfmeetsignalen den ontvanger op een bekende lange golf, of, naderhand, op het veelvoud daarvan instellen, op de wijze zooals boven beschreven.

In ons geval werd eerst met een Lorenz zoemergolfmeter de *generator* geijkt van ca. 300 tot 500 meter golf. Daarvoor werd gebruikt de generator-golfmeter van fig. 49 met een honinggraatspoel 75. De aldus gevonden ijkkromme is kromme H. van fig. 53.

Hiervan uitgaande zijn krommen I, II en III gevonden (fig. 54 en 55) van spoelen met respectievelijk 39, 24 en 16 windingen bellendraad, gewikkeld op kokers van 7 cm. diameter en 10 cm. lengte. (Zie fig. 14).

Alle hieronder gegeven ijk-krommen behooren dus bij den generator-golfmeter.

De geheele ijking bestaat nu uit drie gedeelten:

#### A. BEPALING VAN EEN PUNT VAN DE GOLFKROMME VAN SPOEL I.

De generator werd ingesteld op ca. 400 meter, d. i. met spoel H. en condensatorstand 34,5 schaaldeelen. Hierna werd de ontvanger eveneens ingesteld op 400 meter, d. i. het nulpunt van een zeer sterken zwevingstoon, zóó sterk, dat de ontvanger zelfs „dichtslaat”. Een scherpe nulpuntbepaling is vaak niet mogelijk en hier ook niet noodig.

Hierna werd spoel H vervangen door spoel I en de generator ingesteld in het nulpunt van een tamelijk sterken zwevingstoon, de sterkste die hoorbaar wordt bij draaien aan den condensator van den generator. Blijkbaar is dit de tweede harmonische, d. i. de halve golflengte. Dus:

Generator-golfmeter:  
Spoel I. Condensator 64,5 schaaldeelen.  
Golflengte ca. 200 meter.

Natuurlijk kan men evengoed den ontvanger direct instellen op de tweede harmonische van den generator, d. i. 200 meter, en daarna den generator eveneens op 200 meter.

#### B. INSTELLING VAN DEN ONTVANGER OP EEN NAUWKEURIG BEKENDE LANGE GOLF.

Ontvanger en generator laten we beiden genereeren. De generator wordt wederom ingesteld op 400 meter. (Spoel H. en condensatorstand 34,5 schaaldeelen). Nu wordt de ontvanger ingesteld op naar schatting 2400 meter — in elk geval in het nulpunt van een *zwakken* zwevingstoon. Zonder meer is het echter volstrekt niet zeker, dat de ontvanger juist op 2400 meter afgestemd is. Er zijn immers ook zwevingstonen hoorbaar, wanneer de ontvanger afgestemd is op ieder willekeurig veelvoud van 400 meter, dus ook op 1600, 2000 of 2800 meter! Om nu met zekerheid vast te stellen, met welke harmonische we te doen hebben, gaan wij als volgt te werk:

Nadat de ontvanger op de bovenbeschreven wijze ingesteld is op het nulpunt van een of andere zwakke harmonische (we veronderstellen voorloopig op 2400 meter), draaien we aan den condensator van den generator. Dan worden zwevingstonen hoorbaar bij de volgende condensatorstanden (zie fig. 53):

Condens. stand generator.	Golflengte generator.	Ranggetal v. d. harmon. v. d. ontvanger.	Hieruit berekende golflengte v. d. ontvanger.
7,7	299,0	8	2392
18,2	343,0	7	2401
34,6	400,0	6	2400
62,0	480,0	5	2400
gemiddelde . . . .			2398

De beteekenis van bovenstaande tabel is duidelijk: telkens wanneer een zwevingstoon hoorbaar wordt, draait men met de grondgolf van den generator door een of andere harmonische van den ontvanger; en uit bovenstaande tabel volgt, dat we te maken hadden met respectievelijk de 8e, 7e, 6e en 5e harmonische. Bovenstaande tabel geeft eenige zekerheid, dat men zich niet met het ranggetal vergist heeft en geeft meteen de nauwkeurige waarde van de golflengte, waarop de ontvanger nu ingesteld is.

Immers: generator-condensatorstand 7,7 schaaldeelen correspondeert met 299 meter golflengte (uit kromme H.). Nu is 8 maal 299 gelijk aan 2392. De daaropvolgende zwevingstoon werd gehoord bij condensatorstand 18,2 schaaldeelen, corresponderende met 343 meter golf. Dit moet dan de 7e harmonische zijn en dat klopt vrij goed, want 7 maal 343 is 2401.

Klopt het eens toevallig niet, dan heeft men zich vergist met het ranggetal; men trachte dit dan zóó te bepalen, *dat het heele lijstje klopt.*

De golflengte van den ontvanger is aldus gevonden uit een gemiddelde van vier punten van kromme H.

De in dit geval bereikte nauwkeurighedsgraad is blijkbaar ongeveer  $\frac{2400-2392}{2400}$  of  $8/2400$  maal 100 %, dat is ca.  $1/3$  %.

We kunnen dus zonder groote fout aannemen, dat de ontvanger op 2400 meter afgestemd is. Dat vereenvoudigt het verdere betoog

en het 2 meter golflengteverschil met het gevonden gemiddelde van 2398 meter valt toch binnen den graad van nauwkeurigheid.

### C. IJKING VAN DEN GENERATOR-GOLFMETER OP KORTE GOLF.

We veronderstellen, dat de ontvanger op de bovenbeschreven wijze met vrij groote nauwkeurigheid op 2400 meter golf is ingesteld. We laten van nu af aan den ontvanger geheel onaangeroerd en veranderen dus in geen geval gloeistroom, hoogspanning of terugkoppeling, zoodat we er zeker van mogen zijn, *dat gedurende de geheele nu volgende meting de ontvanger op 2400 meter blijft genereeren.*

Spoel H van den generator-golfmeter wordt nu vervangen door de te ijken spoel I (waarvoor we zoeven al één punt bepaald hebben). Bij draaien aan den condensator van den generator worden vele zwevingstonen hoorbaar (alle zeer zwak!) en wel telkens één, wanneer men met de grondgolf van den generator door een harmonische van den ontvanger heendraait. In onderstaande tabel zijn in de eerste kolom aangegeven de condensatorstanden, waarbij de generator ingesteld is op het nulpunt van een zwevingstoon, in de tweede kolom de corresponderende ranggetallen van de harmonischen van den ontvanger, en door deeling van 2400 door deze getallen ontstaat de derde kolom, aangevende de golflengten, waarop de generator telkens afgestemd was.

Condensatorstand generator. (spoel I).	Ranggetal harmonische van den ontvanger: grondgolf 2400 M.	Golflengte generator (spoel I).
98,8	10	240,0
79,2	11	218,0
<b>64,5</b>	<b>12</b>	<b>200,0</b>
53,0	13	184,5
43,5	14	171,5
36,0	15	160,0
30,0	16	150,0
25,3	17	141,2
21,0	18	133,3
17,5	19	126,3
14,5	20	120,0
11,8	21	114,2
10,0	22	109,2



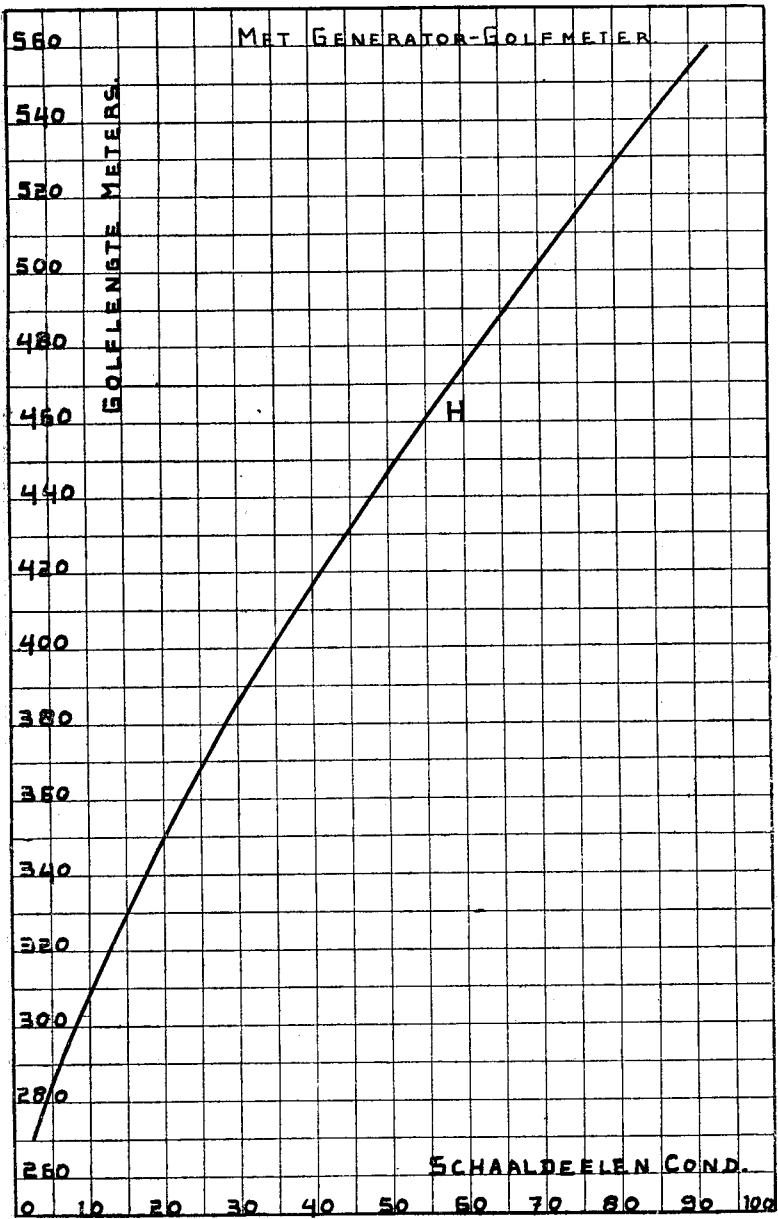


Fig. 53.

Met behulp van meting A. (zie boven) wordt het ranggetal van de harmonischen vastgesteld. Aldaar hebben we gevonden, dat 64,5 schaaldeel correspondeert met 200 meter golflengte, d. i.  $\frac{1}{12}$  deel van 2400 meter. De voorgaande waren dus resp. de 11e en de 10e harmonischen en de volgende de 13e, 14e, 15e..... enz. — tenminste..... als we er geen overgeslagen hebben!

De meting op zichzelf is dus volstrekt geen heksentoer; men behoeft niets anders te doen dan de condensatorstanden te noteeren, waarbij zwevingstonen hoorbaar zijn, (d. w. z. de nulpunten). De kunst is alleen, er geen enkele over te slaan, en dat is niet altijd even gemakkelijk, vooral niet met de hoogere, als de 30e en volgenden. Men gebruike daarom vooral voldoende laagfrequentversterking! (Wij gebruikten één trap; twee zou echter gemakkelijker geweest zijn).

Uit vorenstaande tabel zijn de gegevens ontleend voor kromme I fig. 54. Elk gevonden punt is daar met een cirkeltje gemarkeerd. *Het feit, dat alle punten met groote nauwkeurigheid op een vloeiende kromme lijn liggen, geeft zekerheid, dat er geen fouten begaan zijn. Aan de regelmatige opeenvolging van de punten is bovendien te zien, dat er bij het noteeren van de zwevingstonen geen enkele overgeslagen is.*

Ook is te zien, dat er onder aan de kromme volop punten gevonden worden; bovenaan echter weinig. Om ook boven aan de kromme wat meer punten te vinden, zou men den ontvanger op een andere, wat langere golf, bijv. 3200 meter, kunnen instellen, zooals onder B beschreven is, en daarvan weer harmonischen bepalen. In dit geval was dat echter niet noodig.

Hiermee is de generator geijkt van 110 tot 240 meter. Op volkomen dezelfde wijze kan de generator ook op kortere golven geijkt worden. Bij wijze van résumé laten we hieronder nog eens de bepaling van krommen II en III (fig. 55) volgen.

## KROMME II.

A. Op dezelfde wijze als reeds boven onder A. beschreven is, zou men, ter bepaling van het ranggetal, één punt van kromme II kunnen bepalen. Het ranggetal kan men echter ook wel anders bepalen, met behulp van een anderen, „hulp-golfmeter”, bestaande

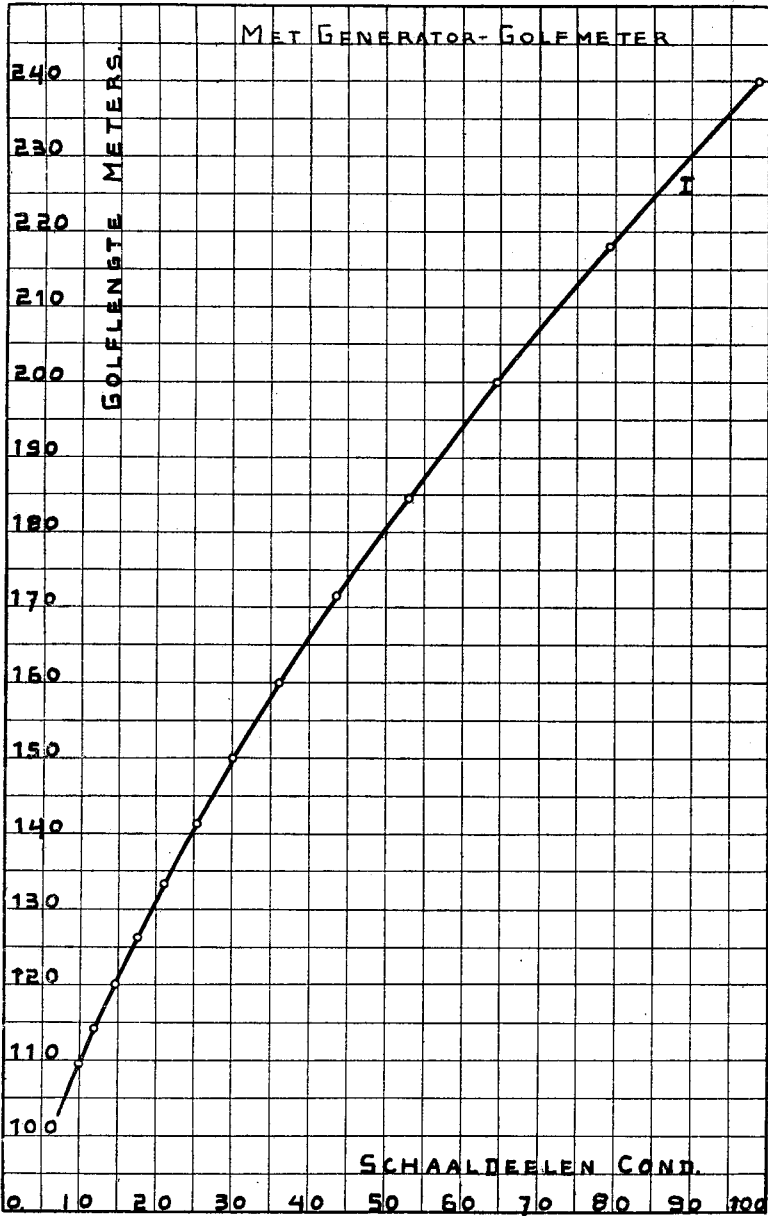


Fig. 54.

uit een condensator met spoel zonder meer. Ijking hiervan is niet noodig. Men gaat daartoe als volgt te werk:

1e. De generator wordt met spoel II op een bepaalde harmonische van den ontvanger ingesteld, *bovenaan* de condensator-schaal, bijv. die op 90 schaaldeelen. (Zie tabel hieronder.)

2e. De „hulp-golfmeter” wordt met de klikmethode hierop afgestemd.

3e. Spoel II van den generator wordt vervangen door de reeds

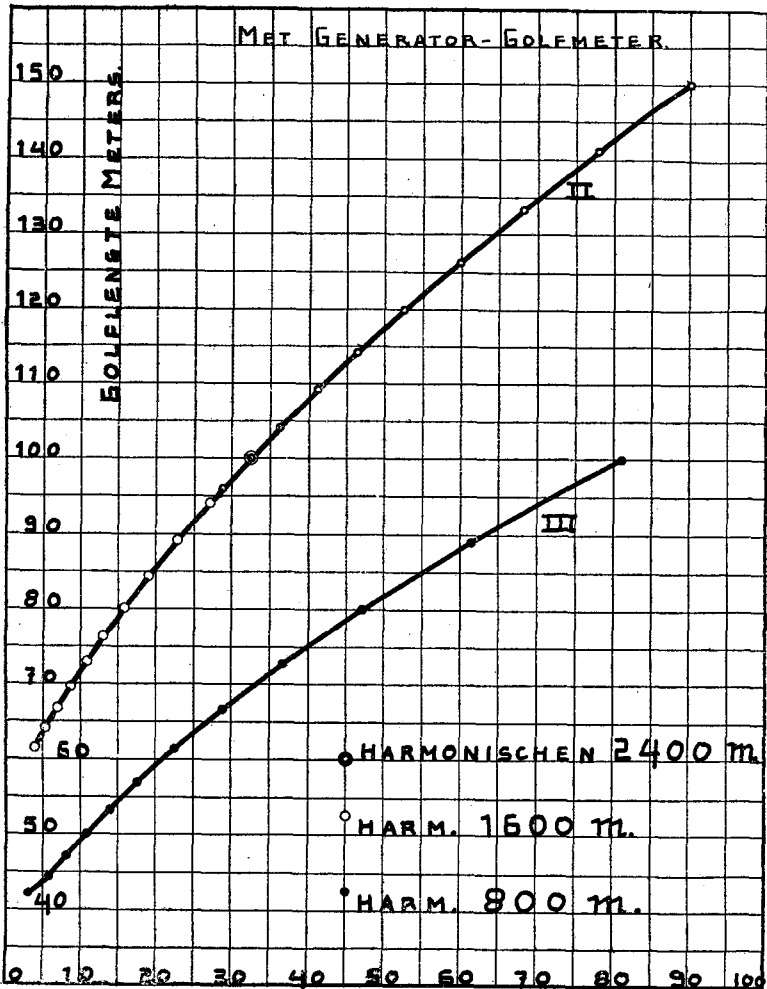


Fig. 55.

geijkte spoel I en met behulp hiervan de golflengte van den hulp-golfmeter gemeten, hier 150 meter. Spoel II en condensatorstand 90 was dus óók 150 meter, dus de 16e harmonische van 2400 meter.

B. Geheel op dezelfde wijze als bovenbeschreven onder B. werd de ontvanger op 2400 meter afgestemd.

C. De condensatorstanden van den generator-golfmeter, waarbij zwevings-tonen hoorbaar zijn, werden weer genoteerd en de golflengten uitgerekend door 2400 meter te deelen door de corresponderende ranggetallen, bedenkende, dat bij 90 schaaldeelen de 16e harmonische van den ontvanger zweeft met de grondgolf van den generator.

De nog hoogere harmonischen waren met één trap l. f. versterking te zwak om voor een betrouwbare meting bruikbaar te zijn. Het onderste deel van de kromme werd daarom bepaald door den ontvanger op 1600 meter golflengte in te stellen en daarvan de harmonischen te bepalen. Sub A. kan natuurlijk vervallen.

Condensatorstand generator, met spoel II.	Ranggetal harmonische: grondgolf 2400 M.	Golflengte generator met spoel II.
90,0	16	150,0
78,0	17	141,2
68,2	18	133,3
59,9	19	126,3
52,5	20	120,0
46,4	21	114,2
41,0	22	109,2
36,4	23	104,3
32,3	24	100,0
28,7	25	96,0

## Tweede deel van kromme II.

### A. Bepaling van het ranggetal van één harmonische.

Deze meting is reeds éénmaal verricht (zie boven) en behoeft niet herhaald te worden.

### B. Instelling van den ontvanger op 1600 meter.

De generator werd met spoel H. afgestemd op 400 meter (34,5 schaaldeel) en de ontvanger op een zwevingstoön omstreeks

1600 meter. Bij draaien aan den condensator van den generator werden zwevingstonen hoorbaar. De condensatorstanden werden genoteerd, de bijbehorende golflengten opgezocht uit kromme H en vermenigvuldigd met de corresponderende ranggetallen.

Condensatorstand generator.	Golflengte generator.	Ranggetal.	Golflente ontvanger.
12,2	320,0	5	1600
34,5	400,0	4	1600
83,0	535,5	3	1606
gemiddelde . . . .			1602

C. Spoel H van den generator werd vervangen door spoel II en zwevingstonen werden opgezocht. Bij de berekening werd de golflengte van den ontvanger op 1600 meter aangenomen.

Condensatorstand generator met sp. II.	Ranggetal harmonische: grondgolf 1600 M.	Golflengte generator met sp. II.
84,2	11	145,5
68,2	12	133,3
56,3	13	123,0
46,5	14	114,2
38,9	15	106,8
32,3	16	100,0
27,0	17	94,2
22,8	18	89,0
19,0	19	84,3
15,9	20	80,0
13,0	21	76,2
10,9	22	72,7
8,8	23	69,6
6,9	24	66,7
5,2	25	64,0
3,9	26	61,5

Niet alle boven uitgerekende punten zijn in kromme II, fig. 55, geteekend, doch alleen die beneden 100 meter. De punten, gevonden met behulp van de 2400 meter en die, gevonden met de 1600 meter golf, zijn verschillend gemarkeerd.

Condensator generator met sp. III.	Ranggetal harmonische: grondgolf 800 M.	Golflengte generator met sp. III.
81,0	8	100,0
61,3	9	89,0
47,0	10	80,0
36,5	11	72,7
28,8	12	66,6
22,5	13	61,5
17,5	14	57,1
13,8	15	53,3
10,8	16	50,0
8,0	17	47,1
5,7	18	44,4
3,5	19	42,1

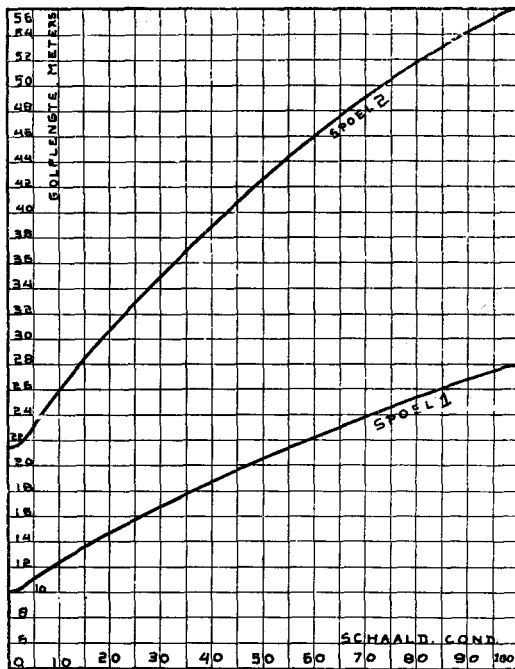


Fig. 56. Spool 1 : 2 windingen „sterkstroomdraad”, diameter 7 cm. Spool 2: 5 windingen „bellendraad”, diameter 7 cm. Beide golfkrommen zijn opgenomen met den generator-golfmeter van fig. 49.

## KROMME III.

A. Met behulp van een hulp-golfmeter en de klikmethode.

B. De generator werd met spoel H en condensator op 34,5 schaaldeelen ingesteld op 400 meter en de ontvanger zonder meer op de dubbele golf, dus 800 meter. Vergissen is uitgesloten. En uit de vorige metingen is gebleken, dat 34,5 schaaldeel inderdaad *precies* met 400 meter correspondeert.

C. Op de gewone wijze is bovenstaande tabel gevonden en in kromme III fig. 55 verwerkt.

Hiermee is de generator dus tot ca. 40 meter golf geijkt. Op volkomen dezelfde wijze kan men natuurlijk nog lager komen, tot ca. 10 meter (spoel van ca. 2 windingen) zie fig. 56. Nog lager ondervindt men gewoonlijk moeilijkheden met het genereeren.

Als laatste contrôle kan men de verschillende krommen nog eens *met elkaar* vergelijken met behulp van een „hulp-golfmeter” en van de klikmethode.

Met dit voorbeeld hebben we willen aantonen, dat het opnemen van golfkrommen, uitgaande van één bekende golf, volstrekt niet moeilijk is, doch slechts een kwestie van wat overleg en geduld. Een ijking op één golflengte kan gemakkelijk verkregen worden.

### Piëzo-Electrische Frequentiestandaards.<sup>1)</sup>

Verschillende onsymmetrische kristallen, zooals Rochelle-zout, tourmalijn, zinksilicaat, kandijnsuiker, natuurlijk kwarts enz., vertoonen electrische ladingen, wanneer druk- of trekkrachten erop uitgeoefend worden. Dit verschijnsel, dat door de Curies het eerst opgemerkt werd, is omkeerbaar, d. w. z. wordt bijv. een geschikt uit een kwartskristal gesneden schijfje geplaatst tusschen twee vlakke metalen plaatjes, waartusschen een wisselspanning wordt onderhouden, dan zal het kristal krimpen en uitzetten in dezelfde frequentie als van de wisselspanning. Het effect is het grootst, wanneer de frequentie van de wisselspanning in resonantie gebracht wordt met een mechanische eigenfrequentie van de piëzo-electrische plaat.

---

<sup>1)</sup> Een zeer uitvoerige literatuuropgave over piëzo-electriciteit vindt men in de Proceed. Inst. of Radio Engineers, April 1928, Vol. 16, pag. 521—535 door W. G. Cady.



Uit onderzoekingen van Prof. Cady en Prof. Pierce is gebleken, dat het met zoo'n kristal mogelijk is, de frequentie van een triode-oscillator te stabiliseeren. Verscheidene schakelingen zijn mogelijk.

De eigenfrequentie van het *kwartskristal* wordt bepaald door zijn afmetingen en is buitengewoon constant. Druk en temperatuurschommelingen hebben slechts een uiterst geringen invloed.

Fig. 57 is een afbeelding van eenige kwartskristallen, ongemonteerd en gemonteerd, zooals die door de General Radio Co. in den handel worden gebracht; fig. 58 is een piëzo-electrische oscillator van dezelfde firma. Het kristal wordt bijv. in den roosterkring geschakeld. Wanneer de anodeketen afgestemd wordt op de eigenfrequentie van het kristal, kan het systeem oscilleeren. Men voere de anodespanning niet teveel op, aangezien het kwartskristal daardoor zou kunnen beschadigen. Moeilijk oscilleeren spruit vaak voort uit onreinheid (vocht, vet) van het kristaloppervlak.

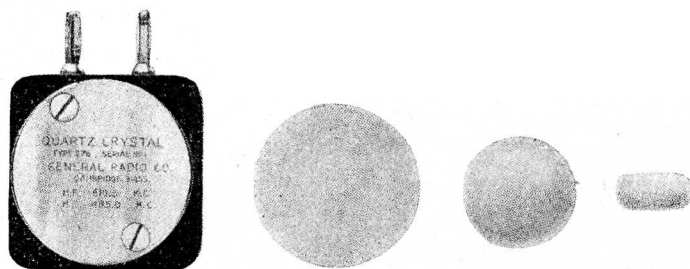


Fig. 57. Piëzo-electrische kristallen.

De frequentie is buitengewoon constant, hetgeen men kan constateeren door bijv. met een genereerenden ontvanger te luisteren naar een der harmonischen. Draait men dan een weinig aan den draaicondensator van den kristal-oscillator, dan blijft de zwevingstoon bijna volkomen constant. Slechts bij het passeeren van de eigenfrequentie van het kristal treedt een geringe toonverandering op, vermoedelijk als gevolg van een verschijnsel, dat met het z.g. zien eenige overeenkomst vertoont. Slechts de sterkte van den toon varieert bij het draaien aan den condensator van den kristal-oscillator. Men luistere liever niet direct naar den grondgolf zelf, omdat deze zóó sterk kan zijn, dat de ontvanger daardoor „dichtslaat”. De frequentie van den ontvanger kan daardoor iets

varieeren, bij draaien aan den condensator van den kristal-oscillator, waardoor men tóch een aanzienlijke toonverandering te hooren krijgt. Men late zich daardoor niet van de wijs brengen!

Sommige kristallen vertoonen geen oscillator-eigenschappen. Toch kunnen dergelijke kristallen nog zeer bruikbaar zijn voor resonatordoeleinden, door ze parallel te schakelen aan den secundairen condensator van een ontvanger. Passeert men met den draai-condensator van den zwak genereerend ingestelden ontvanger de eigenfrequentie van het kristal, dan kan men een klik in de telefoon te hooren krijgen, evenals bij gebruik van een klik-golfmeter.

Meestal hoort men meer klikken, aangezien elk kristal gewoonlijk meer dan één eigenfrequentie heeft en bovendien vaak klikken te hooren zijn ook bij de harmonischen van elke eigenfrequentie.

Inplaats van een ontvanger is natuurlijk bijv. ook het generator-schema volgens fig. 51 zeer goed bruikbaar.

Het spreekt wel vanzelf, dat een nauwkeurig geijkt kwarts-

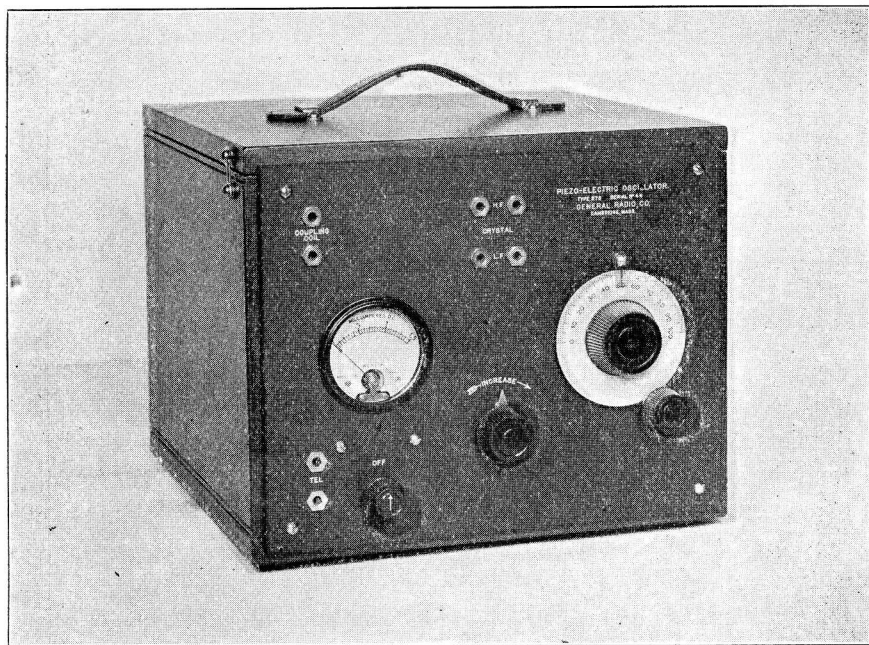


Fig. 58. General Radio piëzo-electrische oscillator. De roosterstroommeter dient om het oscilleeren aan te toonen.

kristal een buitengewoon betrouwbaaren frequentie-standaard vormt, waarnaar men elken anderen golfmeter kan ijken met behulp van de zwevings-methode met harmonischen, op de wijze zooals reeds eerder beschreven is.

Vaak wordt niet de golflengte opgegeven, maar de frequentie en wel in kiloperioden (Engelsch: kilo cycles, afgekort. K.C.) dus: duizendtallen perioden.

Om de golflengte in meters te vinden, deele men het getal 299820 door de frequentie in kiloperioden.

Sommige kristallen kunnen op twee (of meer) golflengten oscilleeren, bijv. een (de normale) van enkele honderden meters en een andere van enkele duizenden meters.

Verschillende firma's (o.a. General Radio Co., Adam Hilger Ltd. London N.W. 1., 24. Rochester Place; Pettigrew & Merriman) kunnen geijkte piëzo-kristallen leveren tegen zóo lagen prijs, dat het ook voor amateurs alleszins loonend is, zich een kristal-oscillator te vervaardigen, bijv. volgens schema fig. 59.

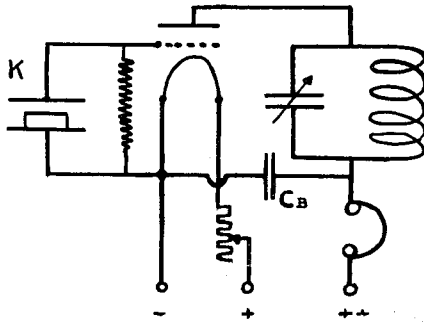


Fig. 59. Schakelschema piëzo-oscillator. K. is het kristal.

Het systeem genereert alleen dan, wanneer de anodekring ten naaste bij afgestemd is op de eigenfrequentie van het kristal. Men kan het genereeren constateeren met een zeer gevoeligen milli-ampèremeter in den roosterkring (in serie met den lekweerstand) bijv. een met een schaalwaarde van max. 0.5 m.A. of met een milli-ampèremeter in den anodekring (in serie met de telefoon) met een schaalwaarde van max. 10 à 25 m.A.

Bij gebrek aan meter kan men zich ook behelpen met de „natte

vinger" proef. Met een milli-ampèremeter kan men duidelijk z.g. zien constateeren.

Bij het afstemmen draaie men vooral *langzaam* aan den condensator, daar het kristal vrij aanzienlijk *tijd* noodig heeft om op gang te komen, soms wel enkele seconden! (z.g. aanlooptijd).

Ook in de kortegolf-zendtechniek gaat het gebruik van kristallen een groote rol spelen. Het is mogelijk, de frequentie van zenders van tientallen kilowatts energie bijna volkomen constant te houden met behulp van zoo'n kwartskristal. Het zou ons echter te ver voeren, op deze plaats hierop nader in te gaan. <sup>1)</sup>

---

<sup>1)</sup> Zie daarvoor: Radiotelefonie Holland-Indië, door schr. dezes, Radio-Nieuws, Januari 1928.

---

## VI.

### DRAAICONDENSATOREN EN FIJNREGELINGEN.

Zooals reeds eerder betoogd is, moet vrijwel steeds er naar gestreefd worden, de demping van den secundairen kring zoo laag mogelijk te houden. Praktisch kan men dat alleen gedaan krijgen door zich een in alle opzichten uitstekenden draaicondensator aan te schaffen voor den secundairen kring. Aan welke eischen zoo'n condensator in de eerste plaats moet voldoen, zullen we hieronder gaan bespreken. Hiermee willen we niet beweren, dat men zoo maar op het oog kan zien, of een draaicondensator goed of slecht is, maar wèl kan men zien, of een condensator om bepaalde redenen onmogelijk goed kan zijn. Zoo kan men bijv. met zekerheid vooruit weten, dat een condensator met mica-diëlectricum *altijd* veel meer verliezen geeft dan een goede lucht-draaicondensator, zelfs bij de meest zorgvuldige constructie ! En al kost zoo'n mica-draaicondensator bijv. slechts 1/10 van een goeden luchtdraaicondensator, dan nóg prefereere men voor gebruik in den secundairen kring een luchtcondensator !

Men lette allereerst op de mechanische constructie van de bewegende deelen en onderzoekte, of aan alle hieronder daarvoor gestelde eischen behoorlijk voldaan is. Ook al ware dat het geval, dan nog kan een condensator in electrisch opzicht ondeugdelijk zijn, bijv. een mechanisch goed afgewerkte mica-condensator !

Nu is het op het oog zeer moeilijk te zien, of een condensator in electrisch opzicht wel volkomen goed is. Alleen een meting met wisselstroom van radio-frequentie kan daarover beslissen. Een meting met 1000 perioden wisselstroom zegt absoluut *niets* omtrent een condensator, die in een kortegolf ontvangtoestel gebruikt zal worden. Het hangt immers uitsluitend van den *aard* der bij die lage frequentie optredende verliezen af, of die condensator bij de zeer veel hoogere bedrijfs-frequentie goed of slecht zal zijn. Zooals hieronder zal blijken, kan een condensator, die bij lage frequentie bijna volmaakt schijnt, bij hoge frequentie (korte golf) hopeloos slecht zijn ! En evengoed omgekeerd.

Het eenige, wat we den leek kunnen aanraden, is: eisch van den fabrikant, dat hij *den arbeidsfactor* opgeeft, in elk geval bij 100 meter golf (3.000.000 perioden) en zoo mogelijk ook bij 10.000 meter (30.000 per.). Aan een opgaaf van den weerstand bij 1000 perioden heeft men praktisch niets, en zoo'n gunstig schijnend cijfer kan voor den leek hoogstens misleidend zijn. De beteekenis van bovengenoemde cijfers zal hieronder nader uiteengezet worden.

### ELECTRISCHE VERLIEZEN.

Electrische verliezen in condensatoren kunnen van drieërlei aard zijn, namelijk door lek, door serie-weerstand en door diëlectrische hysteresis. De grootte dezer verliezen is afhankelijk van de frequentie. De verliezen door serie-weerstand stijgen bij toenemende frequentie, *terwijl de lek-verliezen dan juist afnemen*. Dit verklaart meteen het hierboven opgemerkte.

#### Lek-Verliezen.

Lek wordt veroorzaakt door slechte isolatie. Het is dan net, alsof de condensator door een hoogen weerstand geshunt (kortgesloten) is. De wisselstroom verdeelt zich in twee gedeelten, nml. een „nuttig” deel, dat rechtstreeks door den condensator gaat, en een deel, dat door den weerstand gaat, warmte ontwikkelt en dus als verloren beschouwd moet worden.

Nu is de schijnbare of wisselstroom-weerstand van een condensator kleiner, naarmate de frequentie hooger is, d. w. z. de golf-lengte korter.

De weerstand van het lek daarentegen is vrijwel onafhankelijk van de frequentie.

Op korte golf, d.w.z. bij hooge frequentie, is dus het „nuttige” gedeelte van den wisselstroom, dat direct door den condensator gaat, ook zooveel grooter t.o.v. het verloren gedeelte, dat door den weerstand gaat.<sup>1)</sup>

*Op korte golf zijn de verliezen door lek van minder beteekenis dan op lange golf.*

Bovenstaande redeneering kan men aan de hand van fig. 60 wiskundig als volgt uitdrukken:

<sup>1)</sup> D.w.z. de hierdoor in den weerstand ontwikkelde energie is zuiver als verlies op te vatten.

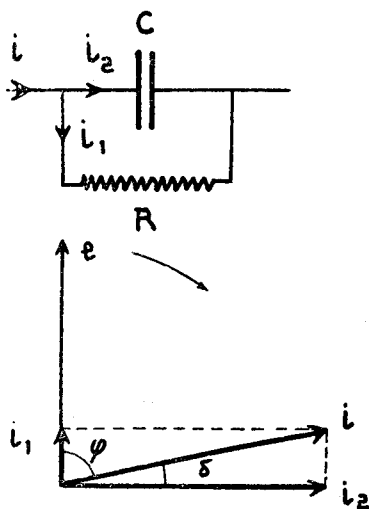


Fig. 60.

Bij een ohmschen weerstand  $R$  (het lek) zijn spanning  $e$  en stroom  $i_1$  juist in fase, en wel

$$i_1 = \frac{e}{R}.$$

De wisselstroom-weerstand van een verliesvrijen condensator met de capaciteit  $C$  bij de frequentie  $n$  is:  $\frac{1}{2 \pi n C}$ . Stroom  $i_2$  en spanning  $e$  zijn daarbij  $90^\circ$  in fase verschoven ( $< \delta + < \varphi$ )

$$i_2 = e \cdot 2 \pi n C.$$

De *resultante*  $i$  is dus niet precies  $90^\circ$  in fase verschoven, maar bijv. hoek  $\varphi$ . Voor den *verlieshoek*  $\delta$  geldt nu:

$$1) \quad \operatorname{tg} \delta = \frac{i_1}{i_2} = \frac{\frac{e}{R}}{e \cdot 2 \pi n C} = \frac{1}{2 \pi n C R} = \frac{\text{reactantie}}{\text{resistantie}}$$

Hieruit volgt dus, dat „de arbeidsfactor”  $\operatorname{tg} \delta$ , dus ook de verlieshoek  $\delta$  zelf, *kleiner* is, naarmate de frequentie hooger is (golf-lengte korter).

<sup>1)</sup> Wanneer de hoek een der scherpe hoeken is van een rechthoekigen driehoek, dan is de tangens (tg) van dien hoek het quotiënt tusschen de rechthoekszijde tegenover dien hoek, en de andere rechthoekszijde.

### Serie-Weerstand.

Serie-weerstand wordt veroorzaakt door den weerstand van het platenmateriaal en door de overgangsweerstanden van de verbindingsplaatsen van de platen onderling en met de aansluitklemmen.

De invloed van dergelijken weerstand kan voorgesteld worden als een weerstand in serie met een wél geheel verliesvrijen condensator. Aangezien de wisselstroomweerstand van den condensator zelf kleiner is, naarmate de frequentie hooger (golflengte korter) is, is de invloed van den schadelijken weerstand het grootst op korte golf.

De wiskundige behandeling van dit geval gaat aan de hand van fig. 61 als volgt:

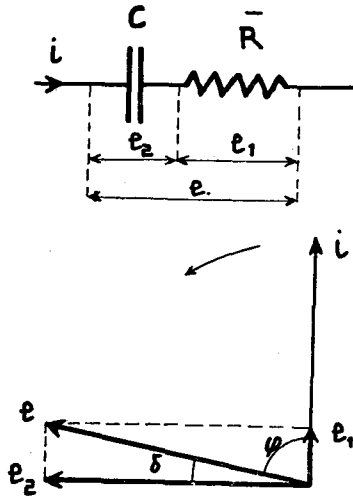


Fig. 61.

De spanning  $e_1$  op den weerstand  $R$  is *in fase* met de stroom  $i$ ,

$$e_1 = iR.$$

De spanning  $e_2$  op den verliesvrijen condensator  $C$  is  $90^\circ$  in fase verschoven t.o.v. den stroom  $i$ ,

$$e_2 = \frac{i}{2 \pi n C}$$



De resulteerende spanning  $e$  is dus minder dan  $90^\circ$ , nml. hoek  $\varphi$  verschoven t.o.v. den stroom  $i$ .

Voor den *verlieshoek*  $\delta$  geldt dus:

$$\operatorname{tg} \delta = \frac{e_2}{e_1} = \frac{i \cdot R}{i} = 2 \pi n C R = \frac{\text{resistantie}}{\text{reactantie.}}$$

Hieruit volgt dus, dat „de arbeidsfactor”  $\operatorname{tg} \delta$ , dus ook de verlieshoek  $\delta$  zelf, *grooter* is, naarmate de frequentie hooger is.

### Diëlectrische Hysteresis.

Diëlectrische absorbtie is een verschijnsel, eigen aan alle vaste en vloeibare isoleerstoffen, gebruikt als diëlectricum tusschen de platen van een condensator. De diëlectrische absorbtie dóór, of wel de diëlectrische hysteresis van gassen is buitengewoon gering.

Wat men onder deze verschijnselen verstaat, zullen we hieronder door een paar voorbeelden trachten duidelijk te maken.

I. Tracht men een geladen condensator van bijv. 2 microfarad met papierisolatie, te ontladen, door de beide bekleedselen (polen) *even* met elkaar te verbinden, dan blijkt, dat de ontlasting in dien korten tijd nog niet geheel is afgelopen. Met z.g. afvlakcondensatoren bij ongedempte zenders, of met een gewonen 2 microfarad condensator en 100 volt batterij en een galvanometertje, is dit verschijnsel heel eenvoudig te constateeren.

II. Neemt men een *geladen* glasplaatcondensator (Leidsche flesch) uit elkaar en ontlaadt men de beide bekleedselen door ze elkaar te doen aanraken, dan blijkt de condensator, na weer in elkaar gezet te zijn, tòch nog lading te bevatten, die a.h.w. door het glas achtergehouden, of wel geabsorbeerd is. Vandaar de uitdrukking: diëlectrische absorbtie.

Het is begrijpelijk, dat dit *traagheidsverschijnsel* bij hooge frequentie's, d. w. z. snel opeenvolgende ladingen en ontloadingen, groote verliezen tengevolge heeft. Bovendien gaat er een schijnbare vermindering van de capaciteit mee gepaard, omdat bij elke periode van de wisselspanning de condensator niet ten volle geladen en ontladen wordt. Een overeenkomstig traagheidsverschijnsel doet zich bij de magnetisatie van ijzer voor, welbekend onder den naam:

magnetische hysteresis. In navolging daarvan heeft men den naam *diëlectrische hysteresis* gegeven aan het hierboven beschreven verschijnsel. De diëlectrische hysteresis van een condensator wordt dus veroorzaakt *door het isolatiemateriaal, dat zich in het electriche veld bevindt.*

**De Beteekenis van „Arbeidsfactor”, „Verlieshoek” en „Verliesweerstand”.**

De som van alle in een condensator optredende verliezen kan men voorstellen door één weerstand *in serie* met een denkbeeldigen, wèl geheel verliesvrijen condensator, ook al wordt een gedeelte dier verliezen veroorzaakt door lek of door diëlectrische hysteresis.

Aangezien de drie bovengenoemde verliesoorzaken zich verschillend gedragen t.o.v. de frequentie, is het niet van te voren aan te geven, hoe die totaalweerstand van de frequentie afhangt. Op korte golf wordt bij de meeste condensatoren het grootste deel der verliezen veroorzaakt door diëlectrische hysteresis en door serieweerstand, en dan stijgt de totaalweerstand bij toenemende frequentie (afnemende golflengte). Bij een heel erg lekken condensator daarentegen zijn de verliezen het grootst juist op lange golf ! Een en ander volgt direct uit het voorgaande.

De „arbeidsfactor” is, blijkens het voorgaande, het quotiënt tusschen het in den verliesweerstand verloren gegane deel der energie en de resterende energie.

In formule drukt men het verband tusschen arbeidsfactor, verlieshoek en verliesweerstand als volgt uit (zie ook pag. 125):

$$1) \text{ Arbeidsfactor} = Tg \delta = 2 \pi n C R.$$

In deze formule beteekent:

$\delta$ : de verlieshoek, gewoonlijk uitgedrukt in *radialen* ( $360^\circ = 2 \pi$  radialen).

Tg is de afkorting voor: tangens. Als de hoek bekend is, kan men de tangens opzoeken in een tabel van goniometrische functies.

---

<sup>1)</sup> In Engelsche litteratuur heet  $tg \delta$  de „power-factor”. De verliezen zijn evenredig met  $tg \delta$ . Er valt dus veel voor te zeggen, de kwaliteit van condensatoren en isolatiemateriaal uit te drukken in den „arbeidsfactor”.

In dit geval hoeft men dat niet te doen, aangezien straks een andere formule gegeven zal worden.

$\pi$  : 3,14.....

n : de frequentie in perioden per seconde.

C: de capaciteit in farads.

R : de weerstand in ohms.

In de praktijk rekt men echter met micromicrofarads,<sup>1)</sup> drukt den verlieshoek uit in minuten en rekt met de golflengte inplaats van met de frequentie. Nu is:

$$\text{golflengte in meters} = \frac{\text{frequentie in perioden}}{300.000.000}$$

Door alle boven opgegeven waarden eenvoudig in de gegeven formule in te vullen en  $\text{tg } \delta = \delta$  te stellen, hetgeen voor kleine hoeken toelaatbaar is, komen we tot de volgende twee formules:

$$\delta = \frac{6,5 \text{ C R}}{\lambda}$$

of:

$$R = \frac{\lambda \cdot \delta}{6,5 \text{ C}}$$

Deze formules zijn eigenlijk precies gelijk, alleen is in de eerste de verlieshoek uitgedrukt in golflengte, capaciteit en weerstand en is in de tweede formule de weerstand uitgedrukt in de andere grootheden. Deze formules gelden alléén voor kleine waarden van  $\delta$ , zooals ze in de praktijk voorkomen.

In deze formules vulle men in:

$\delta$  is de verlieshoek in minuten.

R is de verliesweerstand in ohms.

C is de capaciteit in micromicrofarads.

$\lambda$  is de golflengte in meters.

*Condensatoren met gelijken arbeidsfactor zijn — wat de verliezen betreft — electrisch gelijkwaardig. De verliezen zijn evenredig met den arbeidsfactor.*

Condensatoren met gelijken verliesweerstand zijn alléén dan

---

<sup>1)</sup> biljoenste deelen van een Farad.  $1 \mu\mu\text{F.} = 0,9 \text{ c.m.}$

gelijkwaardig, wanneer hun capaciteiten gelijk zijn, zooals direct uit de formules blijkt. Een groote condensator is alleen dan gelijkwaardig aan een kleinen, wanneer de verliesweerstand evenredig *kleiner* is!

Na bovenstaande uiteenzetting zal het den lezer duidelijk zijn, hoe het komt, dat men voor radio-doeleinden niets heeft aan een opgaaf van den verliesweerstand bij bijv. 1000 perioden! Waar men wel wat aan heeft, is de grootte van den arbeidsfactor bij 100 meter golf en zoo mogelijk ook bij 10.000 meter, zoowel bij de minimum als bij de maximum capaciteit. Voor speciale kortegolf-draaicondensatoren kan men een opgaaf verlangen bij 10 meter golf.

### **EISCHEN, WAARAAN GOEDE DRAAICONSENSATOREN MOETEN VOLDOEN.**

Vóór alles: GEBRUIK UITSLUITEND LUCHTDRAAICONSENSATOREN. Waarop men bij den aankoop van zulke condensatoren speciaal moet letten, zullen we hieronder aangeven.

#### **De Lagere.**

Neem nooit ofte nimmer een draaicondensator met eenige, zij het ook maar de geringste speling in de lagere. Vooral op korte golf is afstemmen met zoo'n condensator bepaald onmogelijk.

Het lager en de as mogen nooit uit hetzelfde metaal bestaan, aangezien de metalen daardoor gaan „vreten" (snel slijten). Een lager van eboniet of fibre of ander niet-metaal moet wegens de snelle slijtage onvoorwaardelijk afgekeurd worden. Ook mag de as niet in een metalen busje loopen, geïsoleerd geperst in een metalen eindplaat, welke verbonden is aan de vaste platen. Deze constructie geeft vaak groote elektrische verliezen!

De as moet „doorgaand" zijn, dus niet alleen op punten loopen.

#### **De Platen.**

Bij draaien aan den condensator moeten beide stellen platen steeds, d.w.z. in alle standen, precies aan elkaar evenwijdig blijven. Is dat niet het geval, dan loopt de capaciteit niet regelmatig op.

Voorts mogen de platen niet te dun zijn (trillen); ze moeten stevig vast zitten en alle precies gelijk gespatieerd zijn. Een te ge-

ringe spatieering geeft licht aanleiding tot storingen (microfonische effecten, kortsluiting door stofdeeltjes)

Gebruik van materiaal met hoogen specifiëken weerstand, bijv. zink, kan verliezen tengevolge hebben, *vooral op korte golf*. Het feit, dat de platen dik zijn, vermindert niet noemenswaard den weerstand voor hoogfrequenten stroom, aangezien daarbij alleen de buitenste laag metaal het grootste deel van den stroom voert (skin-effect). Koper heeft weinig weerstand. *Aluminium heeft sterke neiging tot „verweeren”, hetgeen de kans op slechte contacten sterk verhoogt*. Meermalen is bij condensatoren met aluminiumplaten deze foutoorzaak in ernstige mate geconstateerd!

### De Verbinding der Platen onderling.

De goede verbinding der platen onderling is een zeer belangrijk constructie-detail, waaraan echter door vele fabrikanten nog lang niet genoeg aandacht besteed wordt. Vooral op korte golf levert de daardoor ontstaande serieweerstand belangrijke verliezen op.

Verreweg het beste is natuurlijk wel, de platen uit een massief stuk metaal te *fraisen* (Seibt).

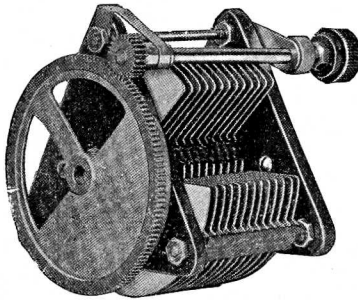


Fig. 62. General Radio draaicondensator (uitgebalanceerd) met fijnregeling 1 : 6 en gesoldeerde platen.

Zeer goed is ook de z.g. *spritsgusz-methode* (Telefunken). Er bestaat echter een namaak spritsgusz-methode, waarbij de platen eenvoudig geklemd zijn in gleuven van de draagstangetjes. Dit is een buitengewoon slechte verbindingswijze, welke aanleiding geeft tot losse contacten.

Minstens even goed als de spritsgusz-methode is het aan elkaar

*soldeeren* van de platen, liefst op meer dan één plaats (General Radio).

De z.g. ringetjes-methode, waarbij de platen geklemd zijn tusschen ringetjes, schuivende om de draagstangetjes, is wel niet zóó slecht als de bovengenoemde namaak-spritsgusz-methode, maar toch meestal *zeer onbetrouwbaar*, vooral met platen van aluminium of zink. Bij *uiterst zorgvuldige* constructie kunnen evenwel toch uitstekende resultaten bereikt worden.

### **De Verbinding met de Draaibare Platen.**

In vele condensatoren wordt het contact met de draaibare platen gemaakt door een opgerold spiraalveertje. Dergelijke condensatoren zijn voor kortegolf-ontvangst meestal *onbruikbaar!* Dat veertje heeft nml. een vrij belangrijke zelfinductie en bij draaiing aan den condensator maken de windingen van het veertje met elkaar contact, hetgeen bij een genereerend toestel een buitengewoon hinderlijk geruisch en gekraak geeft.

Beter is een zoo kort mogelijk stukje *geïsoleerd snoer*. Daarbij loopt men echter de kans, dat dit op den duur vergaat, wat dan eert bron van storingen oplevert. Een goed contact wordt gevormd door een zoo kort mogelijk spiraalveertje als boven bedoeld, mits deugdelijk geïsoleerd.

Bij de General Radio condensatoren wordt het contact gemaakt door een veerenden, een weinig conischen sleepring. Soms kan gekraak (en moeilijk genereeren van het toestel) optreden, veroorzaakt door eenig vuil in het conische lager. Het komt echter zeer zelden voor.

Bij vele goedkoopere condensatoren wordt een overeenkomstige methode toegepast, meestal echter met zeer slechte resultaten.

Bij de Cardwell condensatoren is een veerend sleepcontact toegepast. Men lette erop, dat de spanning van de veer voldoende is en dat de contactplaatsen schoon zijn.

### **De Isolatie.**

Bij de meeste goede luchtdraaicondensatoren is aan den eisch van goede isolatie voor korte golven wel bevredigend voldaan.

In goede draaicondensatoren moet steeds *zoo min mogelijk*

*isolatiemateriaal* verwerkt zijn. Op korte golf zijn nml. de verliezen door diëlectrische hysteresis zeer belangrijk! Isolatiemateriaal tusschen de platen is natuurlijk absoluut uit den booze!

Eenig isolatiemateriaal is evenwel altijd noodig. *Om zoo min mogelijk verliezen te veroorzaken, mag het alleen op die plaatsen aangebracht worden, waar de electriche veldsterkte het geringst is. De veldsterkte is het grootst, waar de metaaldeelen van beide stellen platen elkaar het meest naderen. De electriche krachtlijnen volgen nml. steeds zooveel mogelijk de kortste wegen. Alleen waar de krachtlijn-wegen zeer lang zijn, mag dus eenig isolatie-materiaal toegelaten worden — dus in geen geval tusschen de platen!*

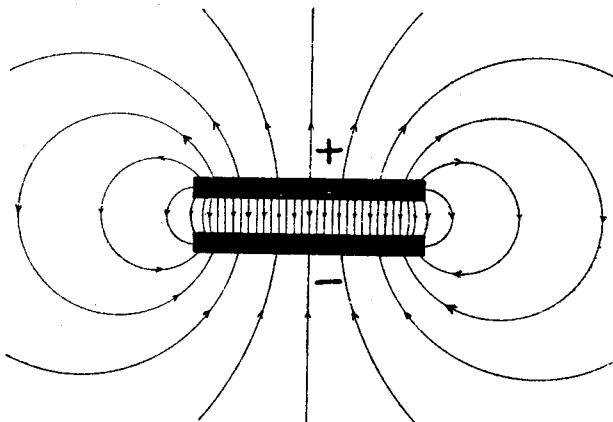


Fig. 63. Hoe de electriche krachtlijnen verlopen tusschen twee platen van een geladen condensator.

*De wegen, waarlangs de stroom kan lekken, de z.g. „lekwegen”, moeten daarbij zoo lang en smal mogelijk gehouden worden en bovendien zoo gering mogelijk in aantal zijn.*

Deze beide eischen zijn zeer moeilijk met elkaar in overeenstemming te brengen. Op korte golf weegt de eerste verreweg het zwaarst, vooral bij groote capaciteiten, en op lange golf gaan de isolatie-eischen zwaarder wegen, vooral bij kleine capaciteit.

Een goede constructie is bijv. die, waarbij de vaste platen door slechts enkele smalle en zoo lang mogelijke *reepen* isolatiemateriaal van de draaibare gescheiden zijn. De eindplaten bestaan dan uit metaal en zijn verbonden aan het *draaibare* stel platen. De resulterende isolatie-weg dreigt door deze constructie soms wel wat

kort te worden, maar, zooals reeds eerder betoogd werd, kan dat op korte golf niet zoo heel veel kwaad.

Bij condensatoren met bijv. ebonieten eindplaten is de lengte van den isolatie-weg gewoonlijk wel veel grooter, maar de breedte is dan ook zeer groot, hetgeen om velerlei redenen natuurlijk ook niet gewenscht is. Vooral bij minimum-condensatorstand stijgen de verliezen dan, doordat een gedeelte van de krachtlijnen de eindplaten gaat doordringen.

Condensatoren, waarbij de metalen eindplaten verbonden zijn aan de vaste platen *en waarbij de as loopt in een geïsoleerd busje, zijn om vele redenen bepaald zeer slecht!* Men koop vooral nooit dergelijke condensatoren, ook al, omdat men daarmee zeer veel last heeft van handcapaciteit-effect.

Het spreekt wel vanzelf, dat aan de keuze van het isolatiemateriaal de grootste zorg besteed moet worden. <sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> Onderstaande lijst, samengesteld door Preston en Hall van het Amerikaanse Bureau of Standards, geeft eenig idee van de bruikbaarheid van enkele isoleermaterialen bij hooge frequenties.

De metingen zijn verricht met wisselstroom met frequenties tusschen 80 en 1875 kiloperioden (3750 tot 160 meter golf).

In de eerste kolom zijn opgegeven de arbeidsfactoren (tg  $\delta$  zie boven). De verliezen, veroorzaakt door gebruik van deze isoleermaterialen inplaats van lucht als diëlectricum tusschen de platen van een condensator, zijn evenredig met deze getallen.

	Arbeidsfactor	Diëlectr. const.
celluloïd (fotografische film)	0,03	6,7
eboniet	ca. 0,1	—
fibre (rood, droog)	0,04	4,8
glas	0,008	7,5
pyrex-glas („vuurvast“)	0,006	5,7
mica	0,0007	6,4
mica, opgebouwd uit dunne plaatjes met schellak-bindmiddel	0,017	5,6
radion	ca. 0,017	—
zwavel	ca. 0,006	—
vernis	0,003—0,005	ca. 5,
paraffine	0,00016	2,6
zeer droog hout	0,03	2—3
„gewoon“ hout	tot 0,18	

Opvallend zijn de gunstige cijfers voor paraffine, *goed* mica en glas en ook voor goed droog hout. Ook radion vertoont een gunstig cijfer, vergeleken met eboniet. Het niet in deze tabel voorkomende *kwarts* is in electrisch opzicht bijzonder gunstig.



Fibre is absoluut onbruikbaar evenals alle mogelijke geperste compositiematerialen. Glas isoleert wel zeer goed, maar is te bros en wordt daarom weinig gebruikt. Bovendien vertoont glas in hinderlijke mate de eigenschap van oppervlaktegeleiding; matteren schijnt soms wel iets te helpen, is echter niet afdoende. Zoolang

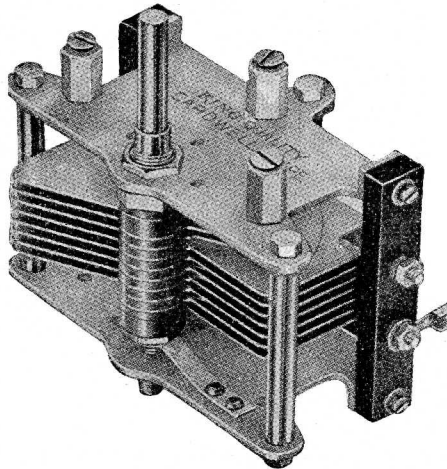


Fig. 64. Draaicondensator van de Allan D. Cardwell Mfg. Co., speciaal voor korte golven. Let op de geringe hoeveelheid isolatiemateriaal!

de isolatieweg lang en smal is, is glas wel bruikbaar, zelfs in zenders. *Eboniet* wordt tot nog toe het meest gebruikt, meestal bereid volgens een speciaal procédé, (bijv. Radion).

Electrisch zijn mica, kwarts en pyrex-glas nog wel het beste. Gegoten kwarts is ook mechanisch vrij sterk. Tot nog toe wordt het echter nog weinig voor dit doel gebruikt. In den laatsten tijd zijn in Amerika draaicondensatoren op de markt verschenen met pyrex-glas-isolatie.

Dergelijke zorgvuldig geconstrueerde condensatoren ga men niet bederven door ze in olie te dompelen! Mica- of „kwik”-condensatoren zooals die eenigen tijd geleden verkrijgbaar waren, zijn natuurlijk totaal ongeschikt voor korte golven. De verliezen zijn vele tientallen, soms honderdtallen malen grooter dan met goede luchtcondensatoren!

### Handcapaciteit-Effect.

Met een condensator, waarbij een metalen hulsel of de metalen eindplaten verbonden zijn aan de vaste <sup>1)</sup> platen (zooals bij vele goedkoope condensatoren het geval is) kan handcapaciteit het moeilijkst geheel voorkomen worden.

Zet men nml. de vaste platen aan de gloeidraadzijde (dus aan aarde), dan zijn de draaibare platen, dus ook de as (en eventueel de metalen knop-schaal) op hoog potentiaal, zoodat het naderen met de hand daarvan aanzienlijke verstemming te weeg brengt. Zet men, omgekeerd, de draaibare platen aan aarde, dan zijn de vaste platen, dus ook het metalen hulsel, op hoog potentiaal en is de kwaal minstens even erg.

Het eenige middel is, den condensator toch op de laatste wijze te verbinden en vlak achter de frontplaat een lap bladlood te plakken, geïsoleerd van het hulsel of de eindplaten en verbonden aan aarde, dus ook aan de draaibare platen en aan de as en de knopschaal.

*In goede condensatoren moeten metalen eindplaten steeds aan de draaibare platen verbonden zijn.* Zijn ze geheel geïsoleerd, dan verbindt men ze zelf aan het draaibare stel platen. Is de condensator nog voorzien van een metalen omhulsel (schotel), dan moet ook dit aan de draaibare platen verbonden worden. Een metalen knop-schaal, vanzelf verbonden aan de as, draagt ook wat bij tot vermindering van handcapaciteit-effect.

Zijn de eindplaten van isolatiemateriaal, dan moet de laatste plaat aan de knopzijde tot het draaibare stel behooren.

Al dergelijke condensatoren schakelt men zóó, dat de *vaste platen*, die door de eindplaten, de schaal of het hulsel en eventueel door een bladlood-scherf afgeschermd zijn, op hoog potentiaal komen, dus bijv. aan de roosterzijde van den secondairen kring. De draaibare platen en de knop komen dan vanzelf aan de gloeidraadzijde d.w.z. aan aarde (eventueel via een zeer grooten condensator).

Bij doelmatige constructie behoeft handcapaciteit-effect, zelfs op golven van ca. 10 meter lengte, in het geheel niet voor te komen!

---

<sup>1)</sup> In de vorige drukken stond: „draaibare”. Zooals uit de volgende zinsneden trouwens blijkt, was dit natuurlijk onjuist.

Een extra tegencapaciteit, zooals beschreven in hoofdstuk II, is dan wel noodig en absoluut afdoende.

### Rechte-Lijn Condensatoren.

Er bestaan verschillende soorten rechte-lijn condensatoren, o.a.: capaciteit-lineaire, golflengte-lineaire en frequentie-lineaire condensatoren.

*Capaciteit-lineaire* condensatoren zijn „gewone” condensatoren met halfcirkelvormige platen, fig. 65. Bij zulke condensatoren loopt de capaciteit evenredig op bij draaien aan den condensatorknop. Dat is echter alleen het geval over het middelste gedeelte van de schaalverdeling; daar boven en beneden niet. De oorzaak van de afwijkingen wordt uit fig. 66 direct duidelijk. Zijn de stelen platen nml. geheel uit elkaar gedraaid, dan veroorzaakt een kleine verdraaiing bijna geen toename in capaciteit, omdat de platen daarvoor nog niet tegenover elkaar komen te staan en het gemeenschappelijk oppervlak dus niet toeneemt. En omgekeerd: wanneer beide stelen platen geheel in elkaar gedraaid zijn, veroorzaakt een kleine verdraaiing geen vermindering in capaciteit, omdat het draai-bare stel platen nog geheel tegenover het vaste stel blijft staan en het gemeenschappelijke oppervlak dus nog niet afneemt.

Niet alle condensatoren met halfcirkelvormige platen zijn capaciteit-lineair. Vooral bij goedkope condensatoren kunnen soms

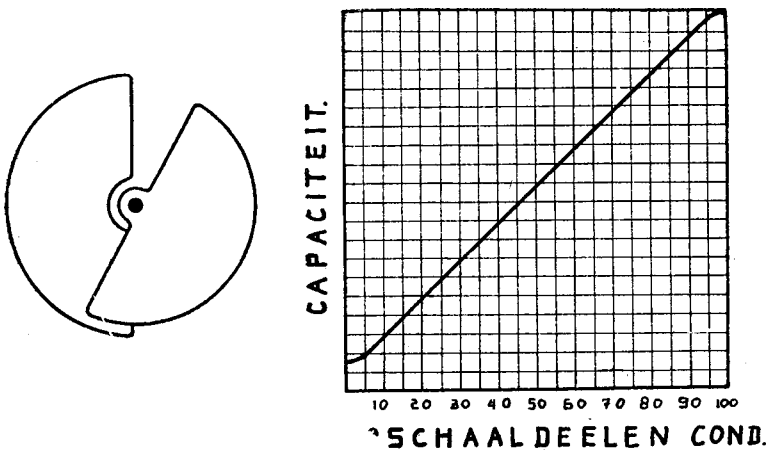


Fig. 65.

leelijke afwijkingen voorkomen. Bij goede condensatoren mag men de capaciteitskromme bij groote benadering trekken als een rechte lijn, tusschen de capaciteitswaarden bij 5 en bij 95 schaaldeelen (bij een schaal van 0 tot 100).

Schakelt men een capaciteits-lineaire condensator aan een spoel volgens fig. 35, dan heeft de golfkromme, d. i. de kromme, die het verband aangeeft tusschen de schaaldeelen van den condensator

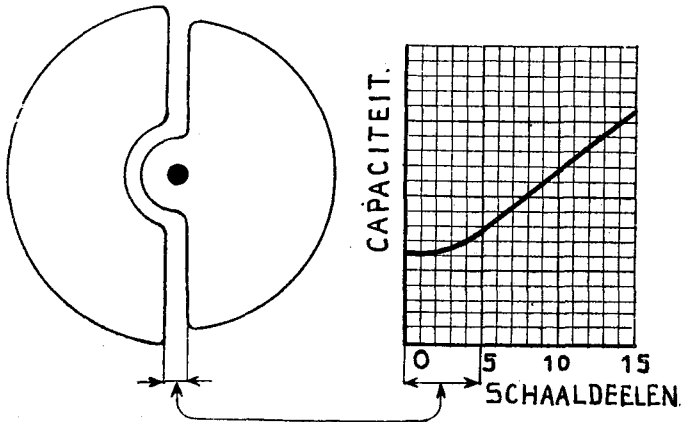


Fig. 66.

en de golflengte van den door dien condensator en die spoel gevormden trillingskring, den vorm van fig. 36. Daaruit is te zien, dat die kromme in het begin van de condensator-schaal het steilst is, d.w.z. dat een kleine verdraaiing van den condensator een groote variatie in golflengte veroorzaakt. Het afstemmen is dus aan het begin van de schaal moeilijker dan aan het eind. Hoe grooter het golfbereik, d.w.z. hoe grooter de verhouding tusschen maximum- en minimum-golflengte is, des te grooter is het verschil in steilheid aan het begin en aan het eind van de condensatorschaal. Bij gebruik van kleine condensatoren is de afstemming aan het begin van de schaal dus niet veel „scherper” dan aan het eind, dus daarbij maakt het voor de „afstemmoeilijkheid” weinig verschil, of men aan het begin of aan het eind van de schaal werkt.

Door vele fabrikanten worden condensatoren in den handel gebracht, waarmee de golfkromme over bijna het geheele meetbereik van de condensator-schaal nagenoeg even steil is. Dat is bereikt

door de draaibare platen ongeveer den vorm van fig. 67 te geven. (Evengoed en in sommige opzichten zelfs beter had men de draaibare platen halfcirkelvormig kunnen laten en de vaste platen kunnen uitsnijden). Van deze condensatoren is de capaciteits-kromme niet meer een rechte lijn, maar wèl de golfkromme, wanneer men zoo'n condensator met een spoel tot een trillingskring vereenigt. Zulke condensatoren heeten daarom: *golflengte-lineair*.<sup>1)</sup> Dit is echter in zekeren zin slechts theorie!

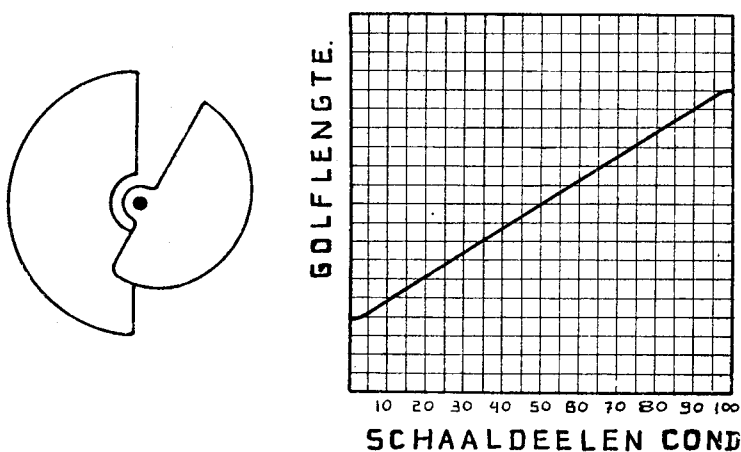


Fig. 67.

Bij wijze van voorbeeld hebben wij de golfkrommen opgenomen met een gewonen capaciteit-lineairen condensator (kromme I fig. 68) en met een z.g. golflengte-lineairen condensator (kromme II), beide van hetzelfde fabrikaat (General Radio Co.). Beide condensatoren werden voor deze metingen verbonden aan dezelfde spoel op de wijze van fig. 35. De graad van nauwkeurigheid van de meting was aanzienlijk beter dan  $\frac{1}{2}$  %.

Uit deze krommen is te zien, dat bovengenoemde „golflengte-lineaire” condensator in werkelijkheid lang niet geheel golflengte-

<sup>1)</sup>De Engelsche benaming „square-law condensers” staat in verband met de formule, volgens welke de vorm van de platen berekend kan worden. Deze benaming is niet geheel juist, want er bestaan ook nog wel andere condensatoren, die men om deze reden ook square law zou moeten noemen, hoewel de platen daarvan op geheel andere wijze gevormd zijn.

lineair is. Gestippeld is aangegeven, wat een rechte lijn is. Voor gebruik in een ontvangtoestel is het verschil intusschen niet noemenswaard en vormen zulke condensatoren in dit opzicht inderdaad een kleine verbetering boven gewone capaciteit-lineaire.

Die verbetering is echter niet groot en bij gebruik in een ontvangtoestel nog minder dan fig. 68 aangeeft. Tengevolge van de eigen-capaciteit van het ontvangtoestel wordt het golfbereik, en dus ook de gemiddelde steilheid, kleiner. Zooals fig. 68 aantoont, is de afwijking bij deze condensatoren intusschen wél zoo groot, dat bij gebruik in een golfmeter de golfkromme niet als een rechte lijn getrokken kan worden door twee gemeten punten aan het begin en

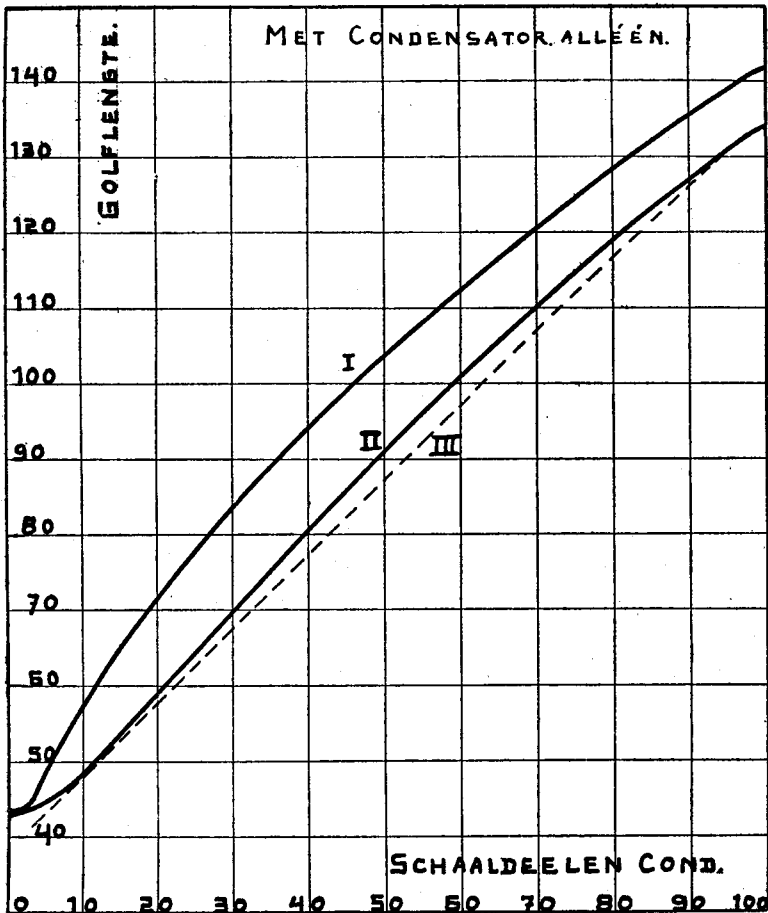


Fig. 68.

*het einde van de schaal*, zooals sommige fabrikanten beweren. Daarvoor willen we hier even waarschuwen.

Met golflengte-lineaire condensatoren loopt de golflengte dus *nagenoeg* evenredig op bij draaien aan den condensatorknop. Men zou misschien meenen, dat bij instelling op een ongedempt station<sup>1)</sup> de afstemming over de geheele schaal daardoor even „breed” zou zijn. Dit is evenwel volstrekt niet het geval! De breedte van de afstemming wordt toch bepaald door de grootte van de *verstemming*, (uitgedrukt in het *frequentie*-verschil), noodig om een bepaald interferentietoon te hooren te krijgen. Om een interferentietoon met geluidsfrequentie van 1000 perioden per seconde te hooren, moet de genereerende ontvanger zóóveel verstemd worden, dat het *verschil* tusschen de frequenties van den genereerenden ontvanger en het ongedempte signaal juist 1000 perioden per seconde bedraagt. Om den een octaaf lageren toon 500 te hooren, moet de verstemming 500 perioden per sec. bedragen, onverschillig welke de golflengte van het station is. De grootte van de verstemming, *uitgedrukt in perioden per seconde*, is dus onafhankelijk van de frequentie van het station, dus onafhankelijk van de golflengte (golflengte in meters = 300 millioen, gedeeld door de frequentie in perioden per sec.).

Op zeer korte golf, d.w.z. hooge frequentie, is het *percentage* van de verstemming natuurlijk zeer klein en veel kleiner dan op lange golf.

Wanneer nu de breedte van de afstemming over de geheele condensatorschaal gelijk moet zijn, moet ook de verdraaiing, noodig voor een bepaald frequentieverschil, op elk gedeelte van de condensatorschaal even groot zijn. Dat wil zeggen, dat draaien aan den condensator de frequentie evenredig (lineair) moet doen oploopen. Een condensator, waarvan de platen zóó gevormd zijn, dat dit het geval is, heet: *frequentie-lineair*.

Praktisch zijn werkelijk golflengte-lineaire of frequentie-lineaire condensatoren niet te maken. Dat staat in verband met de eigen-capaciteit van de spoelen, die men bij die condensatoren wenscht

---

<sup>1)</sup> Voor telefonie-ontvangst geldt dezelfde beschouwing, aangezien de breedte van de „zijbanden” (*modulatiespectrum*) in frequentie uitgedrukt, voor alle golven gelijk is.

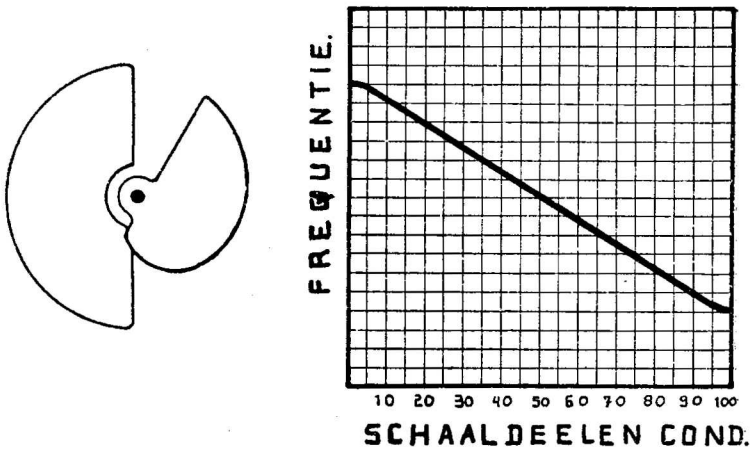


Fig. 69.

te gebruiken. Daarvoor kan men natuurlijk wel een correctie aanbrengen, door de platen een bepaalden vorm te geven, maar de eigencapaciteit van spoelen heeft voor elke spoel een andere waarde, zoodat men voor elke spoel een andere platenvorm noodig zou hebben! Zoolang daar niets op gevonden wordt, hebben golf-lengte- of frequentie-lineaire condensatoren weinig of geen reden van bestaan.

De oorspronkelijke bedoeling was toch, het afstemmen op korte golven wat gemakkelijker te maken, maar daarbij wordt over het hoofd gezien, dat men dat op veel beter wijze kan bereiken met

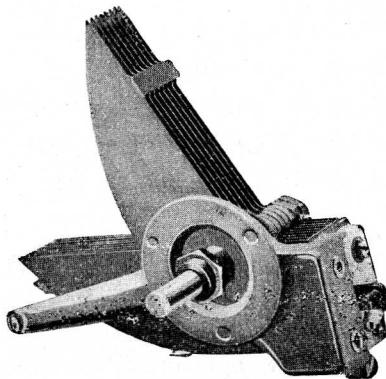


Fig. 70. Frequentielineaire condensator. Let op den langgerekten vorm.



behulp van een vertragingmechanisme of wel: fijnregeling. Daarbij heeft men het in de hand, de „gemiddelde steilheid” ineens een 50 maal te verkleinen en wel over het heele meetbereik!

Van dit standpunt bezien is het duidelijk, *dat we het gebruik van z.g. „square-law” condensatoren ten sterkste afraden, omdat de nulcapaciteit van dergelijke condensatoren gewoonlijk grooter is dan van overeenkomstige capaciteit-lineaire condensatoren en de ruimte, welke ze innemen, grooter is.*

Tegenover dit belangrijk nadeel staat geen enkel wezenlijk voordeel, behalve voor speciale doeleinden (zie hoofdstuk IX).

### FIJNREGELINGEN.

Zooals reeds eerder betoogd, is een goede fijnregeling op den secundairen condensator absoluut onmisbaar voor het zoeken van zwakke stations en vooral voor het instellen van telefonie. Zelfs op ca. 2000 meter golfengte kan men veel plezier beleven van een goede fijnregeling!

Voor kortegolf-werk is een aparte fijnregelcondensator of een condensator met een losse fijnregelplaat in het algemeen *niet* aan te bevelen. Niet alleen zijn de electriche verliezen door zulke condensatoren groot, maar praktisch heeft men zeer weinig aan een dergelijke fijnregeling, omdat men daarmee geneigd is, met den grooten condensator te „zoeken”. En daardoor „draait” men juist finaal door alles „heen”. Men merkt dat alleen daaraan, dat men met een betere soort fijnregeling meer en zwakkere stations kan vinden dan met dien gebrekkigen fijnregelcondensator!

*Voor het afzoeken van het meetbereik gebruike men uitsluitend de fijnregeling!*

#### Condensatoren met Fijnregeling.

Het eenig bruikbare is een fijnregeling door verlangzaamde overbrenging van de beweging op de condensator-as. Vanzelfsprekend mag in het lager niet de minste of geringste speling voorkomen, aangezien men dan met de fijnregeling niets kan uitrichten.

Een *tandradoverbrenging* is bij solide constructie zeer goed gebleken. (*General Radio*). Een overbrenging van ca. 1 : 8 is

daarbij welhaast het maximum. Voor nog grootere overbrengingen zijn *tussenraderen* noodig òf een *wormoverbrenging*.

Hoofdknop en condensator-as moeten dan door een *wrijvingskoppeling* met het fijnregelmechanisme verbonden worden. Bij wat groote overbrenging, en in elk geval bij een wormoverbrenging, kan men onmogelijk het heele mechanisme in beweging brengen door

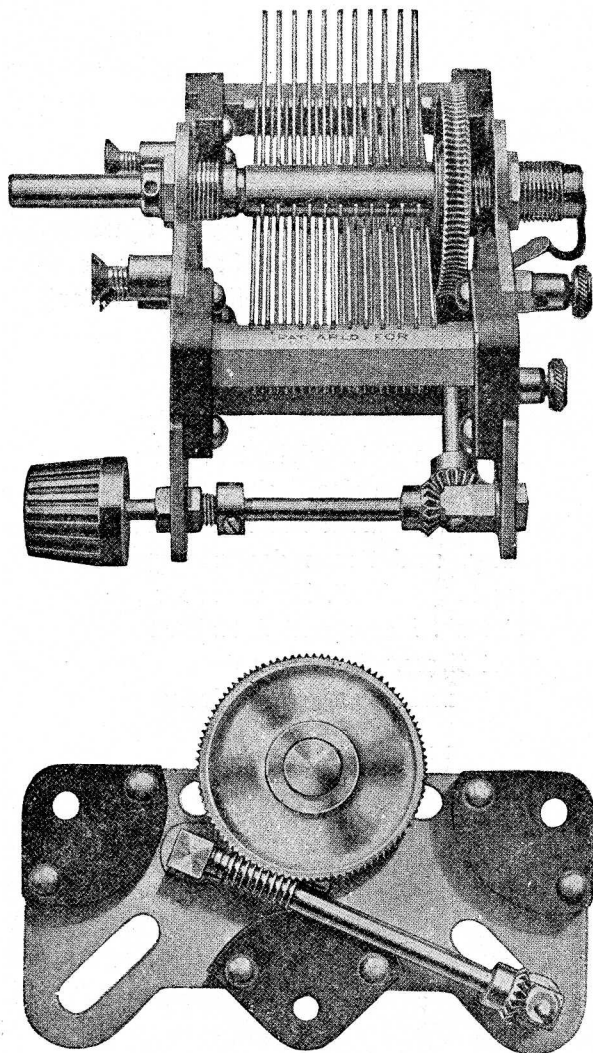


Fig. 71. Tandrad-worm overbrenging van 1 : 100 op condensator van de American Brand Co.

draaien aan den hoofdknop. Een mechanisme, dat de fijnregeling in of uit kan schakelen, is ook wel goed.

Een gecombineerde tandrad-worm-overbrenging van 1 : 100 is verwezenlijkt in de condensatoren van de *American Brand Corporation*. De speciale laboratorium-precisie-condensatoren van General Radio hebben een overbrenging van 1 : 50, zie fig. 34.

Een zeer goede vorm van *wrijvingsoverbrenging* tusschen flexible metalen schijven vindt men o.a. in de U. S. Tool en Gecophone condensatoren, fig. 72. Deze soort van overbrenging voldoet buitengewoon goed en loopt zeer soepel zonder de minste speling.

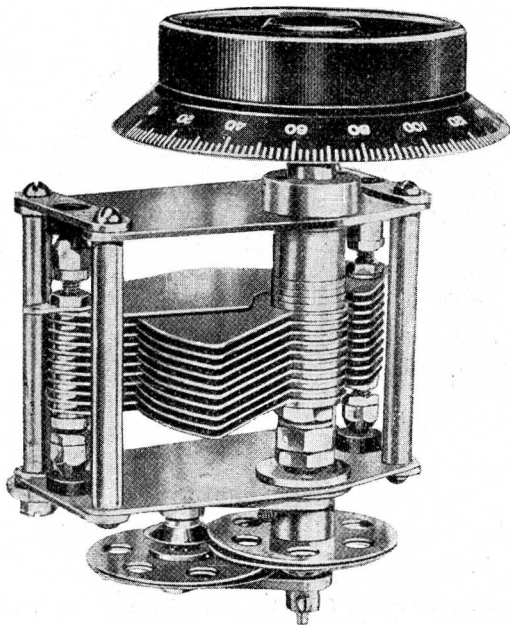


Fig. 72. Gecophone draaicondensator met wrijvings-fijnregeling.

Een aardig idee is verwerkt in de Wade-condensator, waarbij *twee* stellen beweegbare platen in elkaar *schuiven*. Ook hierbij is een vertragsmechanisme toegepast, echter is eenige speling daarin aanwezig.

Ook bij den Newey-condensator komen twee stellen beweegbare platen voor, welke tegengesteld roteerende bewegingen met gelijke hoeksnelheid kunnen uitvoeren.

Zoals ook dadelijk wiskundig aangetoond kan worden, is de resultante van een dergelijken bewegingsvorm een gewone *recht-lijnige* beweging, die de beide stellen platen in dit geval relatief *ten opzichte van elkaar uitvoeren*.

Ook hier *schuiven* de platen-stellen dus in elkaar, hoewel ieder stel op zich zelf ten opzichte van het frame draait!

Voor al in den laatsten tijd zijn talloze andere interessante constructies op de markt verschenen — het zou ons te ver voeren alle constructies afzonderlijk te behandelen. Aan de hand van bovenstaande voorbeelden kan men zich evenwel zelf een oordeel vormen over andere typen.

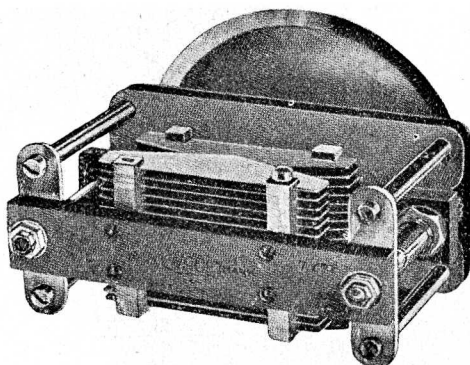


Fig. 73. Wade schuifcondensator.

### Fijnregelknoppen.

Een andere, handige oplossing van het vraagstuk is de fijnregelknop, d. i. een knop met *ingebouwd* fijnregel-mechanisme. Zulke knoppen moeten niet alleen aan de condensator-as vastgeschroefd worden, maar moeten, het zij vast of slippend, met de frontplaat worden verbonden om de reactie op te nemen.

Een directe tandradoverbrenging van 1 : 8 geeft de General Radio fijnregeling (doorsnede 10 cm.).

DE RICHTING, waarin de overbrenging werkt, is ook een belangrijk punt. Bij enkelvoudige tandradoverbrenging (G-R) werken vanzelf hoofdknop en fijnregelknop in tegengestelde richtingen. Voor kleine overbrengingen kan dat weinig kwaad, hoewel het zeer zeker een bezwaar is.

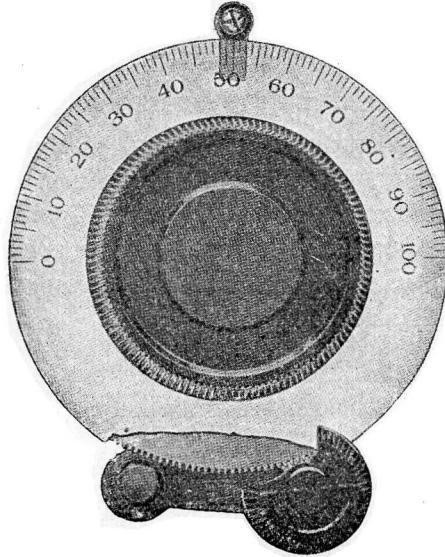


Fig. 74. Fijnregelknop met tandradoverbrenging van 1 : 8. (General Radio).

Een bijzonder zuiver afgewerkte fijnregelknop, waarbij alléén fijngeregeld kan worden en waarbij fijnregelknop en schaalverdeling inderdaad in dezelfde richting draaien, is de NATIONAL VELVET VERNIER DIAL. Hierbij moet een metalen plaat aan de achterzijde van den knop met vier schroefjes aan de frontplaat vastgeschroefd worden. De busvormige as van den knop schuift

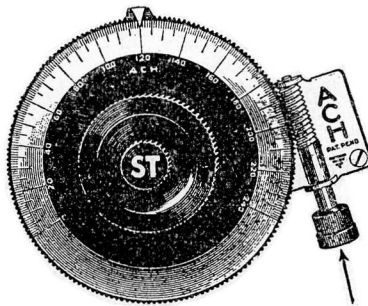


Fig. 75. A. C. H. fijnregelknop.

over de condensator-as en wordt aan de achterzijde van de frontplaat aan de as vastgeschroefd.

De overbrenging is ca. 1 : 5 — juist geschikt voor omroepontvangst of bijv. op een golfmeter.

Het mechanisme bevat een wrijvingskoppeling met planeet-schijfjes — slip is evenwel niet mogelijk. Speling is eveneens geheel afwezig!

Een voorbeeld van wormoverbrenging, met vaste bevestiging van het wormlager aan de frontplaat, vindt men in den A. C. H. fijnregelknop, met overbrengingen van 1 : 156 en 1 : 215. Daarbij kan de condensator-as óók verdraaid worden zonder fijnregeling, direct door middel van den hoofdknop. Het wormwiel van de fijnregeling is nml. slippend op de as bevestigd.

Voor praktisch gebruik doet men goed, het te kleine fijnregelknopje te vervangen door een grooteren knop met een verlengsteel.

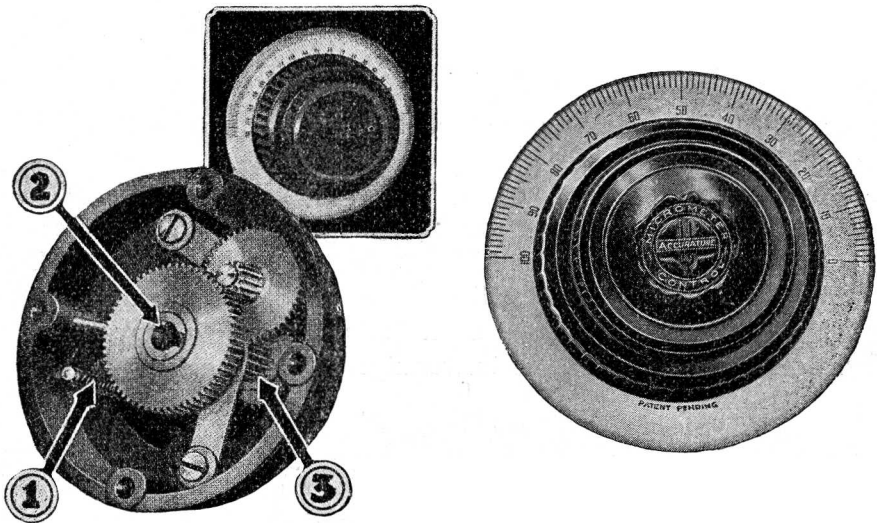


Fig. 76. Accurate fine-tuning knob, overbrenging 1 : 80. Het onderste deel van de figuur laat het inwendige zien.

Bij heel groote overbrenging is het zeer gewenscht, dat fijnregelknop en hoofdknop in dezelfde richting werken. Men went er niet gauw aan, dat rechtsom draaien van den fijnregelknop de condensator-as linksom doet draaien, vooral, wanneer de beweging van de laatste zóó langzaam is, dat men die haast niet zien kan! Vooral voor ongeoeffenden kan zoo'n constructie groote bezwaren opleveren.

Ook is het prettig, wanneer rechtsom draaien een *toename* in

capaciteit (en dus ook in golflengte) veroorzaakt. Is de knop tevens van een schaalverdeling voorzien, dan moet dus *rechts het nulpunt* voorkomen.

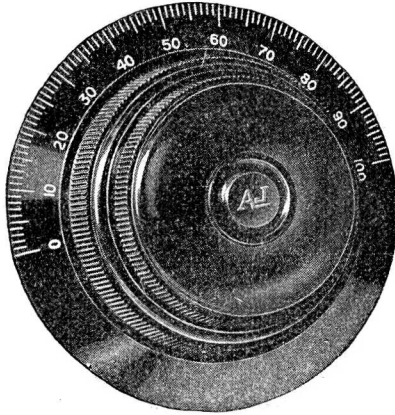


Fig. 77. Accuratune Junior fijnregelknop van bakeliet. Overbrenging 1 : 150.

Een zeer goede fijnregelknop met ingebouwde tandradoverbrenging met tusschenraderen is de ACCURATUNE, welke een overbrenging van 1 : 80 toelaat. Fijnregelknop en hoofdknop werken hierbij eveneens in gelijke richtingen. De speling is zéér

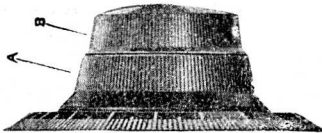
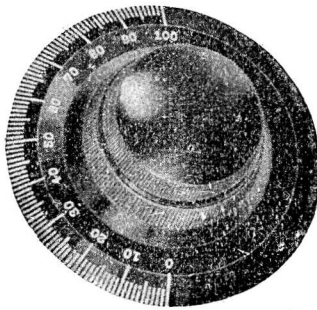


Fig. 78. E. Z. Toon fijnregelknop 1 : 50.

A = directe regeling.

B = fijnregeling.

gering, in elk geval niet hinderlijk. Directe regeling met den hoofdknop is mogelijk, aangezien de knop-schaal door tusschenkomst van een kurkring slippend aan de frontplaat verbonden is.

Een overbrenging van ca. 1 : 50 geeft de E. Z. Toon Dial. Echter kan men met deze fijnregeling niet dóórdrainen, maar moet men met den hoofdknop grof-instellen. De fijnregeling werkt dan over een bereik van ca. 3 schaaldeelen van den hoofdknop. Van speling is hierbij vrijwel niets merkbaar!

Nog vele andere goede constructies zijn in den handel.

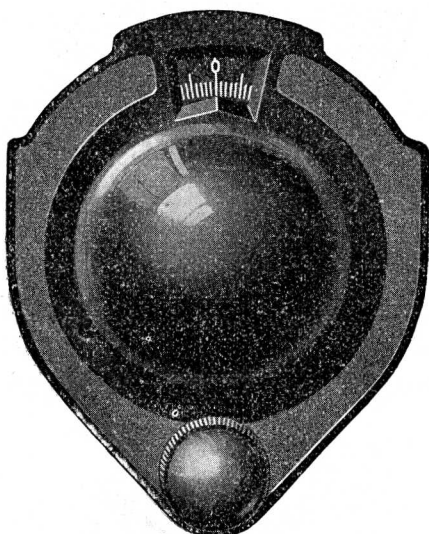


Fig. 79. Vernier Port fijnregelknop 1 : 14 schaal 0—200.

Dergelijke knoppen zijn zeker handig, maar die met zeer groote overbrenging zijn naar onze meening gewoonlijk nog niet met voldoende zuiverheid afgewerkt om aan moderne eischen volkomen tegemoet te komen. Het ware zeer gewenscht dat fabrikanten aan deze kwestie eens wat meer aandacht gingen besteden!

Alle knoppen bestelle men s t e e d s met SCHAAL VAN 0 TOT 100 en NULPUNT RECHTS (z.g. „clockwise”).

### Speling.

Speling in het lager van de condensator-as is op z'n zachtst gezegd, volstrekt ontoelaatbaar.

Speling in de fijnregeling is voor gewone ontvangst wel zeer



hinderlijk, maar kan nog wel geduld worden. Onder „speling verstaan we *hier*: speling bij het heen- en terugdraaien. <sup>1)</sup> Bij groote overbrenging kan men speling *onmogelijk op het gevoel constateeren*.

Men onderzoeke de grootte van speling door af te stemmen op een ongedempt station. De toonhoogte moet dan zooveel mogelijk evenredig op en neer gaan, zelfs bij zeer gering heen- en weerdraaien van den fijnregelknop. Bij wat groote speling verandert de toonhoogte niet direct bij het terugdraaien („doode gang”).

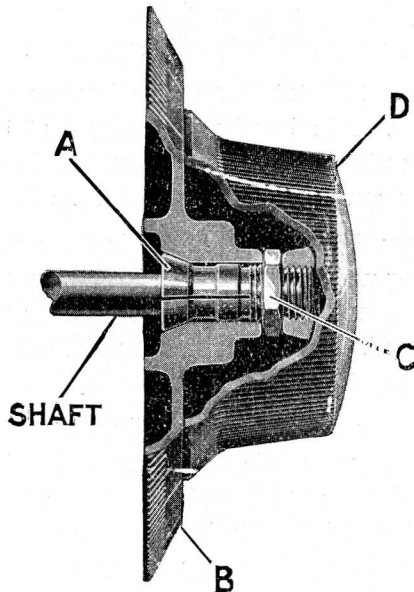


Fig. 80. Conische bevestiging van de knop aan de as waardoor wiebelen wordt vermeden.

Bij overbrengingen tot 1 : 10 behoeft nooit eenige speling voor te komen. Om bij een overbrenging van 1 : 100 speling geheel te voorkomen, is reeds een groote nauwkeurigheid van constructie noodig, maar mogelijk is het zeer zeker nog wel. Bij nog grootere overbrengingen is eenige speling welhaast onvermijdelijk, vooral na langdurig gebruik.

In het algemeen zijn groote wormoverbrengingen minder onder-

<sup>1)</sup> Z.g. „back-lash”.

hevig aan speling dan tandradoverbrengingen met veel tusschenraderen.

De waarde van een fijnregeling is bijzonder sterk afhankelijk van de kleinheid van de speling !

### **De Grootte van de Overbrenging.**

De meest geschikte grootte van de overbrenging is in hooge mate een kwestie van persoonlijke „smaak"! Toch zijn enkele algemeene regels wel te geven.

Voor golven, langer dan 500 meter (waarmee we hier dus niet te maken hebben) is een overbrenging van 1 : 5 voldoende *en altijd gewenscht*, vooral voor telefonie-ontvangst en voor ongeoeffenden.

Voor golven van 200 tot 500 meter is voor geoeffende handen een overbrenging van 1 : 5 wel voldoende; 1 : 20 is zeer goed en meer dan 1 : 50 is niet noodig. Voor ongeoeffende omroepuisterraars is 1 : 20 minstens gewenscht en zelfs tot 1 : 100 zeer bruikbaar.

Voor golven van 50 tot 200 meter is voor gewone zwevings-ontvangst 1 : 5 nog wel bruikbaar, doch alleen voor geoeffende handen! Voor telefonie-ontvangst is 1 : 20 minstens noodig en 1 : 100 tot 1 : 200 zeer goed. Voor ongeoeffenden zou een overbrenging van minstens 1 : 200 noodig zijn.

Voor golven korter dan 50 meter, bijv. ca. 10 meter, neme men de grootste overbrenging, die men kan krijgen! Bij zeer groote overbrengingen, bijv. 1 : 1000, ondervindt men vaak moeilijkheden door de elasticiteit van het materiaal! Men moet het dan niet alleen zoeken in een groote overbrenging, maar bovendien in een klein meetbereik, door gebruik van zeer kleine condensatoren, bijv. van 100 micromicrofarad max. of kleiner nog.

Voor gebruik in een *golfmeter* is een groeter overbrenging dan ca. 1 : 20 meestal niet gewenscht, omdat men daarmee moeilijk volgens de klikmethode te werk kan gaan. Speling in de fijnregeling is dan ook volstrekt ontoelaatbaar.

Wenscht men den *golfmeter* hoofdzakelijk als zwevingsgolfmeter te gebruiken, dan is een groote overbrenging natuurlijk wel gemakkelijk, hoewel men voor dit doel met een overbrenging van slechts 1 : 5 nog vrij goed kan instellen, zelfs op 10 meter golf!

## VII.

### SPOELLEN EN SPOELHOUDERS.

Met zeer hoogfrequenten wisselstroom (korte golf) zijn nog zóó weinig betrouwbare metingen gedaan aan spoelen, dat nog volstrekt niet vaststaat, welke spoelvorm en welke draadsoort „de beste” zijn. In elk geval staat het wèl vast, dat de verliezen het geringst zijn bij gebruik van zoo min mogelijk materiaal voor het spoelgeraamte en den spoelhouder. Luchtisolatie veroorzaakt immers in elk geval geen verliezen.

Vanzelf komt men (in verband hiermee) in strijd met eischen van stevigheid en eenvoudige constructie. En het sluiten van een compromis tusschen al die tegenstrijdige eischen is nu juist de groote moeilijkheid!

Om eenig idee te krijgen, welke eischen het zwaarst wegen, de electriche of de mechanische, zullen we beide aan een beschouwing onderwerpen.

De electriche verliesoorzaken kunnen verdeeld worden in vier hoofdrubrieken:

- I. Verliezen door inductie. (Wervelstroomen).
- II. Verliezen door weerstand. (Stroomverdringing).
- III. Verliezen door isolatie-lek.
- IV. Verliezen door eigen capaciteit (diëlectriche verliezen) en capaciteit t.o.v. andere toesteldeel.

De voornaamste mechanische eischen zijn:

- I. Stevigheid en onvervormbaarheid.
- II. Compactheid.
- III. Eenvoudigheid.

#### **Wervelstroom-Verliezen.**

Wordt een spoel door een wisselstroom doorgeloopt, dan heeft dat tengevolge, dat een wisselend magnetisch veld, een magnetisch

wisselveld, wordt opgewekt. In naburige metalen voorwerpen, in het algemeen in geleiders, worden daardoor wisselstromen geïnduceerd, z.g. wervelstromen.

Heeft het materiaal zeer lagen soortelijken weerstand, dan zijn die wervelstromen sterk en veroorzaken in hoofdzaak een *vermindering in zelf-inductie* van de spoel. Het wisselveld, dat de stroom op hun beurt opwekken, is nml. in tegenfase met het veld van de spoel. In verband met den lagen weerstand van het materiaal behoeven de energieverliezen niet altijd groot te zijn — echter is voor een bepaalde zelfinductie meer draad benodigd, tengevolge waarvan de spoelweerstand toch vrij groot uitvalt. Wil men spoelen afschermen in metalen (roodkoperen) hulsels, dan heeft men terdege met het bovenstaande rekening te houden!

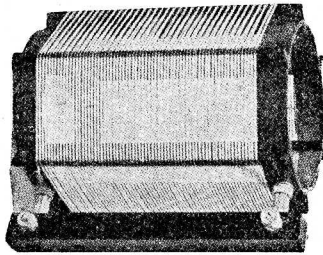


Fig. 81. Een goede constructie voor kortegolfspoelen. (Baltic).

Heeft het materiaal een hoogen soortelijken weerstand, dan zijn de energieverliezen gewoonlijk wèl zeer groot, hetgeen zich uit in groote demping van den trillingskring, waarvan de spoel deel uitmaakt.

Is het metaal magnetisch, dan komen daarbij nog z.g. hysteresisverliezen, vooral groot op korte golf. Spoelen scherme men dus niet af met ijzeren hulsels !

Ook in het koper van de spoeldraad zelf treden wervelstroomverliezen op, die zeer veel grooter zijn, naarmate het kopervolume grooter en de golfenlge korter is. Op korte golf kan daarom een toename in draaddiameter, zelfs wel een *toename* in weerstand tengevolge hebben, doordat de wervelstroomverliezen meer toenemen dan de ohmsche weerstand afneemt ! (Zie fig. 83.)

Ook in het materiaal van frontplaat en spoelgeraamte worden wervelstroomen geïnduceerd. Deze stroomen zijn wel heel zwak, maar de weerstand is zeer hoog, zoodat de daardoor ontstane verliezen onder omstandigheden toch vrij aanzienlijk kunnen zijn. Meestal is deze verliesoorzaak wel te verwaarloozen. De verliezen in het isoleerend geraamte van spoelen zijn vooral op korte golf hoofdzakelijk wel van diëlectrischen aard.

Aan kortegolfspoelen moet daarom steeds zoo min mogelijk materiaal verwerkt zijn. *Ook moet het isolatiemateriaal steeds op die plaatsen aangebracht worden, waar dit het minste kwaad kan, d.w.z. waar de magnetische en vooral de elektrische veldsterkten het geringst zijn.* Dus zoover mogelijk van de windingen af en vooral niet er tusschen.

Kortegolfspoelen moeten steeds „licht en luchtig” zijn!

Overigens wenschen we op te merken, dat ook hierbij schromelijke overdrijving in de toepassing van de z.g. „low-loss” strijdkreet schaden kan, wanneer daardoor stevigheid en compactheid in het gedrang komen. De grootte van de *wervelstroomverliezen* in goed isolatiemateriaal (bakeliet, radion) wordt vaak ten zeerste overschat. Het grootste deel van het totale verlies in kortegolfspoelen wordt gewoonlijk wel gevormd door het koperverlies en daarnaast door de diëlectrische verliezen in isolatie- en steunmaterialen. Ook lekverlies tengevolge van slechte isolatie (vochtige honingraatspoelen bijv.) komt vaak voor.

### **Stroomverdringing.**

De weerstand van een stuk draad voor gelijkstroom, de gelijkstroomweerstand, heeft voor dat bepaalde stuk draad altijd een vaste waarde, slechts gering veranderende met de temperatuur, en is dus vrijwel constant.

Voor wisselstroom is de *verliesweerstand* van datzelfde stuk draad echter steeds grooter en niet constant. De weerstand is het grootst bij hooge frequentie (korte golf) en is dan vaak zelfs vele tientallen malen grooter dan de gelijkstroomweerstand, tengevolge van het *stroomverdringingseffect*, dat men aldus kan verklaren:

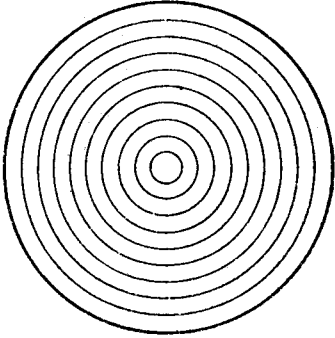


Fig. 82a Stroomverdeling van gelijkstroom in een massieven draad.

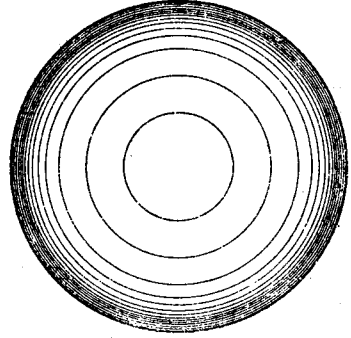


Fig. 82b Stroomverdeling van hoogfrequenten wisselstroom in een massieven draad.

Beschouwen we een met wisselstroom doorvloeide rechte geleider (denken we de doorsnede groot) dan induceert het concentrische magnetische wisselveld wervelströmen, welke in het buitenste deel van de geleider gericht zijn volgens den hoofdstroom en meer naar het midden tegengesteld aan den hoofdstroom.

De resulterende stroomsterkte in het buitenste deel van den geleider (de huid, Eng. „skin”) is dus grooter dan in het midden — deze stroomverdeling is voorgesteld in fig. 82b.

Hoe hooger de frequentie is, des te geprononceerder is dit z.g. skin-effect. De naam stroomverdringing wijst op de „verdringing” van den stroom naar den buitenkant van den geleider.

Zonder meer is duidelijk dat bij materiaal met hooge permeabiliteit (ijzer) dit effect zeer sterk zal zijn, wegens de vergrooting van het magnetische wisselveld.

Is daarentegen de soortelijke weerstand groot, dan zijn de geïnduceerde wervelströmen minder sterk en treedt minder stroomverdringing op.

Doordat het grootste deel van den stroom door de buitenste huid vloeit en het midden dus maar weinig meedoet aan de geleiding van den wisselstroom, is het net alsof de draad een geringeren totaal-diameter had. Dit komt overeen met een verhooging van den verliesweerstand en wel in verhouding des te meer, naarmate de draad dikker is (die buitenste huid maakt dan een zooveel geringer deel uit van de totaal-doorsnede). Men kan gerust de draad hol maken

(buis). zonder dat de weerstand voor hoogfrequenten wisselstroom noemenswaard vergroot wordt.

Bij zeer *dun* draad daarentegen vult de „huid” a.h.w. bijna de heele doorsnede en is de wisselstroom-verlies-weerstand *niet*

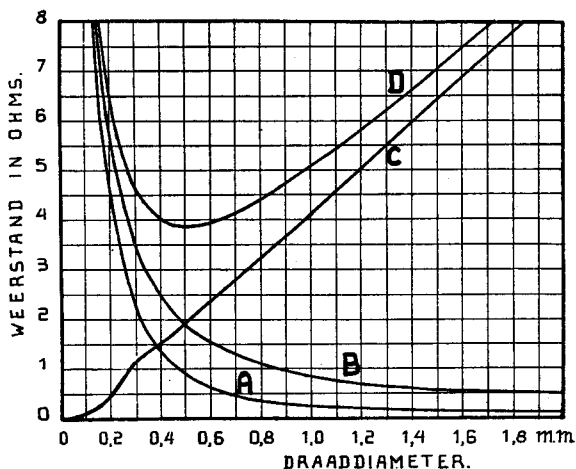


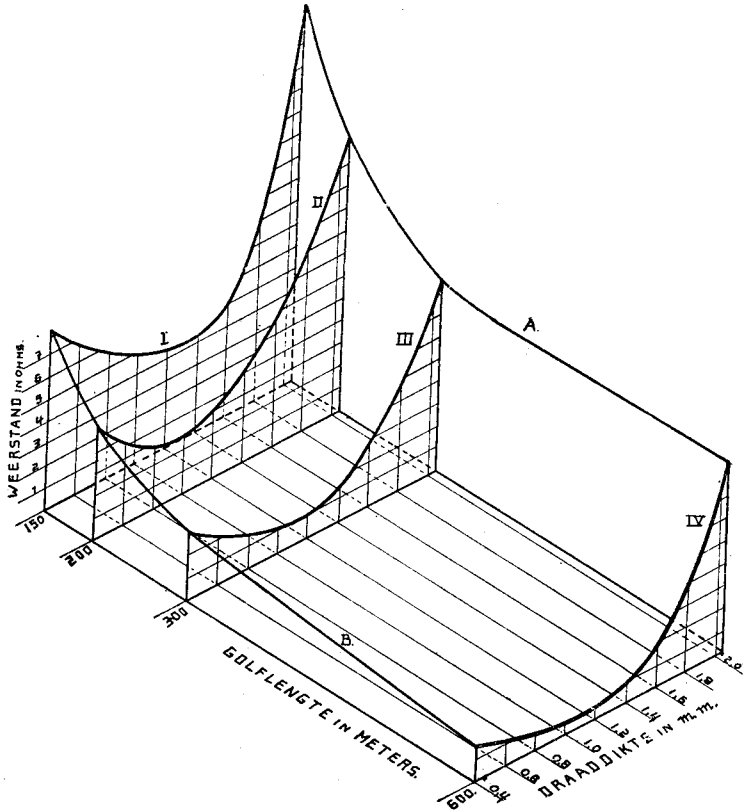
Fig. 83. Bovenstaande figuur illustreert den invloed van de draaddikte op den hoogfrequentweerstand van een spoel. De krommen hebben betrekking op een meerlagige spoel met uitwendigen diameter van 10 cm., een lengte van 1,25 cm. en een windingsdiepte van 2 cm. Windingstal 40. Zelf-inductie ca. 150 microhenry.

Kromme A geeft den gelijkstroomweerstand als functie van den draaddiameter, kromme B den hoogfrequentweerstand van het draad, wanneer dit recht uitgespannen ware — bij een golflengte van 300 meter. Wanneer het draad opgespoeld wordt, stijgt de weerstand tengevolge van wervelstroomverliezen (zie tekst). Deze toename in weerstand wordt voorgesteld door kromme C en is, zooals te verwachten is, het grootst voor dik draad. Kromme D, welke de som is van B en C, stelt den totaalweerstand voor van de spoel als functie van de draaddikte. Blijkbaar treedt een minimum op bij ca. 0,4 mm., hetgeen dus *voor deze spoel* de gunstigste draaddikte is bij een golflengte van omstreeks 300 meter.

De getallen in de figuur zijn gevonden door berekening. De gemeten waarden zijn gewoonlijk ca. 20 à 25 % grooter, o.a. tengevolge van bijkomende diëlectrische en lekverliezen in het isolatie materiaal.

Teekent men kromme D voor verschillende golflengten, dan verkrijgt men een verloop als in fig. 84 voorgesteld is.

Voor berekening van de gunstige draaddikte voor spoelen van uiteenlopenden vorm — ook voor litzedraad — verwijzen we naar de artikelen van S. Butterworth in „Experimental Wireless” van April, Mei, Juli en Augustus 1926 en voorts in „The Wireless World” Vol. XIX no. 23 en 24 — waaraan bovenstaande figuur is ontleend.



(Pickard).

Fig. 84. Deze figuur toont, hoe voor een bepaalden spoelvorm de verliesweerstand afhangt van draaddikte en golflengte. Alle spoelen zijn gewikkeld van dubbelkatoen geïsoleerd draad, op een mal met 11 pennen, in een cirkel van bijna 8,5 cm. diameter, met zóoveel windingen, dat de zelfinductie telkens 100 microhenry bedraagt.

Kromme I, II, III en IV geven ieder aan, hoe de weerstand afhangt van de draaddikte, respectievelijk bij 150, 200, 300 en 600 meter golflengte. De gunstigste draaddikte is blijkbaar afhankelijk van de golflengte. Voor alle golven tusschen 150 en 600 meter schijnt 0,9 à 1,5 mm. wel het beste te zijn; tenminste voor dezen spoelvorm en bij deze isolatiedikte (spatieering). De aard van de krommen blijft echter gelijk, d. w. z. dat men bij korte golven en geringe spatieering der windingen altijd beter wat te dun dan te dik draad kan gebruiken. Ook is te zien, dat 0,3 mm. draad (zooals voor honingraatspoelen gebruikt wordt) veel te dun is.

Krommen A. en B. geven aan, hoe de weerstand afhangt van de golflengte, respectievelijk bij gebruik van draad van 0,4 en 2 mm. dikte.



zooveel malen grooter als de gelijkstroomweerstand. Dun draad heeft echter *altijd* grooter weerstand, ook voor gelijkstroom. Vandaar, dat men gewoonlijk toch betrekkelijk dik draad gebruikt, of beter nog: holle draad, dunwandige pijp.

Wikkelt men de draad op tot een spoel, dan wekt ook het wisselveld *van de heele spoel* wervelstroomen op in ieder stuk van de draad — het veld van elke winding induceert nml. wervelstroomen in zichzelf (skin-effect) èn in de naastliggende windingen. Het gevolg hiervan is, dat, wanneer de draad opgespoeld is, de stroomverdeeling toch nog anders is, dan in fig. 82b voorgesteld is.

Tengevolge van dit tweede effect kan buis voor spoelen soms nog beter zijn dan massief draad. Spoelen van plat band (zooals in zenders vaak gebruikt worden) wikkele men daarom niet hoogkant maar vlak-kant.

### Isolatie.

Lekverliezen door onvoldoende isolatie van de windingen ten opzichte van elkaar treden vooral op korte golf zeer sterk op den voorgrond. Immers, bij het gering aantal windingen van kortegolfspoelen is de spanning per winding zeer veel grooter dan bij spoelen van bijv. 1000 windingen; tot 100 maal zooveel en meer nog!

Nu is het energieverlies tengevolge van lek evenredig met het *kwadraat* van de spanning.

Aan de isolatie van de windingen ten opzichte van elkaar dient dus vooral op korte golf de meeste zorg besteed te worden. Vocht is zeer schadelijk; geverniste spoelen dienen terdege gedroogd te worden (electrisch). Vooral met honingraatspoelen gebeurt dit vaak nog niet voldoende.

### Eigencapaciteit.

Tengevolge van de capaciteit van de windingen volgt de hoogfrequente wisselstroom niet geheel de draadwindingen, maar „leki” capaciteef van den eenen draad op den naastbijliggenden en zoo voort. Afgezien van de diëlectrische verliezen, is een groote eigencapaciteit altijd zeer ongewenscht, omdat daardoor in de spoel locale stroomen optreden, die de totaalverliezen aanzienlijk verhoogen.

De eigencapaciteit kan verminderd worden:

I. Door te spatieeren en door bijzondere wikkelmethode toe te passen.

II. Door zoo min mogelijk isolatiemateriaal tusschen de windingen te gebruiken. Vernissen of paraffineeren verhoogt de eigencapaciteit; gelukkig evenwel maar zeer weinig.

III. Door de windingen een kleinen diameter te geven, zoodat de spanning per winding kleiner wordt. Er zijn dan wel meer windingen noodig, maar alle windingen staan in serie, dus ook de eigencapaciteiten.

Smooerspoulen wikkele men daarom steeds met een kleinen diameter: hoe korter de golf is, waarvoor ze moeten dienen, hoe kleiner de diameter moet zijn.

Bij ontvangspoelen is een te kleine diameter echter ook niet gewenscht, omdat men ze dan niet vast genoeg met elkaar kan koppelen. — Men ga niet beneden ca. 5 cm als laagste grens.

### HOE MEN GOEDE SPOELEN MAAKT.

De moeilijkheden met genereeren, die velen op de korte golf ondervinden en daardoor: geringe geluidsterkte en selectiviteit; vinden hun oorzaak zeer vaak in het gebruik van ongeschikte spoelen, meestal honingraatspoelen met de bekende, veel verliezen veroorzakende houders! Dat we in hoofdstuk II nog melding maakten van windingtallen van honingraatspoelen, is alléén gedaan ter vergelijking en ook, omdat diezelfde opgaven van toepassing zijn op andere spoelvormen. Trouwens, we hebben direct gewezen op het voordeel van andere spoelvormen en wikkelmethode.

In den laatsten tijd zijn in den handel verkrijgbaar verschillende soorten uitstekende kortegolfspoelen. Men hoeft dus niet bepaald tot zelfmaken over te gaan. Aan de hand van het navolgende kan men zich een oordeel vormen over de bruikbaarheid van diverse spoelsoorten.

#### De Spoelvorm.

De beste spoelvorm is die, waarbij het spoelgeraamte uit zoo min mogelijk materiaal behoeft te bestaan en voor de gewenschte zelfinductie een minimum aan draad noodig is.

Bij gebruik van betrekkelijk dik, stijf draad kan men een geraamte vaak wel geheel missen. Te dik draad mag men echter niet gebruiken en bij een tamelijk groot aantal windingen is eenig geraamte toch altijd wel noodig. Ook bij gebruik van litze-draad is steeds een geraamte noodig. Spoelen zonder geraamte zijn nooit bruikbaar voor golfmeters wegens hun vervormbaarheid.

Hieronder zullen we de meest geschikte spoelvormen aan een beschouwing onderwerpen. Daarbij kunnen we al dadelijk een indeeling maken in twee rubrieken, nml.: *cylinderspoelen* en *vlakke spoelen*. Bij cylinderspoelen gaat de wikkeling van links naar rechts, bij vlakke spoelen van binnen naar buiten.

Honingraatspoelen en spinnewebspoelen moeten tot de vlakke spoelen gerekend worden. Spoelen met bankwikkeling vormen een combinatie van beide spoeltypen; iedere „trap” is nml. een vlakke spoel en alle staan in serie van links naar rechts.

Cylinderspoelen moeten steeds zóó opgesteld of in den spoelhouder gestoken worden, dat het laagspanningeind van den secundairen kring (de gloeidraadzijde) naar de terugkoppelspoel gekeerd is; bij vlakke spoelen moet het laagspanningeind buiten komen. En omgekeerd moet ook het laagspanningeind van de terugkoppelspoel naar de secundaire spoel gericht zijn.

### **Cylinderspoelen.**

Voor kortegolfwerk kan men cylinderspoelen het eenvoudigst wikkelen op stukken kartonnen teekenkoker, die men vooraf in paraffine uitkookt, totdat ze geheel droog zijn, kenbaar doordat er dan geen belletjes uit het paraffinebad meer opstijgen.

Wil men uitwisselbare spoelen maken, dan monteere men iedere spoel op de op foto 15 zichtbare wijze met gewone spoelstekers; niet met band, maar met twee *dunne* montageboutjes van ca. 3 mm. Dergelijke spoelen zijn bijzonder geschikt voor golfmeters, minder voor ontvang-doeleinden, omdat men ze door de groote lengte moeilijk in gewone spoelhouders kan gebruiken. Men zou ze dan echter niet langer dan ca. 3 cm. kunnen maken en bijv. van 7½ à 12½ cm. diameter. In *dit* geval is monteeren met band wel het eenvoudigste, maar de daarvoor gebruikelijke metaalplaatjes leveren verliezen op, wanneer de golfenlengte kort is.

Gebruikt men een toestel met Reinartz-Weagant terugkoppeling, dan kan men natuurlijk weer wèl lange spoelen gebruiken en tegelijk den gewonen scharnierenden spoelhouder missen. Voor de verschillende golfbereiken kan men dan immers sec. spoel en terugkoppelspoel op dezelfde kokers wikkelen en deze uitwisselbaar maken met drie veerende pennen. Boven op het toestel heeft men dan, inplaats van den gewonen spoelhouder, slechts drie stekerbussen noodig. Ook in electrisch opzicht is dit misschien nog wel de beste oplossing van het spoelhouder-vraagstuk.

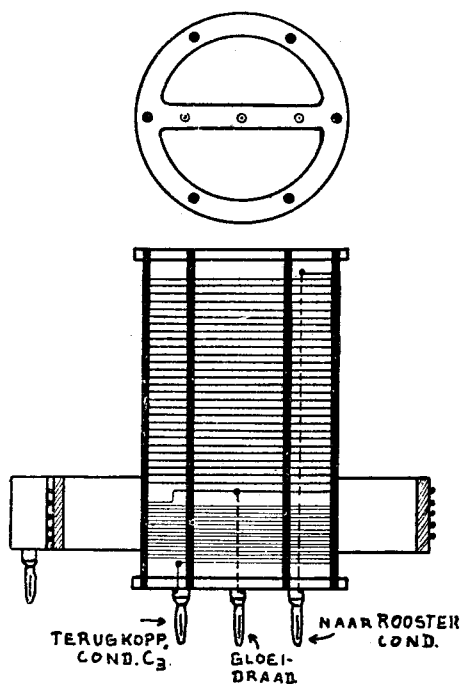


Fig. 85. Uitwisselbare spoelen voor een toestel met Reinartz-Weagant terugkoppeling.

Door deze constructie kunnen draaibare spoelhouders vervallen en de spoelen bevatten een minimum aan vast materiaal. De bedoeling is, de spoelen *boven op het* toestel te plaatsen, zoodat ze geheel vrij in de lucht komen te staan.

De antennespoel bestaat dan uit een grooten ring van  $1\frac{1}{2}$  maal de diameter van de sec. spoel, waarop, met onafgestemde antenne, ca. 5 windingen gewikkeld zijn. Ook de antennespoelen kunnen uitwisselbaar zijn. De koppeling van den antennekring met de secundaire wordt geregeld door antennespoelen met meer of minder windingen in te steken. Met afgestemden antennekring wordt de afstemming geregeld met een voorschakelspoel.

Bij bovenbeschreven spoelvormen is al het materiaal van het geraamte in de onmiddellijke nabijheid van de windingen, dus daar, waar de veldsterkten het grootst zijn. Beter is daarom, den koker geheel weg te laten en te vervangen door een geraamte van dunne latjes (fig. 86), die dan natuurlijk zoo dun mogelijk moeten zijn,

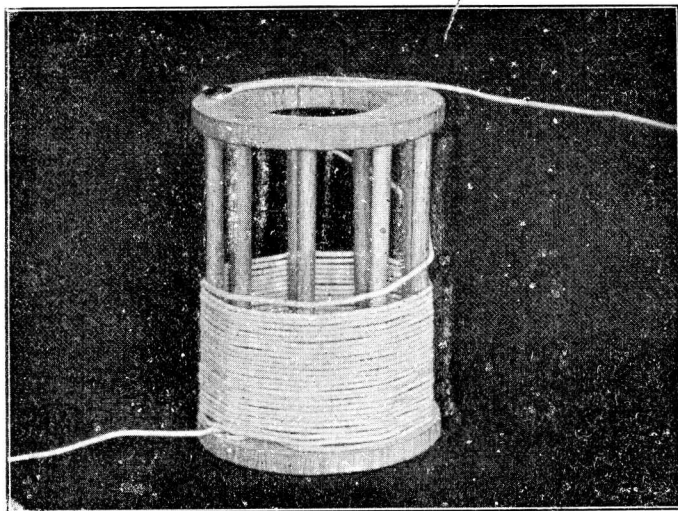


Fig. 86. Spoelgeraamte voor kortegolfspoelen. Men doet goed, het geraamte nog wat lichter te construeeren, dan het hier afgebeelde.

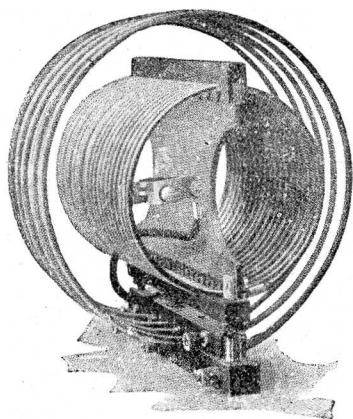


Fig. 87a.

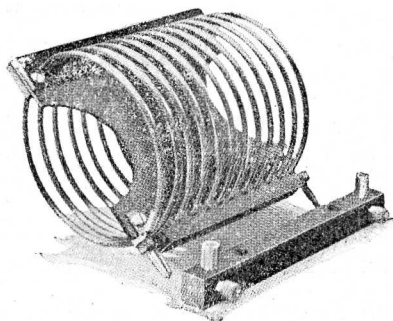


Fig. 87b.

Uitwisselbare cylindrspoelen (Baltic Co.) voor kortegolf met houder. Dergelijke spoelen zijn ook zeer bruikbaar in zenders voor gering vermogen.

als de stevigheid maar eenigszins toelaat. Men kan zeer geschikt houten breinaalden gebruiken (niet te dikke). Een dergelijk spoelgeraamte is uit electrisch oogpunt al zeer goed.

Gebruikt men niet al te dun massief draad, dan kan men het geraamte wel geheel missen, volgens de constructie van fig. 88. Zulke spoelen worden op mallen gewikkeld, bestaande uit — al naar gelang de wikkelmethode — een *oneven* of *even aantal* pen-  
nen, in cirkelvorm in een plankje geslagen. Men kan daarvoor dikke spijkers *door en door* in een plank van ca. 1 cm. dikte slaan, in een cirkel met bijv.  $4\frac{1}{2}$  cm. straal, (zie fig. 89).

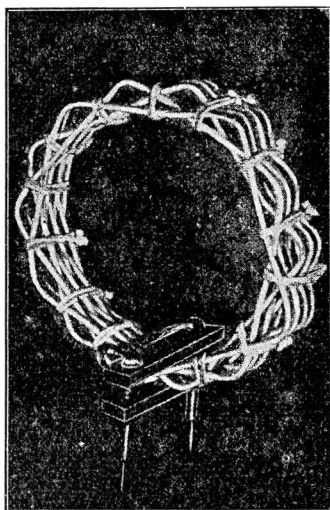


Fig. 88.

Voor een toestel met uitwisselbare spoelen doet men het beste, dergelijke spoelen *niet* te voorzien van gewone spoelstekers; die geven teveel verliezen. Het beste kan men ze monteeren volgens de in fig. 89 aangegeven wijze. Foto fig. 12a laat duidelijk het gebruik van dergelijke spoelen zien in een vaste-spoelen-toestel.

De bezwaren van deze wikkelmethode zijn, dat men geen litzedraad kan gebruiken (tenzij men het litze van te voren door gesmolten paraffine haalt) en dat de montage lastig is. Voor een vastespoelentoestel zijn dergelijke spoelen echter uitstekend.

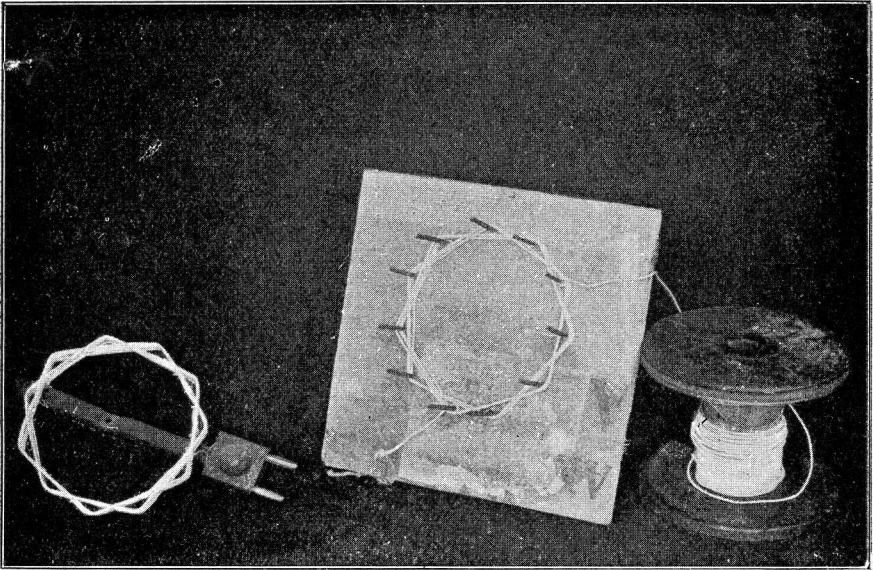


Fig. 89. Wikkelmethode van spoelen volgens fig. 90 of fig. 91.

### Vlakke Spoelen.

Hiertoe behooren o.a. de welbekende honingraatspoelen. VOOR KORTEGOLF ONTVANGST DEUGEN HONINGRAATSPOELEN NIET! Laten we slechts volstaan met te zeggen, dat vrijwel alle handelsspoelen met veel te dun draad gewikkeld zijn en met

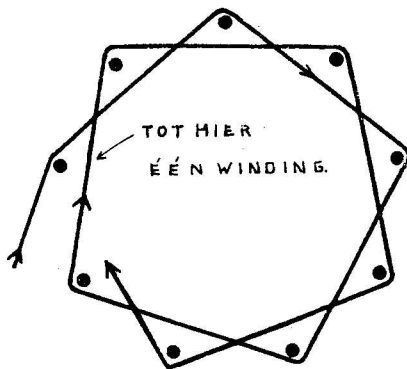


Fig. 90. Wikkelmethode van spoelen volgens fig. 88 en 89. In een cirkel met 9 cm. diameter 14 pennen slaan, en bij het wikkelen telkens één overslaan.

draad met te geringe isolatiedikte, zoodat de eigencapaciteit veel te groot is. Bovendien zijn ze gemonteerd met te veel metaal bevattende spoelstekers. Ook vochtige spoelen treft men zeer vaak aan.

Veel beter dan honingraatspoelen zijn goede *spinnewebspoelen*. Het recept voor het maken van spinnewebspoelen is als volgt:

Koop een vel z.g. ivoorkarton (niet al te dun) en knip hieruit ronde schijven van ca.  $12\frac{1}{2}$  cm. diameter. Knip hierin 7 radiale gleuven, niet meer, van 4 à 5 mm. breedte en  $3\frac{1}{2}$  cm. diepte. Kook de schijven daarna uit in parafine, of schellak ze en droog ze dan

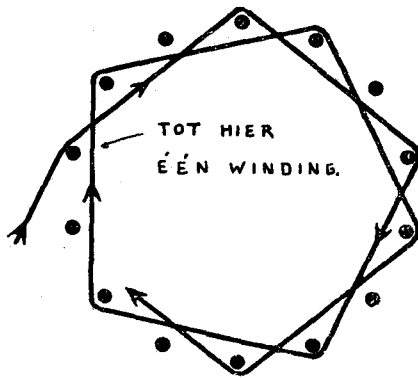


Fig. 91. Andere methode van spoel-wikkelen. In een cirkel met 9 cm. diameter 9 pennen slaan, en bij het wikkelen telkens *twéé* overslaan.

*grondig*. Wikkel op dezen vorm het benodigde aantal windingen (golfmeter!) volgens de in fig. 93 aangegeven wijze. In een vastespoelen-toestel kunnen deze spoelen heel eenvoudig vastgeschroefd worden. Wil men ze als uitwisselbare spoelen uitvoeren, dan koope men een reep eboniet of beter nog radion van 3 cm. breedte en 8 mm. dikte en zage hiervan stukken van ca.  $5\frac{1}{2}$  cm. lengte. Aan één eind schroeve men twee veerende pennen. Met twee hout-schroefjes (eboniet vóórboren) monteere men de spoelen af, zie fig. 92.

Dergelijke spinnewebspoelen bevatten voor het geraamte nogal wat vast materiaal. <sup>1)</sup> Wil men het beter doen, dan gebruike men geen kartonnen vormen, maar vormen, bestaande uit smalle ringen

<sup>1)</sup> Men kan daaraan tegemoet komen, door na de montage zooveel mogelijk materiaal te verwijderen, bijv. door al het overtollige karton af te knippen.



van gearaffineerd droog hout, waarin 7 pennen gestoken (gelijmd) zijn, evenals spaken van een rad.

Nog weer beter zijn z.g. *basketspoelen*; dat zijn eigenlijk spinnewebspoelen zonder de spaken. Basketspoelen wikkelt men op vormen en wel als volgt:

In een ronde houten klos van ca. 5 cm. diameter bore men radiaal 7 of 9 gaten van ca. 5 mm. diameter. Hierin steke men pennen (spijkers) van ca. 4 cm. lengte. Nadat de spoel op dezen vorm afgewikkeld is, naaie men de windingen met gearaffineerd touw aan elkaar, zoodat ze een stevig geheel vormen, trekke de pennén uit en schuive de spoel van de klos af.

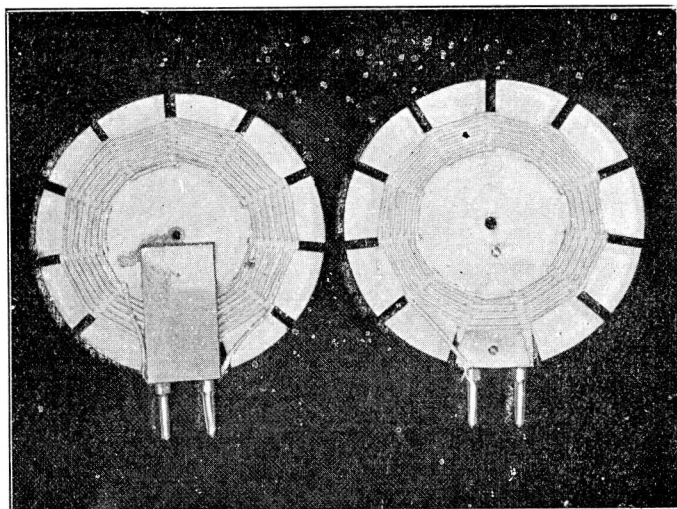


Fig. 92. Spinnewebspoelen. De rechtsche spoel heeft 12 windingen; de linksche 14. Men doet beter, slechts 7 insnijdingen te maken en na wikkeling alle overtollige karton weg te knippen.

De moeilijkheid is nu, dergelijke spoelen op eenvoudige wijze te monteeren. Fig. 89 geeft een bruikbare methode aan. Niet goed is, de spoelen in „doosjes” van hout of eboniet te monteeren, zooals men vaak ziet.

Spinnewebspoelen kan men natuurlijk zeer goed met litzedraad wikkelen. Basketspoelen ook wel, wanneer men het litze van te voren stijf maakt door het door kokende paraffine te halen. Het

komt er echter zeer op aan, uitsluitend chemisch zuivere paraffine te gebruiken.

Tenslotte kan men ook spoelen maken in den vorm van platte spiralen, gewikkeld op een kruis van twee dunne latjes.

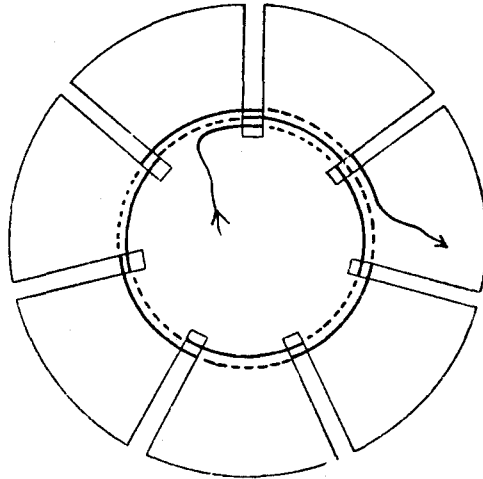


Fig. 93. Hoe men spinnewebspoulen wikkelt.

### Draadsoort en Spatieering.

Massief draad is verreweg het eenvoudigste te verwerken, maar het geeft meer verliezen dan het hierna te bespreken litze-draad. Met litze kan n.m.l. de geheele werking bedorven worden door slecht soldeeren van de dunne draadjes, waaruit het bestaat. Voor een eerste proef doet men daarom het veiligst, massief draad te gebruiken; later kan men het dan nog altijd door litze vervangen.

De wervelstroomverliezen in massief draad kunnen bij te grooten diameter zeer aanzienlijk zijn en zelfs de verliezen door ohmschen weerstand (stroomverdringingseffect inbegrepen) belangrijk overtreffen.

Maakt men nml. den diameter van een draad twee maal zoo groot, dan wordt de gelijkstroom-weerstand vier maal zoo klein (omgekeerd evenredig met het kwadraat). Tengevolge van het stroomverdringingseffect, dat het sterkst is bij grooten diameter, neemt de wisselstroom-verliesweerstand echter *niet* zoo snel af met het toenemen van den diameter, en wel des te minder, naarmate

de golflengte korter is. Daarentegen nemen de wervelstroomverliezen juist op korte golf zeer snel *toe* met het vergrooten van den diameter.

*Den weerstand voor hoogfrequenten stroom kan men dus door gebruik van dik draad niet naar believen verminderen! Er is zelfs een grens, waarboven verdere toename van de draaddikte de verliezen weer doet stijgen!* Kromme fig. 83 illustreert een en ander zeer duidelijk.

De gunstigste draaddikte is afhankelijk van de golflengte en den spoelvorm en wel hoofdzakelijk van de spatieering. Bij groote spatieering is de veldsterkte ter plaatse van de windingen kleiner dan wanneer alle windingen pal tegen elkaar gewikkeld waren. *Hoe meer men spatieert, hoe dikker draad men mag gebruiken.* Te veel spatieeren is echter ook weer verkeerd! Daardoor worden de spoelafmetingen grooter en zijn voor een zekere zelfinductie meer windingen noodig, dus ook een grootere draadlengte, wat weer een toename in verliezen beteekent. *Hoever* men nu precies moet spatieeren, kunnen we nog niet met zekerheid opgeven; er zijn op dit gebied nog te weinig betrouwbare metingen verricht om daarop een uitspraak te kunnen baseeren. In de praktijk is tot nu toe het gunstigste gebleken, met massief draad één à twee maal de *koperdikte* van het draad te spatieeren, meer niet. Alleen voor zeer korte golven (onder 50 meter) kan men met voordeel wat meer spatieeren; hoe korter golf, hoe meer.

Spatieeren is gunstig, ook al omdat daardoor de eigencapaciteit vermindert. Bij niet-spatieering is daarom emailledraad eenvoudig onbruikbaar, ook omdat daarmee licht kortsluiting ontstaat. Bij voldoende spatieering daarentegen is emailledraad misschien nog wel het beste, in verband met de uitstekende isoleerende eigenschappen van de emaillelaag.

De spatieering tengevolge van *dubbele* zijde- of katoenspinning is voor niet al te korte golven al voldoende; voor zeer korte golven of met dik draad moet men nog wat extra spatieeren. *Enkele omspinning is, wanneer niet extra gespatieerd wordt, beslist onvoldoende!*

Omspinning is altijd wat hygroscoopisch, katoen erger dan zijde. In verband met de isolatie is dus het beste: emailledraad met

bovendien dubbele omspinning; het emaille dient dan voor de isolatie, de omspinning voor de spatieering.

### Litze-draad en het Soldeeren ervan.

Litzedraad bestaat uit een bundel zeer dunne, *onderling geïsoleerde* draadjes met een gemeenschappelijke omspinning, meestal zijde. De bedoeling van de onderverdeling is duidelijk: de wervelstroomverliezen worden daardoor tot een minimum teruggebracht. Daarvoor is echter noodig, dat de draadjes werkelijk zeer dun zijn: hoogstens 0,15 mm., *en goed onderling geïsoleerd* (geëmailleerd).<sup>1)</sup> *Zijn de draadjes te dik, dan kunnen de verliezen zelfs grooter zijn dan met massief draad!*

Het vaak onder den naam „litze” aangeboden draad, waarbij de draadjes *niet* onderling geïsoleerd zijn, heeft juist *zeer grooten* hoogfrequent-weerstand! Dit gebruike men dus nimmer.

Doordat de wervelstroomverliezen zooveel minder zijn, is men met litze natuurlijk minder gebonden aan een maximale dikte. Toch geeft het gebruik van *zeer* dik litze niet zooveel voordeel, als men zou verwachten, omdat daardoor de spoelafmetingen grooter worden, zoodat voor eenzelfde zelfinductie meer draad noodig zou zijn.

Een ander voordeel van litze is, dat men minder behoeft te spatieeren, zoodat voor eenzelfde zelfinductie minder draad noodig is, hetgeen dus ook minder verliezen geeft. In het algemeen behoeft men bij gebruik van litze op korte golven niet eens extra te spatieeren; alleen voor golven onder de 50 meter kan men met voordeel nog ca. 1 mm. extra spatieeren.

Een bezwaar van litze is, dat het er buitengewoon op aan komt, dat alle draadjes goed verbonden worden. Het beste kan men ze aan de uiteinden alle aan elkaar *soldeeren*. Is ook maar één draadje los, dan stijgen de verliezen dadelijk enorm, terwijl de eigencapaciteit belangrijk toeneemt. Die losse draadjes, vlak tegen de andere aan, vormen nml. een vrij grooten condensator met grooten verliesweerstand, parallel geschakeld op de spoel.

*Goed gesoldeerd litze is, vooral op korte golf, veel beter dan*

---

<sup>1)</sup> Er is nog maar betrekkelijk weinig bekend omtrent het gedrag van litze op zeer korte golven, men stelle voorloopig dus geen overmatig vertrouwen in het gebruik van litze!

*gewoon massief draad, maar op dat goede soldeeren komt juist alles aan!* (Ir. Mak). Door velen schijnt dit over het hoofd gezien te zijn, vandaar dat soms ten onrechte beweerd wordt, dat litze voor korte golf niet deugt.

*Het soldeeren moet uitsluitend met hars als vloeimiddel gebeuren.* Alle andere soldeermiddelen veroorzaken op den duur oxydatie en dus afbreken van de fijne draadjes, met alle ellende daarvan.

Volgens recept van Ir. Mak gaat het soldeeren het beste aldus:

Men snijdt het litze met een *s c h e r p* mes of een scherpe schaar dwars door, zoodat de snede de blanke koppen van alle draadjes laat zien. Van het einde pluist men over ca. 4 mm. lengte de zijdeomspinning af en met een heel fijn zoetviltje schuurt men zeer voorzichtig de draadjes opzij schoon (waaivormig uitspreiden). Ze behoeven niet allemaal erg schoon te zijn: de electriche bevestiging geschiedt toch op de koppen. Hierna draait men de draadjes weer tot een bundel in elkaar, *z o n d e r e r m e t d e v i n g e r s a a n t e k o m e n*, omdat anders het soldeer niet wil pakken. Van een dun emalldraadje, ca. 0,5 mm., (of omwonden draad) maakt men één einde zorgvuldig blank en draait dit om de blankgemaakte litze-draadjes, wederom zonder er met de vingers aan te komen. Hierna soldeert men alle litzedraadjes *op den kop* aan elkaar en aan het stukje draad. Het andere eind van het draadje wordt aan de stekerven of aansluitklem gesoldeerd.

Het soldeeren kan alléén geschieden met een *vertinde bout en met hars*, bijv. soldeerdraad met harskern (let er vooral op, dat men u geen draad met vetkern in de handen stopt!).

Om te constateeren, of werkelijk alle draadjes goed verbonden zijn, wikkele men van te voren diezelfde spoel of een andere geheel gelijke spoel met massief draad en mete de golf bij condensatorstand op minimum. De litzedraad-spoel mag dan naderhand geen noemenswaard grootere golf geven. Ook moet het toestel met litze-spoelen gemakkelijker genereeren dan met massiefdraad-spoelen.

### **De Draaddikte.**

In verband met de wervelstroomverliezen kan men op korte golf in het algemeen beter te dun dan te dik draad gebruiken, zie kromme, fig. 83. Met litze-draad bestaat het gevaar van een te groote dikte wat minder.

### MASSIEF DRAAD.

Bij normale spoelafmetingen gebruike men liever nooit draad, dikker dan 1,5 mm. Hoe langer golf en hoe meer gespatieerd, hoe dikker draad men kan gebruiken. Vooral bij spoelen zonder geraamte en bij zenders is men al gauw geneigd, zeer dik draad te gebruiken; men zij echter zeer voorzichtig. <sup>1)</sup>

Dun koperband is bruikbaar gebleken en ook koperbuis.

Te dun draad is natuurlijk ook niet goed; men gebruike steeds minstens 0,5 mm. Draad van 0,2 à 0,3 mm. zooals in bijna alle honingraatspoelen verwerkt wordt, is beslist te dun.

### LITZE-DRAAD.

Voor ontvangspoelen van normale afmetingen gebruike men liever niet draad, dikker dan ca. 2 mm., corresponderend met 3,14 mm<sup>2</sup>. doorsnede.

Voor litze geldt dezelfde minimum-afmeting als voor massief draad, nml. minstens 0,5 mm., corresponderend met ca. 0,2 mm<sup>2</sup>. doorsnede.

Op dit gebied zijn o.a. door Ir. Mak zeer interessante metingen gedaan, gepubliceerd in Radio-Nieuws van Juni en Juli 1924. Hieraan zijn eenige van bovenstaande gegevens ontleend. Men merke op, hoe goed deze uitkomsten kloppen met de krommen van fig. 84, die toch op geheel andere wijze gevonden zijn.

### Vernissen, Drogen of Paraffineeren van Spoelen.

Vernissen of paraffineeren van spoelen moet steeds met mate geschieden, aangezien daardoor altijd de eigencapaciteit en de electriche verliezen vrij aanzienlijk verhoogd worden. Soms is het echter bepaald noodig als vochtwerend middel of ter verhooging van de stevigheid. Spoelen met draad met katoenomspinning (die erg hycroscopisch is) moeten behandeld worden onmiddellijk nadat de spoelen in de heete lucht gedroogd zijn.

---

<sup>1)</sup> Men zou geneigd kunnen zijn, twee of meer draden parallel te wikkelen volgens een schroeflijn met meervoudigen draad. Men zij daarmee echter zeer voorzichtig; experimenteel is nml. gebleken, dat daardoor de verliezen zelfs belangrijk hooger kunnen zijn dan van een massieven dikken draad! Als men een bundel draadjes (litze) gebruikt, moet die bepaald bestaan uit een groot aantal *zeer dunne* draadjes.

### PARAFFINEEREN.

Men gebruike uitsluitend chemisch zuivere paraffine en *koke* steeds de spoel of den spoelkoker, totdat al het vocht eruit is; dan stijgen er geen belletjes meer op uit het paraffinebad. Daarna hale men het voorwerp er uit en late zooveel mogelijk paraffine uitsdruipen, zoo noodig door het boven een komfoor nog eenige oogeblikken te verwarmen. Men legge een stuk dun kopergaas over de vlam, opdat de zaak niet in brand kan vliegen !

Men koke niet langer dan strikt noodzakelijk is en verwarme de paraffine niet te veel boven het smeltpunt, aangezien anders de isolatie of het karton verkoolt !

### SCHELLAKKEN.

Zuivere schellak-vernissen make men het best zelf aan, door zuivere schellak op te lossen in zuiveren *watervrijen alcohol* (99 %). Men kan het beste een tamelijk dunne vernis maken en de laag niet ineens opbrengen, doch bijv. in twee malen. Het drogen kan dan veel grondiger geschieden. Met alle vernissen komt het voor de goede isolatie nml. vooral aan op het drogen. Drogen in de lucht, zonder meer, is totaal onvoldoende ! Men moet de spoelen bepaald *heet drogen*, zorgende dat de schellak niet schroeit, omdat de daardoor vrijkomende koolstof kortsluiting zou veroorzaken. (Ir. Mak).

Spoelen kan men het beste drogen in een oventje, bestaande uit een kistje, waarin men een paar luchtgaten geboord heeft en waarin men een flinke elektrische lamp laat branden. De temperatuur mag niet stijgen boven 100° C. Een elektrische straalkachel of een z.g. Fön-haardroogapparaat is zeer bruikbaar.

Spoelen van dun draad kan men zeer eenvoudig drogen, door er een voldoende sterken elektrischen stroom door te leiden.<sup>1)</sup> De temperatuur is dan wat moeilijker te controleren; men late de spoel in elk geval niet meer dan handwarm worden.

### Variometers.

Variometers hebben altijd veel eigencapaciteit, steeds veel meer dan gewone spoelen. Ook al zijn rotor en stator z.g. capaciteit-vrij gewikkeld, dan nog is de eigencapaciteit aanzienlijk, doordat de oppervlakken van beide spoelen op zoo korten afstand evenwijdig

<sup>1)</sup> Aansluiten in serie met een lamp van ca. 100 watt op de lichtleiding.

aan elkaar opgesteld zijn. Beide spoelen werken daardoor als de bekleedselen van een vrij grooten condensator, en tengevolge van het optreden van locale stroomen kunnen de verliezen aanzienlijk zijn. Wanneer de spoelen tegen elkaar geschakeld en geheel in elkaar gedraaid zijn, dus wanneer de zelfinductie minimum is, is de eigencapaciteit juist het grootst, doordat de hoog-potentiaaleinden van beide spoelen tegenover elkaar komen. De verhouding tusschen zelfinductie en verstrooide capaciteit is dan bijzonder ongunstig.

Steeds is de heele spoelweerstand ingeschakeld — ook bij minimum-zelfinductie.

Om kort te gaan: in electricch opzicht deugen variometers niet, en vooral niet op korte golf !

De reden, dat toch variometers gebruikt worden, is deze, dat door het gebruik van variometers de bediening van een bepaald type toestel soms eenvoudiger kan worden. (We wijzen in dit verband op het toestel, genoemd in hoofdst. VIII).

Een ander bezwaar van variometers is, dat een toestel, daarmee uitgerust, altijd een tamelijk beperkt golflengtebereik heeft, omdat men variometers moeilijk uitwisselbaar kan maken. Nu willen we natuurlijk niet ontkennen, dat men niet een toestel zou kunnen maken met uitwisselbare variometers, maar zooiets zou geen zin hebben. Beter kan men dan gewone uitwisselbare spoelen gebruiken en afstemmen met draaicapacitatoren.

In serie met een antennekring met hoogen aardweerstand kan men natuurlijk wel zonder bezwaar een variometer gebruiken. De daardoor ontstane verliezen zijn toch gewoonlijk van weinig beteekenis ten opzichte van de groote aardverliezen.

Als smoorspoelen deugen variometers tengevolge van de groote eigencapaciteit in het geheel niet, tenminste niet als echte, aperiodysche (onafgestemde) smoorspoelen. In dit verband verwijzen we nogmaals naar hoofdstuk VIII.

Voor werkelijk korte golven, onder 200 meter, gebruike men nooit variometers. Tot 50 meter golf zou men ze kunnen gebruiken in serie met den antennekring — natuurlijk met een zeer kleine antenne. Daarvoor zou men echter zelf speciale variometers moeten maken, want variometers, die hiervoor geschikt zijn, zijn momenteel niet in den handel.

---



# MODERNE SYSTEMEN VOOR ONTVANGST VAN TELEFONIE.

## Theoretische Inleiding. \*)

De in het voorafgaande behandelde teruggekoppelde-detector-toestellen leenen zich bijzonder goed voor ontvangst van ongedempte telegrafie en betrekkelijk sterke telefonie, waarbij het niet noodig is tot dicht bij den rand van genereeren terug te koppelen. Meestal past men één à twee trappen laagfrequentversterking toe voor het verkrijgen van voldoende geluidsterkte. Voor luidspreker-ontvangst worden vaak zelfs wel drie trappen toegepast.

Het is reeds praktisch gebleken, dat zeer zwakke signalen met dergelijke toestellen niet tot voldoende neembaarheid gebracht kunnen worden — zelfs niet met krachtige laagfrequentversterking en door instelling zeer dicht bij den rand van genereeren. In het bijzonder is dit wel het geval met zwakke telefonie, in veel geringer mate met ongedempte telegrafie, waarbij het toestel wel mag genereeren (of waarbij een vreemd „heterodyne” hulpsignaal wordt toegevoegd).

Deze ervaring heeft dan ook geleid tot toepassing van versterking, *voorafgaand* aan de detectie, z.g. *hoogfrequentversterking*. Dit is inderdaad een zeer afdoend middel gebleken. Even effectief is de toepassing van z.g. *frequentietransformatie*, waarbij de detector vrijwel onder dezelfde omstandigheden werkt als bij ontvangst van ongedempte telegrafie.

Met beide systemen kan bovendien nog een verhoogde selectiviteit verkregen worden, vergeleken bij den eenvoudigen detector-ontvanger. Vooral de frequentietransformatiemethode (superheterodyne) munt in dit opzicht uit.

Om een goed inzicht te krijgen in de waarde van deze meer ingewikkelde systemen voor ontvangst van telefonie, is het noodig wat nader in te gaan op de eigenschappen van de teruggekoppelde

---

\*) Bij een eerste lezing kan deze Inleiding overgeslagen worden en direct met een der volgende hoofdstukken worden begonnen.

detectortriode. Hierbij zullen we tevens gelegenheid vinden, enkele in hoofdstuk IV genoemde verschijnselen, welke zich voordoen bij instelling op den rand van genereeren, wat nader te verklaren.

### De Niet-Teruggekoppelde Detector.

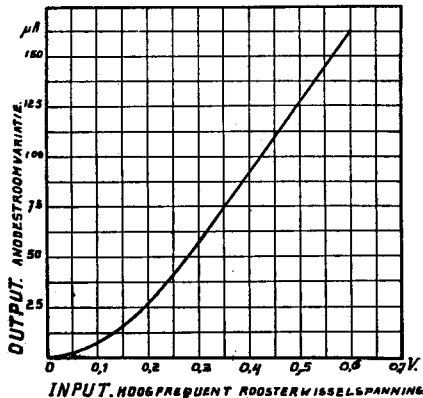


Fig. 94. Roosterstroom-detectiekarakteristiek van een ontvangtriode met roostercondensator en lekweerstand (ca. 2 megohm).

Boven ca. 0,2 Volt h.f. spanning is de anodestroomvariatie vrijwel evenredig met de h.f. roosterwisselspanning.

In fig. 94 is afgebeeld de *detectiekarakteristiek* van een bepaalde ontvangtriode, voor het geval, dat roosterdetectie is toegepast (roostercondensator en lekweerstand).

Zoolang geen signaal (draaggolf) aanwezig is, heeft de anodestroom van de detectorlamp een zekere waarde, afhankelijk van de karakteristieken van die lamp en de aangelegde spanningen en vaak ook nog van den lekweerstand. We kunnen dezen stroom bijv. goed meten met een milliampèremeter in den anodekring, met een schaalwaarde van max. 1 à 2 milliampère.

Stemmen we den ontvanger nu af op een constant ongedempt signaal, (bijv. de draaggolf van een telefoniestation dat *niet* bezig is te moduleeren), dan treedt in den roosterkring een zekere hoogfrequent-roosterwisselspanning op. Tengevolge van de gelijkrichtende werking (waarop we hier niet nader zullen ingaan) *verandert* hierdoor de gemiddelde waarde van den anodestroom — op den milliampèremeter af te lezen. Hoe sterker het signaal, des te grooter is deze *stroomvariatie*. In fig. 94 is nu uitgezet het verband tusschen anodestroomvariatie in microampères en signaalsterkte (hoogfrequent-roosterwisselspanning-amplitude) in volts.

Voor een andere instelling van de spanningen van de detectorlamp of voor een andere waarde van den lekweerstand, vinden we een andere kromme. In het algemeen is het verloop wel ongeveer als in de figuur, wanneer op

gunstige condities is ingesteld. Deze detectiekaracteristieken kunnen ook uit de statische karakteristieken van de triode afgeleid worden.

Ook voor anodedetectie vindt men dergelijke krommen.

We zien, dat de kromme aanvankelijk ongeveer kwadratisch oploopt en daarna, voor sterke signalen dus, vrijwel lineair (recht evenredig) verloopt. Voor zeer zwakke signalen is de detectie blijkbaar ongunstig; de detectie gaat hiervoor snel (ongeveer kwadratisch) achteruit. *Het detectierendement voor zwakke signalen is dus laag.*

*Schijnbaar* is het, alsof voor zwakke signalen een z.g. „drempelwaarde” optreedt

Bij anodedetectie kan zich inderdaad een drempelwaarde voordoen, bijv. bij veel te hoge negatieve roosterspanning, waardoor de anodestroom geheel „afgeknepen” is (nul is). Praktisch behoeft men er intusschen niet zeer bevreesd voor te zijn. Het blijkt dat met anodedetectie vrijwel gelijke gevoeligheid bereikt kan worden als met roosterdetectie.

Kristal-detectie is echter meestal wèl veel ongevoeliger en daarom niet aan te bevelen.

Stel, we hebben nu op een telefoniestation afgestemd, dat een draaggolfsterkte van 0,4 volt hoogfrequent-spanning-amplitude aan den detector veroorzaakt. Wordt nu gemoduleerd, d.w.z. dat de amplitude van de roosterwisselspanning gevarieerd wordt, dan zal, blijkens de detectiekaracteristiek, de gemiddelde anodestroom precies evenredig daarmee variëren. (We werken nu immers in het *rechte* deel van de detectie-karakteristiek). Het telefoniestation wordt nu dus in de telefoon hoorbaar zonder vervorming; dit is dus de toestand zooals we dien wenschen, en die inderdaad optreedt bij sterke telefonie met niet te groote modulatie diepte.

Is de modulatie diepte wèl zeer groot, dan kan het voorkomen, dat nu en dan ook het linksche, gekromde gedeelte van de detectiekaracteristiek doorlopen wordt, waardoor de anodestroom-variëaties niet meer precies evenredig zijn met de variaties in hoogfrequent-roosterwisselspanning-amplitude. *Er treedt dus z.g. niet-lineaire vervorming op* (dezelfde soort vervorming, welke zich voordoet bij „overbelasting” van de eindversterkerlamp bij laagfrequentversterking).

Is de signaalsterkte zóó gering, dat de detector *steeds* in het gekromde gedeelte van de karakteristiek werkt (bijv. wanneer de draaggolf zwakker dan ca. 0,2 volt is), dan zal de niet-lineaire

vervorming in veel ernstiger mate optreden. Intusschen kan dit nogal meevallen bij niet te groote modulatie diepte, zooals vooral bij de oudere omroepzenders voorkomt.

Ook detectie door middel van de kromming in de anodestroomkarakteristiek en kristaldetectie vertoonen een nagenoeg kwadratisch verloop bij zwakke signalen. Evenwel begint het lineaire gedeelte vooral bij kristaldetectie pas bij aanzienlijk grootere signaalsterkte dan bij roosterstroomdetectie. Pas met heel sterke signalen, zooals men alleen kan verkrijgen in de directe omgeving van een telefoniezender (of met veel hoogfrequentversterking), is met kristaldetectie vervormingsvrije ontvangst mogelijk — in alle andere gevallen staat dus speciaal de *zuiverheid* van ontvangst met kristaldetectie ten achter bij de meer gevoelige detectie met een triode.

Uit het bovenstaande zien we, dat een dergelijke detector eigenlijk pas goed werkt met een voldoende sterk signaal, dat dus om twee redenen noodig is:

- 1e. om een goed detectierendement te verkrijgen;
- 2e. om vervorming van telefonie te voorkomen.

De tweede eisch is blijkbaar strenger dan de eerste, vooral bij eenigszins groote modulatie diepte.

We hebben reeds in hoofdstuk IV gezien, dat we een groote hoogfrequentspanning kunnen verkrijgen door de demping van den roosterkring zoo laag mogelijk te houden, d.w.z. door toepassing van goede spoelen en een goeden afstemcondensator (en voldoende losse antennekoppeling). Voorts kunnen we de demping kunstmatig verminderen door toepassing van terugkoppeling (z.g. dempingsreductie). We kunnen dit zelfs zóóver doorvoeren, dat de weerstand geheel gecompenseerd wordt en het toestel gaat genereeren.

Op grond hiervan zou men meenen, dat bij voldoende nauwkeurige instelling precies op den rand van genereeren, het praktisch mogelijk moet zijn, elke gewenschte hoogfrequent-roosterwisselspanning te verkrijgen, ook al zou het signaal nóg zoo zwak zijn.

Dit zou inderdaad wel juist zijn, wanneer de werking van een teruggekoppelde lamp lineair was (d.w.z. dat de positieve weerstand in den keten gereduceerd werd met een *constante* negatieve weerstand tengevolge van de terugkoppeling), maar praktisch is dat eigenlijk nooit het geval. En dit feit juist limiteert voor praktisch gebruik op korte golf de met terugkoppeling bereikbare versterking door dempingsreductie.

Ook al zou het praktisch mogelijk zijn, de demping met terugkoppeling willekeurig te reduceeren, dan nog zou dit tot ernstige vervorming kunnen leiden bij ontvangst van telefonie. De groote afstemscherpte maakt, dat de hooge tonen van de modulatie a. h. w. uitgezeefd worden. Telefonie zou daardoor „hol” gaan klinken, hetgeen men, vooral op lange golf, gemakkelijk kan constateeren.

We zien dus, dat het noodig is, de eigenschappen van den teruggekoppelden detector nader te beschouwen. We zullen daarvoor gebruik maken van z.g. *trillingskarakteristieken* volgens H. G. Möller. Het zal nu blijken, dat de eigenschappen van een teruggekoppelden detector geheel anders kunnen zijn dan van een niet-teruggekoppelden, en voorts, dat een instelling dicht bij den rand van geneereen in vele gevallen tot ernstige vervorming bij telefonie-ontvangst kan leiden.

### De Teruggekoppelde Ontvanger.

Zooals reeds in hoofdstuk IV uiteengezet is, wordt bij terugkoppeling het ontvangen signaal versterkt, doordat een opslingeren van de hoogfrequentspanning aan den roosterketen optreedt. Beschouwen we dit verschijnsel eens wat nader.

Een kleine roosterwisselspanning, van het signaal afkomstig, veroorzaakt (behalve de verandering in gemiddelden anodestroom tengevolge van de detectie) een kleinen anodewisselstroom.

Deze anodewisselstroom vloeit door de terugkoppelspoel en induceert in den roosterkring wederom een roosterwisselspanning, die de oorspronkelijke ondersteunt — althans bij juiste aansluitrichting van de terugkoppelspoel.

Dit proces herhaalt zich met de nu reeds wat vergroote roosterwisselspanning, zoodat de roosterwisselspanning tot een steeds grooter waarde opslingert. Tengevolge van de kromming van de karakteristieken van de detectorlamp wordt tenslotte een evenwichtstoestand bereikt. De roosterwisselspanning in dezen eindtoestand kan aanzienlijk grooter zijn dan zonder terugkoppeling.

Om het gedrag van de teruggekoppelde triode te onderzoeken is het dus in de eerste plaats van belang *het verband* te weten *tusschen verschillende roosterwisselspanningen en de daarvan het gevolg zijnde anodewisselstromen*. Dit verband kunnen we voor verschillende instellingen afleiden uit de statische karakteristieken van de triode.

In de tweede plaats is van belang, *het verband tusschen deze anode wisselstroom en de door tusschenkomst van de terugkoppeling geïnduceerde roosterwisselspanningen*; en dit voor verschillende waarden van de terugkoppeling. Dit verband volgt in hoofdzaak uit de afmetingen van rooster- en terugkoppelspoel en hun onderlingen stand, d.w.z. de sterkte van de onderlinge koppeling, de capaciteit van den secundairen kring en de dempingsweerstand.

De gevonden resultaten kunnen we vereenigen tot grafieken, zooals in fig. 95 gedaan is.

De getrokken kromme lijn geeft voor een bepaald geval het eerstgenoemde verband tusschen roosterwisselspanning en anodewisselstroom (d.w.z. van de grondcomponente) — welke door de terugkoppelspoel vloeit. Dit verband is — streng genomen — feitelijk nog afhankelijk van de sterkte van de terugkoppeling, wegens de terugwerking van den secundairen kring-stroom op de anodespanning, zoodat op de anodegelijkspanning nog een anodewisselspan-

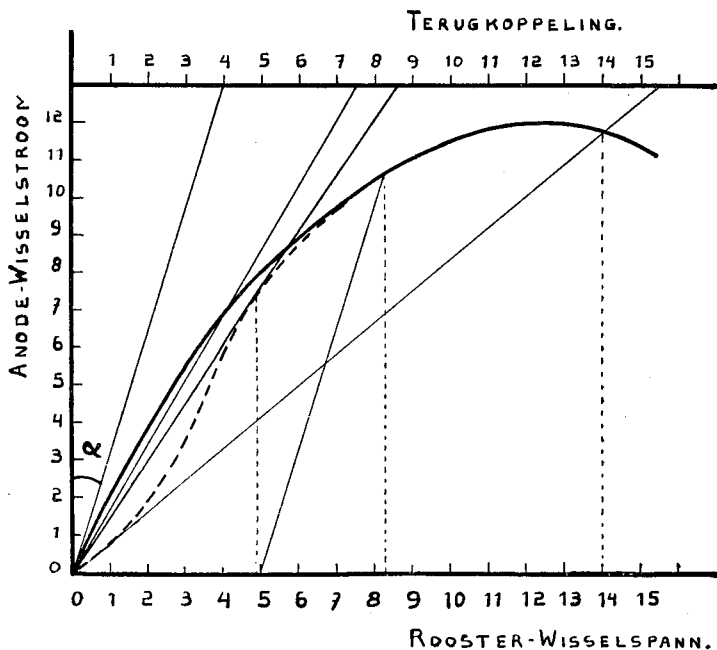


Fig. 95. Trillingskarakteristiek. De getrokken kromme lijn geeft voor een bepaald geval het verband tusschen roosterwisselspanning en anodewisselstroom.

ning gesuperponeerd wordt. Is echter de versterkingsfactor ( $g$ ) van de lamp niet te klein (bijv. 10 of grooter) dan is de invloed van dit effect op bovengenoemde kromme maar gering (enkele procenten slechts) — vooral wanneer we de kromme opgenomen denken bij een gemiddelden stand van de terugkoppeling.

Het is zeer goed mogelijk, krommen toe te passen, waarbij wèl met deze verwaarloozing wordt rekening gehouden, echter wordt daardoor de redeneering nog wat uitvoeriger zonder dat aan inzicht in de kwestie gewonnen wordt.

De rechte lijnen (bijv. die vanuit 0 naar „terugkoppeling 7,5”) geven voor verschillende waarden van de terugkoppeling *het verband tusschen de anodewisselstroom door de terugkoppelspoel en de hierdoor geïnduceerde wisselspanning aan de roosterketen*.

De schalen in deze en volgende figuren zijn willekeurig. Zoo men wil, kan men elke eenheid van roosterwisselspanning een waarde van bijv. 0,5 volt toekennen en elke eenheid van anodewisselstroom bijv. 0,3 mA.

Zoo geeft de lijn voor terugkoppeling 5 eenheden bijv. aan, dat een anodewisselstroom van 10 eenheden een roosterwisselspanning induceert van bijna 6 eenheden.

De sterkte van de terugkoppeling wordt uitgedrukt door

$$\text{tangens } \alpha = \frac{\text{roosterwisselspanning}}{\text{anodewisselstroom}}$$

dus door de helling van de terugkoppelingslijn. De geteekende schaal voor de terugkoppeling is blijkbaar evenredig met tangens  $\alpha$ .

Versterken van de terugkoppeling wordt dus in de grafiek voorgesteld door de terugkoppelingslijn meer naar rechts te doen hellen.

### De Rand van Genereeren.

De terugkoppelingslijn voor terugkoppeling 5 eenheden snijdt blijkbaar de trillingskarakteristiek. Het snijpunt komt overeen met een roosterwisselspanning van 4 eenheden.

Dit feit beteekent, dat enerzijds een roosterwisselspanning van 4 eenheden een zóó grooten anodewisselstroom tengevolge heeft, dat anderzijds de daardoor in de roosterketen terug-geïnduceerde wisselspanning *juist weer* 4 eenheden groot is. Dit proces herhaalt zich voortdurend, d. w. z. er is hiervoor een *evenwichtstoestand ingetreden: de ontvanger genereert*.

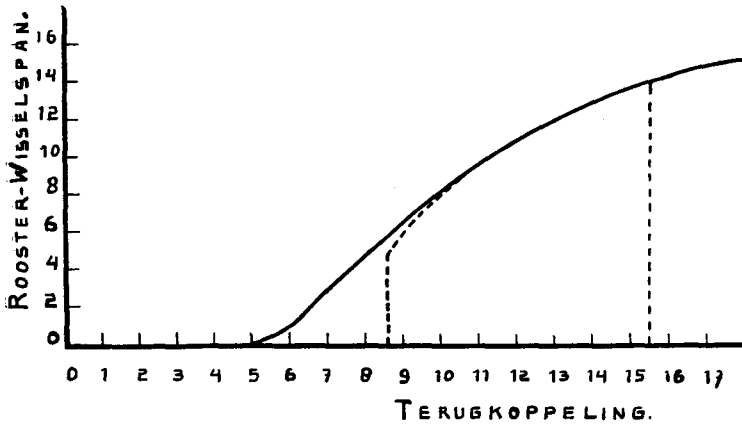


Fig. 96. Geneereer-karakteristiek.

Bij terugkoppeling 7,5 genereert de ontvanger dus zóó sterk, dat de roosterwisselspanning 4 eenheden is — deze is dus een maat voor de *geneereersterkte*. Aldus kan men voor verschillende waarden van de terugkoppeling de geneereersterkten bepalen en in een grafiek uitzetten: fig. 96.

In fig. 95 en 96 zien we, dat voor losse terugkoppeling (bijv. 4) in het geheel geen snijpunt te vinden is, d.w.z. de ontvanger genereert *niet*. Uit fig. 96 zien we duidelijk, dat „terugkoppeling 5 eenheden” voorstelt: *de rand van genereeren*. Ook zien we, dat we het toestel heel geleidelijk in- en uit-genereeren kunnen brengen. De instelling van de terugkoppeling is dus soepel. Juist het feit, dat de trillingskarakteristiek in den aanvang gekromd is, op de in fig. 95 geteekende wijze, maakt dezen geleidelijken overgang mogelijk. Dit is dus in het algemeen wel een gewenschte toestand — hoewel de bereikbare versterking bij ontvangst van telefonie dan niet groot is.

### „Klappen”.

Er zijn echter ook instellingen van de detectortriode mogelijk (bijv. bij een andere waarde van anode- of roostergelijkspanning), waarbij de trillingskarakteristiek in den aanvang verloopt volgens de gestippelde kromme lijn in fig. 95.

We zien al dadelijk, dat veel sterker terugkoppeling noodig is om genereeren te kunnen verkrijgen, nml. terugkoppeling 8,6 eenheden. Voorts zien we, dat het genereeren dan slechts *plotseling*



met vrij groote sterkte kan inzetten (roosterwisselspanning 4,9 eenheden). In fig. 96 is dit verloop eveneens gestippeld weergegeven.

Dit beteekent dus, dat de ontvanger „met een klap” aan het genereeren slaat — meestal een minder gewenschte toestand. Ook het uit-geneereeren brengen gaat met een klap gepaard (afslaan).

Het in-geneereeren komen zal met deze terugkoppeling echter slechts dan kunnen geschieden, wanneer een roosterspanning-stootje gegeven wordt, ter grootte van 4,9 eenheden. Dan pas zal het toestel aan het genereeren slaan (bijv. door even den anodestroom te verbreken en weer te sluiten, of tengevolge van een luchtstoring of signaal). Gebeurt dit niet, dan zal bij deze terugkoppeling nog niets gebeuren en het uit-zichzelf aan het genereeren slaan pas geschieden met terugkoppeling 15,5 en nu ook zeer heftig (roosterwisselspanning 14 eenheden!) (Zie stippellijn in fig. 96.)

Wordt nu de terugkoppeling lossier gemaakt, dan zal het genereeren pas ophouden bij terugkoppeling 8,6 — eveneens met een klap. Het gebied tusschen 8,6 en 15,5 is de z.g. „doode gang”.

In dit gebied is het dus mogelijk, dat het toestel al dan niet genereert. Zoowel het een als het ander kan zich voordoen.

Het is niet bepaald noodzakelijk, dat „klappen” gepaard gaat met „doode gang”. Wanneer bijv. de trillingskarakteristiek in den aanvang recht is en verderop gekromd, zal wèl klappen optreden, doch geen doode gang — deze toestand komt evenwel praktisch bijna nooit voor.

### **Ontvangst met Terugkoppeling.**

Bij bovenstaande redeneering is steeds aangenomen, dat geen signaal van buiten aanwezig is, dat we dus met den ontvanger alléén te maken hebben. Daarom zijn de terugkoppellijnen getrokken vanuit het punt *nul*-roosterspanning.

Stel, dat we nu precies afgestemd hebben op de ongemoduleerde draaggolf van een telefoniestation, en dat deze ontvangen wordt met een sterkte van 5 roosterwisselspanning-eenheden. Stel, dat we nu de terugkoppeling uit den nulstand brengen en versterken tot op 4 eenheden, dus een eindje vóór den rand van genereeren. Het ontvangen signaal zal dan, zooals we reeds weten, tengevolge van de terugkoppeling gaan opslingeren.

Den eindtoestand vinden we, door de „terugkoppelingslijn 4”

naar rechts te verschuiven over een bedrag van 5 roosterwisselspanning-eenheden. Of, wat hetzelfde is, door vanuit het punt „roosterwisselspanning 5” een lijn te trekken, evenwijdig aan de lijn voor „terugkoppeling 4”, zooals in fig. 95 gedaan is.

We vinden, dat het snijpunt met de trillingskarakteristiek correspondeert met roosterwisselspanning 8,3 eenheden; dit is dus de eindwaarde, waartoe het signaal zal opslingeren en waarbij dus weer een evenwichttoestand bereikt wordt.

We kunnen op deze wijze de roosterwisselspanningen vinden voor verschillende waarden van de signaalspanning en de gevonden waarden tot een grafiek vereenigen, d.i. de getrokken lijn TK 4 in fig. 97. Hetzelfde kunnen we doen voor een instelling van de detectortriode, waarvoor de in fig. 95 *gestippelde* trillingskarakteristiek geldt, en we vinden dan het *gestippelde* gedeelte van de lijn voor TK 4 in fig. 97.

Voor terugkoppeling nul is natuurlijk steeds de roosterwissel-

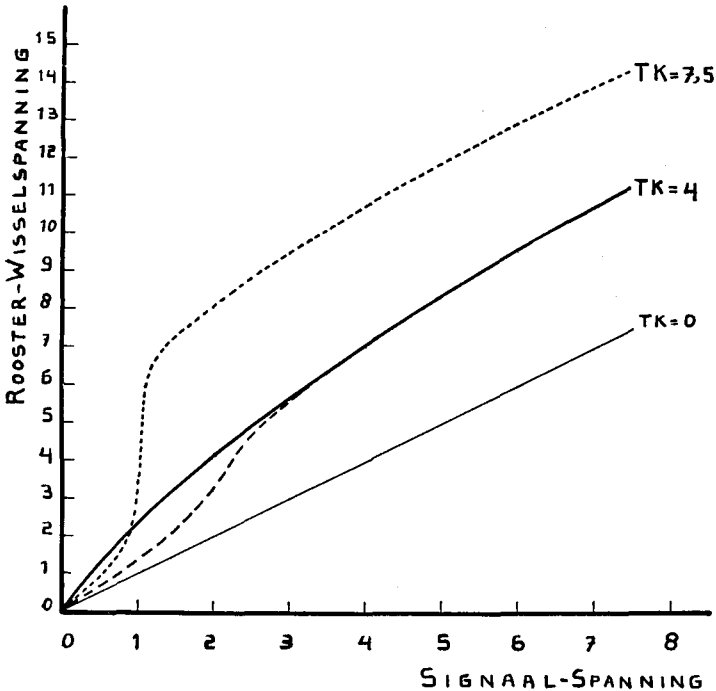


Fig. 97. Ontvangsterkte-karakteristiek.

spanning juist gelijk aan de signaalspanning, zooals ten overvloede door de rechte lijn TK 0 in fig. 97 aangeduid wordt.

Wordt de draaggolf gemoduleerd, dan verandert de signaalspanning volgens de modulatie. Uit deze grafiek vinden we dan de corresponderende roosterwisselspanningvariaties en met behulp van de detectiekaracteristiek (bijv. fig. 94) de optredende anodestroomvariaties, welke een telefoon in den anodekring kunnen doen aanspreken (verondersteld is in dit geval een telefoon met lage impedantie). Aan de hand van dergelijke karakteristieken kunnen we dus de mate van vervorming, welke zal optreden, beoordeelen, en tevens de met de terugkoppeling bereikbare versterking.

### Vervorming van Zwakke Telefonie.

Zooals uit fig. 97 volgt, is reeds met terugkoppeling 4 de roosterwisselspanning lang niet meer evenredig met de signaalspanning (zooals bij terugkoppeling nul, waarbij ze identiek zijn). Werkten we — in het ideale geval — in het rechte gedeelte van de detectiekaracteristiek, dan zou dus, tengevolge van de instelling nabij den rand van genereeren, vervorming ontstaan! Zie bijv. de gestippelde lijn voor TK 4 bij signaalspanning ca. 2 eenheden, welke terugkoppeling, blijkens fig. 96 nog vrij ver van genereeren af is.

Intusschen is het denkbaar, dat het gekromde verloop voor zwakke signalen, bijv. van de getrokken TK4-lijn, bij passende instelling, juist de kromming in de detectiekaracteristiek voor zwakke signalen compenseert. Hieraan zou toegeschreven kunnen worden, dat men praktisch vaak nog vrij goede resultaten kan bereiken met instelling dicht bij den rand van genereeren. In elk geval bestaat hier de mogelijkheid, dat twee krommingen in verschillende karakteristieken elkaar juist *opheffen*. Met normale trioden is dit overigens voor zeer zwakke signalen eigenlijk nimmer het geval!

Voor *sterke* signalen is het verloop wèl nagenoeg recht; maar dààrvoor hoeven we ook niet zoo dicht bij den rand van genereeren in te stellen!

Hoe dichter bij den rand van genereeren is ingesteld, des te gekromder is meestal het verloop voor zwakke signalen. *Dat wil zeggen dat juist voor zwakke signalen, waarvoor we graag dicht bij den rand van genereeren willen instellen, de kans op vervorming groot is.* Dit blijkt o.a. nog uit het volgende:

In fig. 97 is ook nog het geval geteekend, dat we te maken hadden met een trillingskaracteristiek, zooals gestippeld is in fig.

95 en dat dàarmee nabij den rand van genereeren is ingesteld. Dat is hier bijv. het geval voor terugkoppeling 7,5; zooals o.a. blijkt uit fig. 96. We zien, dat hier (gestippelde lijn fig. 97 voor TK 7,5) al een heel sterk gekromd verloop kan optreden (vooral in de buurt van signaalspanning 1). Het is wel duidelijk dat bij deze instelling zeer ernstige vervorming zal optreden; ook al een reden dus, waarom het „met een klap” aan het genereeren slaan van een ontvanger ongewenscht is voor telefonie-ontvangst, zelfs bij instelling een eind vóór den rand van genereeren!

Doch ook zelfs met deze karakteristiek kan nog behoorlijke ontvangst mogelijk zijn van *sterke* telefonie, bijv. van signaalsterkte 6.

Voor praktische wenken omtrent de instelling van den teruggekoppelden detector voor telefonie-ontvangst, verwijzen we naar hoofdstuk IV.

Het zou natuurlijk wel denkbaar zijn, een zoodanige instelling te vinden, dat het verloop ook bij zwakke signalen meer recht is. Doch het is dan zeer de vraag, of deze instelling wel samengaat met die op gunstige detectie-eigenschappen, d.w.z. dat dan ook een gunstige kromme van fig. 96 verkregen wordt.

Uit den aard der zaak zijn, terwille van de overzichtelijkheid, in bovenstaande redeneering enkele bijkomstige factoren verwaarloosd, o.a. de dempende invloed van de roosterstromen, de fazeverschuiving tusschen anodewisselstroom en roosterwisselspanning, enz. En ook het feit dat bij zeer snelle wisselingen van de signaalspanning-amplitude — d.w.z. modulatie door een hoogen toon — de eindtoestand telkens niet geheel bereikt wordt, zoodat hooge tonen relatief te weinig versterkt worden (vooral dicht bij den rand van genereeren en van zwakke telefonie). Voor de hooge tonen komt door dit effect de versterkende werking van de terugkoppeling niet geheel tot zijn recht.

Een en ander veroorzaakt natuurlijk enkele correctie's aan de gevonden krommen; maar het verloop van de verschijnselen is toch in hoofdzaak wel, zooals in het bovenstaande beschouwd is. Bovendien zijn, terwille van de duidelijkheid van de teekeningen, de krommingen in de trillingskarakteristiek nogal sterk gekozen. Het is zeer wel mogelijk, bij juiste instelling gunstiger verhoudingen te bereiken.

Uit het bovenstaande kunnen we het volgende concluderen:

*Juist voor zwakke telefonie kan instelling dicht bij den rand van genereeren ernstige vervormingen veroorzaken. In elk geval zijn we in hooge mate afhankelijk van de instellingen van de detector-triode en van de terugkoppeling, en voorts van de signaalsterkte.*

Een en ander doet natuurlijk sterk afbreuk aan de zoo gewenschte *bedrijfszekerheid* van deze ontvangmethode, voor telefonie.

De oplossing van deze moeilijkheden ligt voor de hand: nml. te zorgen, dat de teruggekoppelde detector steeds een voldoende sterk signaal te verwerken krijgt; voldoende sterk, om steeds in de rechte deelen van de verschillende karakteristieken te kunnen werken. Dit kunnen we op twee manieren bereiken:

1e. *We kunnen voldoende hoogfrequentversterking toepassen.*

Hierop wordt nader ingegaan in hoofdstuk VIII. Intusschen zijn aan hoogfrequentversterking juist op korte golf vele praktische moeilijkheden verbonden. Toch is het mogelijk, zelfs op ultrakorte golven goede resultaten te bereiken.

2e. *We kunnen steeds een sterk hulpsignaal aan den detector toevoeren* (een soort kunstmatige draaggolf dus) dat we ook nog op andere wijze ten voordeele laten samenwerken met het telefoniestation, nml. door met behulp hiervan *de frequentie te transformeren*. De kortegolf-telefonie kunnen we hiermee omzetten in langegolf-telefonie en *deze zóóveel* hoogfrequent versterken, dat de hierna volgende (tweede) detector in een recht deel van de karakteristiek werkt. De hoogfrequentversterking vindt hierbij dus plaats *tusschen* den eersten en den tweeden detector. Deze methode wordt behandeld in hoofdstuk IX.

---

## VIII.

### HOOGFREQUENTVERSTERKING.

#### **Moelijkheden met Hoogfrequentversterking op korte golf.**

Een langegolf-hoogfrequentversterker is betrekkelijk eenvoudig te maken en het werken er mee is ook niet veel ingewikkelder dan met een gewoon detectortoestel. Op korte golf zijn de moeilijkheden echter vrij groot.

Om te beginnen, is de versterking steeds zeer gering, zoolang men z.g. aperiodische (onafgestemde) koppeling van de lampen onderling toepast. Een weerstandgekoppelde hoogfrequentversterker is op golven onder 500 meter gewoonlijk geheel onbruikbaar. Met smoorspoelversterkers is het resultaat ook al niet reusachtig en er zijn zeker wel 4 trappen noodig om behoorlijke resultaten te bereiken.

De reden, dat de versterking op korte golf zoo gering is, moet gezocht worden in de capaciteit tusschen de electroden van de lampen, en wel voornamelijk in de capaciteit tusschen rooster en gloeidraad en tusschen rooster en plaat.

Ook al maakt men de koppelingsweerstand groot, of de zelf-inducties van koppelsmoorspoelen voldoende, dan nog is de versterking gering in verband met deze aanzienlijke capacitieve shunt.

In verband met de tegenfase van de anodewisselspanning van de *volgende* versterkertriode, ontstaat bovendien een tegengesteld terugkoppel-effect tengevolge van de capaciteit tusschen anode en rooster van die volgende lamp. Door dit effect is bijv. de versterking van een drietrapsversterker *niet*  $n^3$ -maal, als de versterking per trap  $n$ -voudig is, zooals bij afwezigheid van dat effect wél het geval zou zijn.

Een feit is, dat werkelijk aperiodische versterkers op korte golf in 't geheel niet of maar zeer weinig versterken.

### De Geneereer-neiging.

Hoogfrequentversterkers hebben groote neiging tot genereeren, ook zonder opzettelijk aangebrachte terugkoppeling. Tengevolge van de capaciteit tusschen rooster en plaat van elke lamp bestaat nml. een meewerkende capacatieve terugkoppeling, die de oorzaak is van die altijd aanwezige genereerneiging, vooral groot, naarmate de zelfinductie in den plaatkring groot is. Ook het afstemmen van den plaatkring verhoogt de genereerneiging. Voor een goede versterking is nu steeds of het een, of het ander noodig, zoodat men dus altijd met die genereerneiging te kampen heeft, tenzij men zekere kunstgrepen toepast, waarvan later sprake zal zijn (neutralisatie van de rooster-anode capaciteit), of een triode toepast met uiterst geringe rooster-anode capaciteit, gecombineerd met afscherming.

Of die genereerneiging *altijd* schadelijk is, is een andere kwestie. Het spontaan genereeren van den versterker is zeer zeker ongewenscht en de genereerneiging moet dus in elk geval *beheerscht* kunnen worden, ook al in verband met de in het voorgaande besproken kansen op vervorming bij telefonieontvangst.

Heelemaal onderdrukken is dikwijls echter ook weer ongewenscht. Metingen hebben nml. aangetoond, dat het grootste deel van de verkregen versterking vaak juist te danken is aan die genereerneiging! Een z.g. generatieve versterker, d.i. een versterker met genereerneiging, versterkt meestal veel en veel meer dan een niet-generatieve versterker, waarbij de genereerneiging geheel onderdrukt is.

Er bestaan verschillende methoden om de genereerneiging te beheerschen. Daarop zal straks nader ingegaan worden. Nu reeds willen we echter waarschuwen tegen twee methoden, die men liever niet toepasse. De eerste is: positieve roosterspanning. Daarmee kan men volkomen zeker het genereeren onderdrukken, maar tegelijk gaat de versterking sterk achteruit.

De andere verkeerde methode is: vermindering van den gloei-stroom van de hoogfrequentversterkerlampen. Dit middel is op zich zelf niet zóó kwaad, maar de werking van den versterker wordt daardoor zeer onstabiel. Dooft men bijv. een laagfrequentversterkerlamp, dan krijgen de hoogfreq.lampen daardoor iets meer gloei-

stroom, wat voldoende kan zijn om het toestel heftig te laten genereren. Ook is de versterking slecht.

Beperkt men op één dezer manieren de genereernejing, dan kan men gewoonlijk met minder lampen even goede of betere resultaten bereiken!

### Soorten Versterkers.

Wil men smoorspoelen toepassen, dan is wel de eenige oplossing, ze een zoodanig aantal windingen te geven, dat samen met de lampcapaciteit ongeveer afstemming verkregen wordt op de te ontvangen golflengte. Het schadelijke effect van de lage roosterkring-impedantie (zie boven) wordt daardoor tamelijk opgeheven. Maar het tegenwerkende terugkoppel-effect door de volgende lampen heft men hiermee niet op. Lager dan ca. 200 meter komt men daarom nooit met zoo'n versterker met semi-aperiodische smoorspoelen.

In verband met de hooge zelfinductiewaarde van de smoorspoelen en de geringe parallel-capaciteit, is de afstemming nu niet zoo heel scherp en de versterker werkt daardoor vrij goed over een niet al te klein golflengtegebied. Op één bepaalde golf, nml. de eigen-golflengte van de smoorspoelen, is de versterking het grootst. In de grafische voorstelling, die het verband aangeeft tusschen golflengte en versterking, laat zich een piekwaarde voor de versterking aanwijzen. (Fig. 98).

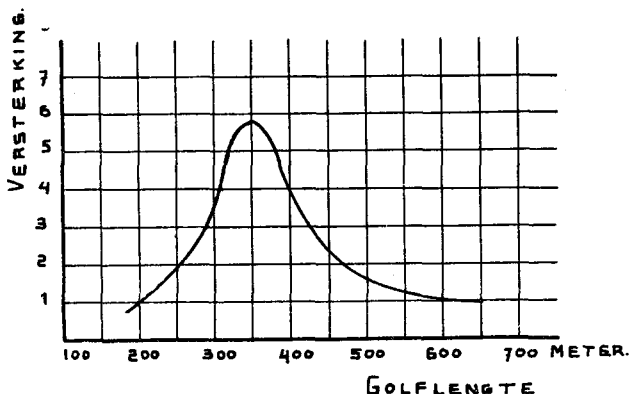


Fig. 98. Hoe bij semi-aperiodische hoogfrequentversterkers de versterking afhangt van de golflengte. Bij welke golflengte de piek optreedt, hangt af van de afmetingen van de smoorspoelen en van de capaciteit van de toestelonderdeelen, en dit is dus bij verschillende toestellen ook verschillend.



inplaats van smoorspoelen kan men natuurlijk ook variometers gebruiken, veranderbare zelfinducties dus. Het voordeel, in het gebruik hiervan gelegen is, dat men daarmee steeds den versterker kan afstemmen op de te ontvangen golflengte. Men kan dus steeds de versterkingspiek laten optreden op de te ontvangen golflengte.

Het spreekt vanzelf, dat men ook wel vaste spoelen kan gebruiken en met parallelcondensatoren afstemmen. De afstemming met variometers is echter minder scherp en dus in het gebruik gemakkelijker.

Een dergelijke versterker met afgestemde tusschenkringen geeft uit den aard der zaak méér versterking dan een versterker met semi-aperiodische smoorspoelen, maar de bediening is door de noodzaak van afstemming ook wat ingewikkelder. Met afgestemde kringen kan men gewoonlijk met twee trappen volstaan, de detectorlamp meegerekend. Met méér afgestemde kringen gaat het in de praktijk niet, door de afstemmoelijkheden en vooral door de onoverwinlijke genereeroneiging. Een bruikbare oplossing is combinatie van beide systemen (zie verder). Men komt daarmee tot een zeer bruikbaren drielampversterker. Met nog meer lampen gaat het gewoonlijk in het geheel niet meer.

Ten slotte kan men de lampen onderling met transformatoren koppelen. Op korte golf moeten die transformatoren wederom afgestemd worden. Het vereischt heel veel zorg en experimenteren om goede afmetingen voor die transformatoren te vinden, en de moeilijkheden, die men ondervindt tengevolge van de altijd aanwezige genereeroneiging, zijn ook niet gering.

Met transformatorversterkers kan men die echter vrij goed beperken volgens de z.g. neutraliseeringsmethode van Hazeltine. In een z.g. Neutrodyne versterker volgens dat principe kan men alle transformatoren precies gelijke afmetingen geven; het afstemmen wordt dan vrij eenvoudig, doordat alle condensatoren op precies dezelfde standen kunnen ingesteld worden. Het is zelfs mogelijk gebleken, alle knoppen mechanisch aan elkaar te verbinden, zoodat men slechts aan één knop behoeft te draaien! Nadere bijzonderheden vindt men hieronder. Zoo'n toestel is echter lang niet eenvoudig af te regelen en ook vrij kostbaar. De gevoeligheid is evenwel zeer groot.

### Onder 200 Meter.

Geen enkele ongeneutraliseerde hoogfrequentversterker met normale lampen werkt meer bevredigend op golven onder 200 meter. Alleen met den versterker met één afgestemden tusschenkring (schema-Koomans) kan men nog wel tot ca. 100 meter komen, en dan alleen met inductieve antennekoppeling, maar dit moet tot nog toe voor praktisch gebruik dan ook wel als een uiterste grens beschouwd worden.

Van groot belang is, lampen te gebruiken met zoo klein mogelijke rooster-anodecapaciteit; met de speciale afgeschermdde lampen lukt het nog wel tot zelfs onder ca. 50 meter redelijke versterking te bereiken.

Het eenige tot nog toe praktische hoogfrequentversterkersysteem voor korte golven is wel de super-heterodyne.

Speciaal voor zeer korte golven bestaat ook nog een andere ontvang-methode, waarmee enorme versterking mogelijk is, nml. de super-regeneratieve ontvangst, beschreven in hoofdstuk V. Deze methode — welke momenteel intusschen nog geheel en al in het experimenteer-stadium verkeert, althans nu nog niet als een volledig uitgewerkt systeem beschouwd kan worden — is slechts bruikbaar voor zeer korte golven. De versterking is geringer naarmate de golflengte langer is —, boven 500 meter verkrijgt men met eenvoudige hulpmiddelen maar zeer geringe versterking en bovendien vervorming bij telefonieontvangst. Voor zeer korte golven is inderdaad haast fenomenale versterking mogelijk met slechts twee à drie lampen.

In de volgende pagina's zullen we enkele der voornaamste hoogfrequentversterkerschakelingen aan een korte beschouwing onderwerpen — waarbij we nu reeds de aandacht willen vestigen op het feit, dat niet één schema praktisch geschikt is voor ontvangst van zeer korte golven, uitgezonderd misschien de geneutraliseerde versterker, wanneer geen speciale lampen en afstemming toegepast worden. Voor langere golven — boven 200 meter — is met enkele systemen een zeer loonnende versterking mogelijk. Veel, bijna alles, hangt af van juiste dimensionering der spoelen en condensatoren en van juiste montage en meer nog van oordeelkundige bediening. Ook een juiste keuze der lampen is van overwegend belang.

Het vraagstuk: een *eenvoudig bedienbare*, effectieve hoogfrequentversterker, ook voor korte golven, te construeeren, kan nog niet als geheel opgelost beschouwd worden. Voorloopig schijnt het, alsof de geneutraliseerde systemen nog wel het meeste toekomst hebben — speciaal voor korte golven. Een moeilijkheid zit in de kritische instelling der neutraliseering en in het beperkte golf-bereik, dat met één instelling van de neutraliseering bestreken kan worden. Toch zijn ook met z.g. schermroosterlampen bijzonder bevredigende resultaten te behalen.

Overigens vormt hoogfrequentversterking een zeer vruchtbaar experimenteergebied en als zoodanig is een nadere behandeling hier zeer zeker gerechtvaardigd — *mede in verband met de mogelijke toepassing als middelfrequentversterker bij ontvangst met frequentietransformatie* (superheterodyne).

## SCHEMA'S VAN HOOGFREQUENTVERSTERKERS.

### I. Smoorspoel-versterkers.

Fig. 99 is het algemeene schema van een vierlamp-smoorspoel versterker met semi-aperiodische smoorspoelen. Behalve op zorgvuldige montage komt hierbij natuurlijk alles aan op een goede dimensioneering van de smoorspoelen. Zelf maken kan men probeeren. Men beginne met een willekeurig aantal windingen, voor alle drie smoorspoelen evenveel, en mete, op welk golflengte-gebied de versterker het gunstigst werkt. Voor een kortegolf-bereik neme men evenredig minder windingen. Men kan het probeeren met kortegolf-smoorspoelen van het type, beschreven in de eerste af-

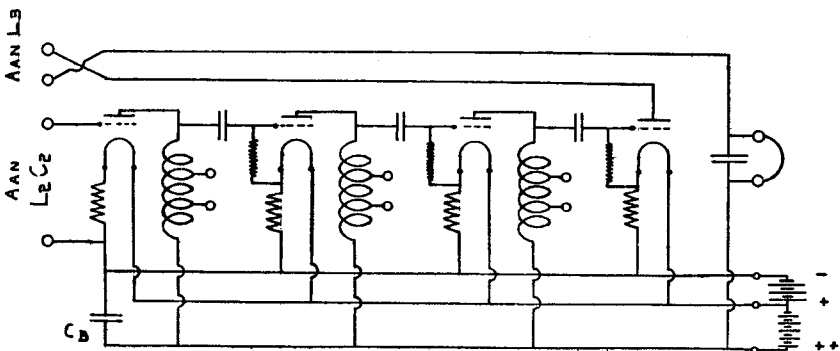


Fig. 99.

deeling van dit boek, dus in één laag gewikkelde spoelen van *dubbel* omponnen draad van 0,1 mm. op een koker van ca. 2 cm. diameter en ca. 10 cm. lengte. Ook zou men, speciaal voor wat langere golven, het draad kunnen wikkelen in groeven in een houten klosje, 2 mm. breed en ca. 3 mm. diep. De afscheidingen tusschen de groeven make men bijv. 4 mm. Zie fig. 100. Ook kan men proeven doen met smoorspoelen met weerstanddraad, ingeval men teveel met genereereneiging te kampen heeft.

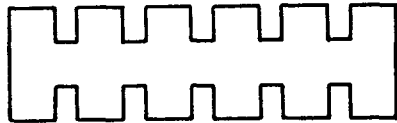


Fig. 100.

Door Radiola worden z.g. „*Transformateurs-Radiola*” in den handel gebracht. In werkelijkheid zijn dat echter afgetakte smoorspoelen, voor dit doel geschikt. De aftakkingen zijn met verschillende kleuren gemerkt volgens fig. 101.

Voor golven van 3000 tot ca. 550 meter moet de heele transformator worden ingeschakeld. De terugkoppeling uit den plaatkring moet dan voor een vierlampsversterker tegengestelde richting hebben als voor een gewoon éénlampstoestel. De fase in de plaatkringen van opvolgende lampen is nml. tegengesteld, zoodat men bij een totaal van een even aantal lampen tot tegengestelde terugkoppeling komt.

Voor golven van ca. 550 tot ruim 200 meter moet men de middelste gedeelten van de smoorspoelen *kortsluiten*. Van 550 tot ca. 350 meter moet dan bovendien de terugkoppeling omgedraaid worden — dus dezelfde richting hebben als bij een éénlampstoestel. Onder 350 meter moet de terugkoppeling weer dezelfde richting hebben als voor. lange golven.

Voor gebruik met 2-volt lampen kan men deze twee aan twee in serie schakelen volgens schema fig. 102 en den heelen versterker aansluiten op een vier-volt accu met één gloeistroomweerstand in

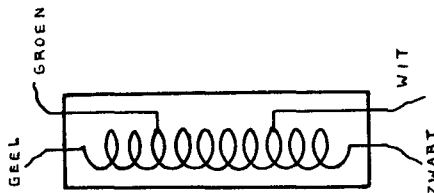


Fig. 101. Hoe de draadjes verbonden zijn bij de Radiola-smoorspoelen. (Z.g. „*Transformateurs Radiola*”.)

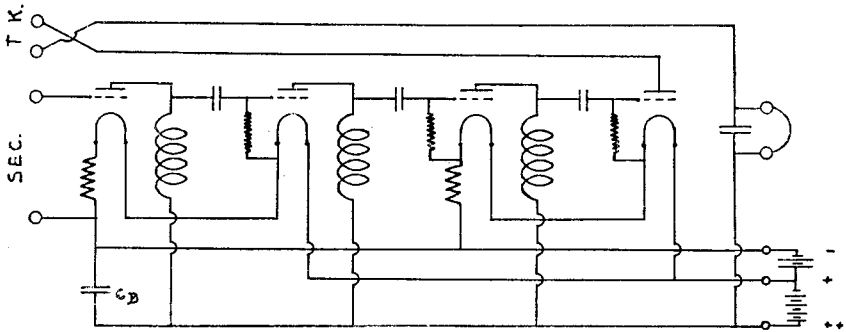


Fig. 102.

de gemeenschappelijke leiding. De heele versterker neemt dan nog minder stroom dan een enkele helder brandende lamp! In schema fig. 102 zijn eenvoudigheidshalve de aftakkingen niet geteekend.

Eventueel genereeren kan men, zonder schade aan de versterking, beperken met *tegenstelde terugkoppeling*. Ook kan men de lekweerstand een vrij lage waarde geven, bijv. 0,1 megohm en de roostercondensatoren vrij klein houden. Het gebruik van lampen met lagen inwendigen weerstand (grootte steilheid) is eveneens zeer bevorderlijk voor rustig werken.

De roostercondensatoren moeten zeer deugdelijk zijn, liefst met mica-isolatie. Het minste of geringste lek is nml. schadelijk, doordat dan op de roosters positieve spanning komt te staan van de hoogspanningsbatterij.

Bij de montage van hoogfrequentversterkers dient men groote zorg te dragen, dat nooit draden van kringen van voorgaande lampen in de nabijheid loopen van draden van kringen van volgende lampen. De capacatieve terugkoppeling, die daardoor ontstaat, is voldoende om onbedwingbaar genereeren te veroorzaken. *Voorts moeten draden van smoorspoelen naar roostercondensatoren en van de roostercondensatoren naar de lampfittingen zoo kort mogelijk gehouden worden.* Roostercondensatoren en lekweerstand moeten daarom zoo dicht mogelijk bij de lampfittingen gemonteerd worden. Men gebruike steeds z.g. capaciteitvrije fittingen.

*De heele versterker moet steeds „in de lengte” gebouwd worden, dus ongeveer op de wijze, zooals in het schema geteekend is. Het wordt dus steeds een klein langgerekt toestelletje.*

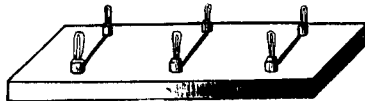


Fig. 103.

Het spreekt wel vanzelf, dat de aftakkingen van de smoorspoelen in geen geval naar één punt mogen geleid worden. De kortsluitinrichting voor de middengedeelten van de Radiola-smoorspoelen kan het best den vorm hebben, zooals bedacht is door den heer J. Corver, die er het eerst mee geëxperimenteerd heeft. In navolging daarvan stellen we voor, de middenaftakkingen te verbinden aan drie paren steekbusjes, elk paar zoo dicht mogelijk bij de betreffende smoorspoel. Drie paren stekerpennen worden in een strip eboniet vastgeschroefd en de pennen van elk paar met elkaar verbonden. Steekt men dit laatste toestel met de pennen in de steekbusjes, dan zijn de middengedeelten van de smoorspoelen kortgesloten.

De leiding naar de terugkoppelspoel monteere men met een snoetje en tweepolig steekcontact van een capaciteit-vrije constructie. Daarmee kan de terugkoppelinrichting op eenvoudige wijze omgedraaid worden.

Een dergelijke versterker is bruikbaar juist voor alle omroepstations, zowel op de korte als op de lange golf. De kortegolf telefoniestations zijn vaak zeer goed te hooren met een raam van slechts 2 vierkanten meter oppervlak (6 windingen). Nog beter kan men ontvangen met een kleine binnenkamerantenne.

## II. Versterkers met Afgestemden Tusschenkring. Schema-Koomans.

Dit in Nederland uiterst populaire schema is eigenlijk een tweelamp hoogfrequentversterker met afgestemden tusschenkring en

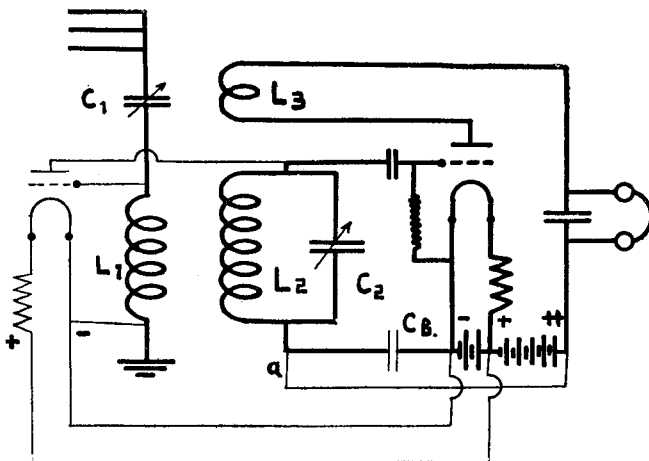


Fig. 104. Schema Koomans. Voor praktische uitvoering, zie fig. 105.

directe antennekoppeling. Met inductieve antennekoppeling gaat het gewoonlijk moeilijk wegens de groote genereeroneiging, tenzij speciale lampen met geringe rooster-anodecapaciteit toegepast worden. Het aardige van dit schema is, dat men er elk inductief toestel voor kan inrichten, alleen door toevoeging van een extra lamp, gloeistroomweerstand en vasten condensator. Het idee daarvan werd het eerst door Dr. Ir. N. Koomans aangegeven in Radio Nieuws van Maart 1922, zij het oorspronkelijk in een iets anderen vorm. Het schema zelf was overigens al bekend; het nieuwe was de gewijzigde uitvoering in meer praktischen vorm.

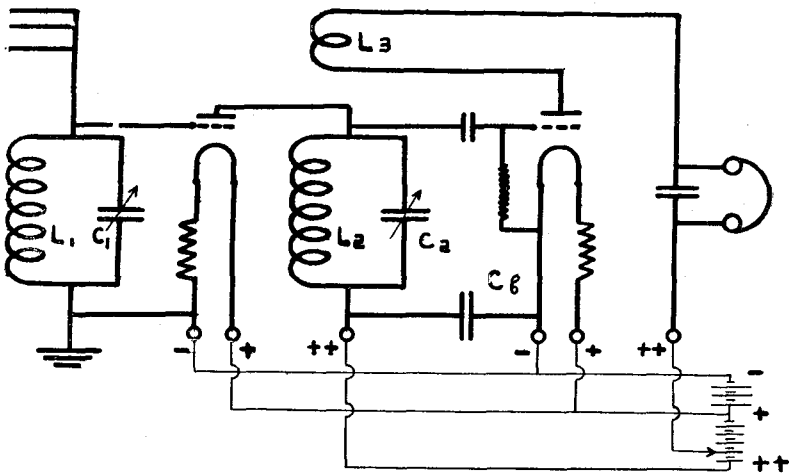


Fig. 105. „Schema-Koomans”: hoogfrequentversterker-schema met afgestemden tusschenkring en regelbare plaatsspanningen voor H-F en detectorlamp. Negatieve rooster spanning voor de H-F lamp is beslist noodzakelijk en wordt hier automatisch gegeven, doordat de gloeistroomweerstand in de negatieve acculeiding is opgenomen en de roosterkring verbonden is aan min-accu. Wenscht men den gloeistroomweerstand in de plus-acculeiding te zetten, dan moet een  $1\frac{1}{2}$  volt batterijtje geschakeld worden met de min-pool aan den roosterkring en de plus-pool aan min-accu tevens min-gloeidraad.

Het is aan te bevelen, den primairen condensator ook serie te kunnen schakelen, voor korte golven.

Primaire cond.  $C_1$ : 500 micromicrofarad met fijnregeling, minstens 1 : 6.

Second. cond.  $C_2$ : idem.

Cond.  $C_b$ : ca. 3000 micromicrofarad.

Blokcondensator: ca. 1000 micromicrofarad.

Spoulen: zie hoofdstuk III.

Primaire en plaatspoel ( $L_1$  en  $L_2$ ) mogen niet met elkaar gekoppeld worden.

In fig. 104 is aangegeven, welke wijzigingen men aan een gewoon inductief toestel met verwisselbare spoelen zou moeten aanbrengen. (Verg. met fig. 9).  $L_1$  is de primaire spoel;  $L_2$  was oorspronkelijk de secundaire spoel en  $L_3$  blijft de terugkoppelspoel. Condensator Cb (ca. 3000 micro-micro-farad of meer) dient om de batterijen te overbruggen, maar is voor de werking overigens niet essentieel. Men kan die zelfs wel weglaten, doch vergeet dan niet, de oorspronkelijke verbinding tusschen secundairen kring en gloeidraad te verbreken, omdat anders de batterijen daardoor kortgesloten zouden worden. Verder moet de verbinding van *a* naar plus-hoogspanning extra aangebracht worden om de eerste lamp van plaatspanning te voorzien. Tenslotte moet de lekweerstand tusschen rooster en gloeidraad geschakeld worden.

Wil men gewoon inductief ontvangen, dan behoeft men niets anders te doen dan de eerste lamp te dooven. Met hoogfrequent-versterking wordt het toestel eigenlijk een primair-ontvanger. In de praktijk blijkt gelukkig, dat de selectiviteit toch wel beter is dan van een primair-ontvanger, maar minder dan van een inductieven ontvanger. Overigens kan de selectiviteit vrij aanmerkelijk verhoogd worden door toevoeging van een *goeden* zeefkring, bijv. volgens het absorbtie-systeem of door toepassing van inductieve of capacatieve antennekoppeling.<sup>1)</sup>

In fig. 105 is het schema nog eens overgeteekend in den oorspronkelijken gewonen vorm van een hoogfrequentversterkerschema. Een verbetering is de daarin geteekende negatieve roosterspanning voor de eerste lamp. Deze kan bestaan uit een enkel  $1\frac{1}{2}$  volt celletje; nauwkeurige regeling is nml. niet noodig. Gebruikt men bijv. een 4 of 6 volt accu en 3,5 volt lampen, dan kan men ook zonder extra batterij negatieve roosterspanning verkrijgen, door den gloeistroomweerstand in de min-gloeidraad-leiding te schakelen en de primaire spoel te verbinden aan min-gloeidraad, volgens fig. 105.

Van belang is de aansluitrichting van de spoelen, speciaal van de primaire spoel. Met de terugkoppelspoel wordt het genereeren ingesteld; deze moet dus op de gewone wijze aangesloten worden, opdat genereeren kan optreden. De aansluiting aan den primairen spoelhouder moet zoodanig zijn, dat door eventueel koppelen van

---

<sup>1)</sup> Bijv. z.g. „zeefkring de Rop”.



spoel  $L_1$  en  $L_2$  voor de eerste lamp een *tegenwerkend* terugkoppel-effect kan verkregen worden. In fig. 105 is de juiste aansluitrichting aangegeven.

Hiermee kan een effect verkregen worden, dat ongeveer overeenkomt met het hierna te behandelen „neutraliseeren”. Het komt er echter niet geheel mee overeen. — Het laatste is toch beter.

Een toestel volgens dit schema stemt men, voor telefonieontvangst, het beste als volgt af:

*Spoel  $L_1$  wordt in het geheel niet met  $L_2$  gekoppeld. Met de terugkoppelspoel kan men dan steeds het toestel op den rand van genereeren brengen, en om te beginnen den tusschenkring  $L_2$ — $C_2$  afstemmen op het gewenschte station. Stemt men daarna den primairen kring af, dan zal meestal blijken, dat de genereerneiging daardoor toeneemt.* <sup>1)</sup>

*De primaire afstemming kan men het gemakkelijkst bepalen door bij steeds meer verzwakte terugkoppeling den condensatorstand van den primairen condensator te zoeken, waarbij draaien slechts op één enkel punt genereeren doet ontstaan. Condensator  $C_2$  stelle men intusschen zóó in, dat de draaggolf van het telefoniestation bijna in het nulpunt wordt gehoord. Door alleen nog de terugkoppeling te verzwakken en den tusschenkring met  $C_2$  fijn bij te stemmen, is het toestel geheel op het gewenschte telefoniestation afgestemd.*

Met een antenne met bijzonder lagen weerstand, dus vooral op lange golf, kan het voorkomen, dat het toestel bij juiste afstemming nog genereert, zelfs geheel zonder terugkoppeling. Dit „zelf-geneereeren” kan men nu onderdrukken door spoel  $L_1$  met  $L_2$  te koppelen, óf door de terugkoppelrichting om te draaien, dus door te werken met tegengestelde terugkoppeling. Daartoe is het niet voldoende, de terugkoppelspoel omgekeerd in den houder te steken, maar de verbindingen met den spoelhouder moeten verwisseld worden. Ten slotte kan men ook in serie met de antenne een weerstand schakelen van 25 tot 300 ohm (bijv. een 50 watt,

---

<sup>1)</sup> Met een antennekring met zeer hoogen weerstand, bijv. op korte golf, kan zich het geval wel eens voordoen, dat de genereerneiging door het afstemmen van den antennekring eerst toeneemt, doch precies in resonantie juist afneemt. Het komt echter vrij zelden voor.

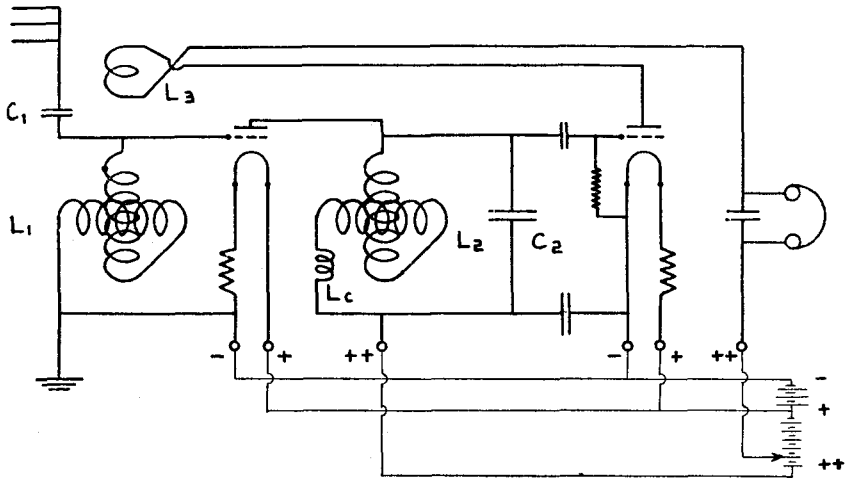


Fig. 106.

120 volt lamp). Men probeere zelf de gunstigste waarde, waarbij zonder terugkoppeling nog net geen zelfgenereren optreedt.

*Het is bepaald verkeerd, het genereren te onderdrukken door een der kringen niet precies af te stemmen, of den gloeistroom te verminderen, aangezien volgens bovenbeschreven methode de sterkte grooter kan zijn.*

In plaats van vaste of verwisselbare spoelen en afstemming met draaicondensatoren, kan men natuurlijk ook wel *variometers* gebruiken, al dan niet met parallelgeschakelde vaste condensatoren (fig. 106).

Door den heer J. Corver is een toestel bedacht en gemaakt, speciaal bedoeld voor omroepontvangst en door hem beschreven in Radio-Expres, nos. 17, 18 en 19, jaargang 1924. Daarbij werden twee variometers toegepast, met de assen in elkaars verlengde opgesteld en door tusschenkomst van een ebonieten schijf aan elkaar verbonden. Door draaien aan de schijf worden dan beide kringen gelijktijdig afgestemd. Dit kan echter alleen dan, wanneer kring  $L_2-C_2$  dezelfde zelfinductie en capaciteit heeft als de kring, gevormd door den primairen variometer en de antenne. Condensator  $C_2$  moet dus eens vooral aan de antennecapaciteit gelijk gemaakt worden. Verder moet in serie met variometer  $L_2$  een compensatiespoeltje  $L_c$  geschakeld worden, met gelijke zelfinductie als de

antennezelfinductie. Voor een eerste proef kan dit spoeltje desnoods gemist worden en met eene kleine meerdraadsantenne (met weinig zelfinductie) eigenlijk altijd wel.

Terugkoppeling wordt verkregen met een spoeltje van ca. 75 windingen. diameter 5 cm., verschuifbaar aangebracht zoo dicht mogelijk boven de vaste spoel van variometer  $L_1$  (dus eenigszins in afwijking van het normale schema). Voor goede werking is het van belang gebleken, die terugkoppeling op de in fig. 107 aangegeven wijze aan te brengen. De terugkoppelspoel moet steeds in een stand blijven, waarbij deze meer op de buitenspoel van den variometer werkt dan op de binnenspoel. Anders heffen de koppelingen met de beide spoelen elkaar op.

Bij de montage moet men er natuurlijk om denken, de verbindingen tusschen de spoelen van één der variometers om te keeren, wanneer ze zóó opgesteld zijn, dat ze met de knoepinden van de assen naar elkaar toegekeerd zijn. Anders wordt bij gelijktijdig bewegen de zelfinductie van den een grooter en die van den ander kleiner! Van groot belang voor de

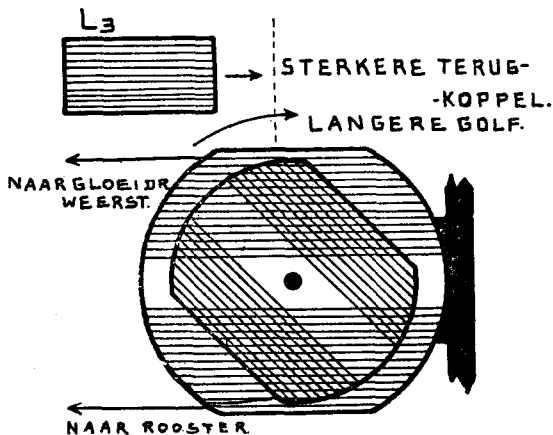


Fig. 107. Hoe de terugkoppeling aangebracht is bij een toestel volgens schema fig. 106.

In schema fig. 106 moet men zich den variometer in werkelijkheid eigenlijk onderstboven denken. In werkelijkheid moet de rotor aan de roosterzijde komen en de stator aan min-accu. Men begint dan die zijde van den stator, waarmee de terugkoppelspoel gekoppeld is, aan min-accu te verbinden (of aan de minpool van de neg. rooster spanningbatterij).

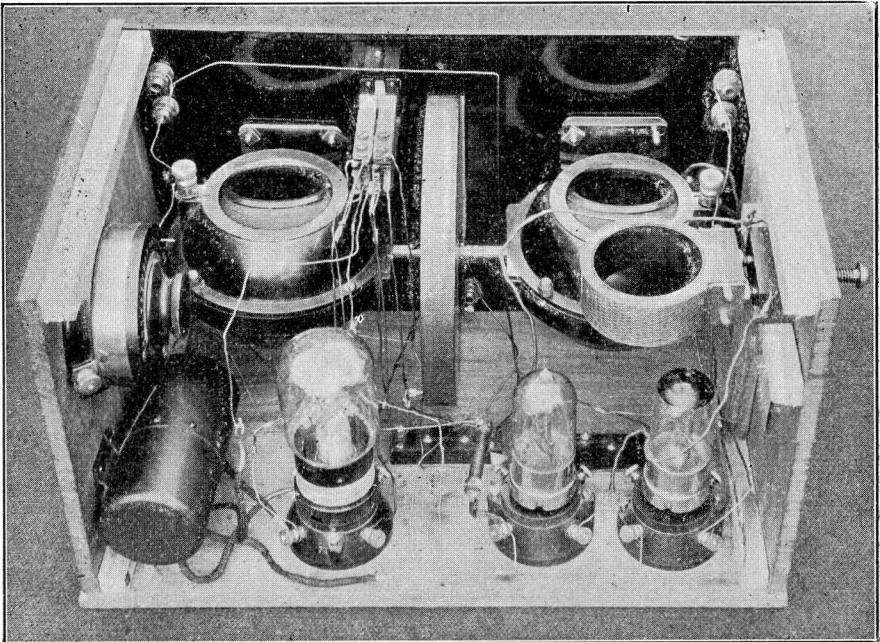
De andere zijde van den stator wordt met één zijde van den rotor verbonden en de andere zijde van den rotor aan rooster (resp. roostercondensator). Klopt de richting van golflengtetoename niet met de pijl in deze figuur, dan verwisselen men de verbindingen van den rotor. Is de terugkoppeling verkeerd, dan verwisselen men de verbindingen met de terugkoppelspoel.

goede werking is, dat de assen onwrikbaar met elkaar verbonden zijn en dat de variometers precies gelijk zijn en ook gelijk blijven loopen.

Het instellen van de compensatie gebeurt als volgt:

Het toestel wordt nabij de kleinste golf ingesteld en  $C_2$  zóó ingesteld, dat het toestel het gemakkelijkst genereert, bij zoo zwak mogelijke terugkoppeling. Daarna gaat men op dezelfde wijze na, of voor de grootste golflengte voor  $C_2$  een merkbaar grootere waarde noodig is; alles aanvankelijk zonder zelfinductiecompensatie. Mocht dit het geval zijn, dan is zelfinductiecompensatie noodig en wel zooveel, totdat dit niet meer het geval is. De kleinste golflengte controleere men nog eens na het aanbrengen van de zelfinductiecompensatie. Die zelfinductie kan bestaan uit 10 à 25 windingen, diameter 5 cm.

Met een bepaald stel gelijke variometers was het golfbereik met een kleine meerdraadsantenne van 340 tot ruim 1100 meter. Wenscht men een toestel, waarvan het meetbereik onafhankelijk is van de antenneafmetingen, dan kan men daartoe in serie met de antenne een draaicondensator schakelen van ca. 500 micro-microfarad en condensator  $C_2$  op een vaste kleine waarde instellen, bijv. 200 micromicrofarad. Met den seriecondensator kan men dan steeds de totale antennekring-capaciteit hieraan gelijk maken, aan-



J. Corver.

Fig. 108. Variometer-ontvanger volgens schema fig. 98 met een trap laag-frequentversterking, speciaal geschikt voor omroep-ontvangst op korte golven (achter-aanzicht).

gezien bijna alle normale amateurantennes een capaciteit hebben, grooter dan ca. 250 micromicrofarad. En de antennezelfinductie is maar van heel geringen invloed op het meetbereik.

Wenscht men een toestel met ruimer golfbereik, dan stellen we voor, om te beginnen condensator  $C_1$  en dus vanzelf ook condensator  $C_2$  op een *kleine* waarde in te stellen, zoodat men net op de stations met kortste golven kan afstemmen, die men nog wenscht te kunnen ontvangen. De maximale golflengte van het meetbereik zal dan ook veel korter zijn dan hierboven opgegeven. *Voor de langegolfstations kan men dan het meetbereik naar boven toe uitbreiden, door bijv. honingraatspoelen te schakelen in serie met de variometers.* Men heeft daarvoor dus twee volkomen gelijke honinggraat spoelen noodig, anders klopt de compensatie niet meer.

Met een toestel volgens het „Koomans-schema” is inderdaad goede omroepontvangst mogelijk. Een bezwaar — vooral bij de langere golven — is, dat de hooge tonen van de modulatie relatief te weinig versterkt worden in verhouding tot de lage. Vooral spraak klinkt daardoor „hol” en is vrij onverstaanbaar. Oorzaak is de tengevolge van de rooster-anode-capaciteit der h.f. lamp steeds aanwezige genereeroneiging, waardoor de resonantiekromme van het systeem zeer verscherpt wordt. Frequenties, welke slechts weinig afwijken van die, waarop het toestel ingesteld is (i. c. de draaggolf van het telefoniestation) — bijv. de hooge tonen in het modulatiespectrum, dat zich ter weerszijden van de draaggolf uitstrekt — worden daardoor te weinig versterkt met het bovenvermelde gevolg.

Uit het voorgaande is wel duidelijk, dat aan het bovenbehandelde schema nog vele bezwaren kleven, zooals: geringe selectiviteit (bij toepassing van inductieve antennekoppeling krijgt men last met genereeroneiging), te scherpe resonantiepiek, ook zonder „uitwendige” terugkoppeling, afhankelijkheid van de genereeroneiging van de gebruikte antenne en lampen, etc.

Dat alles is het gevolg van de genereeroneiging, die ook reeds aanwezig is zonder terugkoppelspoel; als gevolg van de rooster-anode capaciteit der hoogfrequentlamp. De eenig afdoende remedie ligt wel in het opheffen van het effect van die capaciteit, waartoe men inderdaad kan geraken door toepassing van het wheatstone-sche brug principe. Die bewerking heet in het radio-latijn „neutraliseeren”. We zullen hierop later nader terugkomen. De aldaar behandelde schema's zijn dus superieur te achten boven de hier en de hierna beschouwde, wanneer tenminste geen speciale scherm-roosterlampen toegepast worden.

### Schema-Idzerda.

De goede werking van het vorenbesproken „schema-Koomans” is in hooge mate afhankelijk van den inwendigen weerstand van de hoogfrequentversterkerlamp. Groote inwendige weerstand beteekent: groote selectiviteit en, wanneer tevens de spanningsversterkingsfactor groot is: hooge versterkingsgraad. Hiermee gaat evenwel gepaard: groote genereernejing.

Met onderstaand schema is het ook met een h.f. lamp met lagen inwendigen weerstand mogelijk, de zoo gewenschte groote versterking te verkrijgen, zonder overmatige genereernejing.<sup>1)</sup> Het is daardoor zelfs mogelijk, meer dan een trap in cascade toe te passen.

Van belang is de juiste grootte van den „koppelcondensator”  $C_1$ , welke praktisch van de orde van grootte van een neutrodyncondensator behoort te zijn (maximaal enkele micromicrofarads capaciteit).

De anode-voeding van de hoogfrequentlamp geschiedt via een hoogen weerstand (of smoorspoel) welke praktisch niet veel grooter behoeft te zijn dan ongeveer de inwendige weerstand van de hoogfrequentlamp.

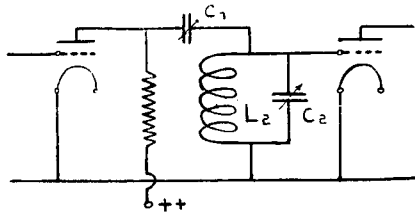


Fig. 109. Schema-Idzerda.

<sup>1)</sup> H. Mak. Het veelbesproken hoogfrequent-schema. Radio-Nieuws, December 1927.

W. A. Dopheide. Eenige berekeningen over h.f. schema's met een koppelcondensator en een afstembaren kring. Radio-Nieuws, April 1928.

D. Wolbers. Effectieve hoogfrequentversterking. Radio-Expres no. 41, 14 Oct. 1927.

Het komt ons voor, dat het van belang is, bij berekeningen hieromtrent ook den invloed van de anode-gloeidraad capaciteit van de hoogfrequentlamp in aanmerking te nemen, aangezien deze van dezelfde orde van grootte is als van condensator  $C_1$ .

**Schema-Mak.**

Tracht men het schema met afgestemde kringen uit te breiden voor meer dan twee lampen, dan ondervindt men groote moeilijkheden met de haast onbedwingbare genereernejing. Bovendien is de afstemming met zooveel afgestemde kringen wel wat gecompliceerd, vooral voor ongeoeffenden.

Door Ir. H. Mak is een schema toegepast, waarbij die moeilijkheden op vernuftige wijze opgelost zijn door combinatie van een afgestemden kring en een smoorspoelkoppeling. Het schema werd gepubliceerd in Radio-Nieuws, no. 6, van 15 Mei 1924.

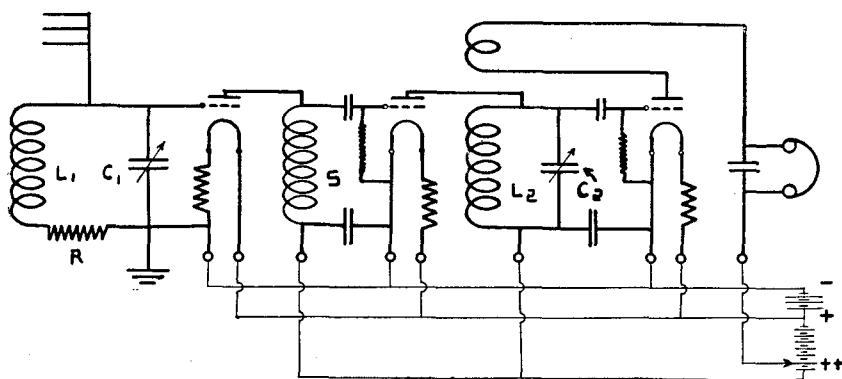


Fig. 110. Ontvanger met hoogfrequentversterking met afgestemden tuschenkring en smoorspoelkoppeling. (Schema-Mak). Voor afmetingen, enz. zie ook onderschrift fig. 105.

Als smoorspoel  $S$  in schema fig. 110 gebruikte Ir. Mak een combinatie van 9 in serie geschakelde spoelen, nml. drie spinnwebspoelen à 30 windingen; drie idem à 50 windingen; twee honingraatspoelen à 300 windingen en een ijzerkernsmoorspoel; alle spoelen eenige millimeters gespatieerd. Zoo'n smoorspoel smooft zoowel op lange als op korte golven. Men kan natuurlijk zeer goede resultaten bereiken met de smoorspoelconstructie van hoofdst. III met nog extra een ijzerkernsmoorspoel, in serie geschakeld voor de lange golven. De eenige eisch, aan een goede smoorspoel te stellen, is, dat de zelfinductie groot en de capaciteit vooral zeer klein is. Gewone honingraatspoelen zijn daarom als kortegolfsmoorspoelen tamelijk ongeschikt.

Ir. Mak gebruikte een toestel volgens dit schema speciaal voor

raamontvangst. Spoel  $L_1$  werd dan door het raam vervangen. Het raam bestond uit twee hoepels, diameter 90 cm., op 20 cm. afstand gehouden door 31 ronde houtjes. Totaal tweemaal tien windingen, één cm. gespatieerd, die serie of parallel geschakeld kunnen worden. Dit gaf een golfbereik van 280 tot 1600 meter. De draad gaat beurtelings op of onder de houtjes, waardoor een capaciteitsvrije wikkeling verkregen wordt.

Om de genereeroneiging, die bij raamontvangst altijd zeer groot is, voldoende te beperken, was het noodig, in serie met het raam een inductievrijen weerstand  $R$  van ca. 300 ohm te schakelen in den vorm van een 125 volt 32 kaars metaaldraadlamp. Lampen van kleinere lichtsterkte of wattverbruik hebben meer weerstand; dus kan men, door andere lampen in te zetten, den weerstand regelen.

Het afstemmen van een toestel volgens dit schema gebeurt precies eender als met het schema-Koomans (zie aldaar). Het afstemmen van het raam (of de antenne) heeft invloed op de genereeroneiging van het toestel. Hierbij doet zich het volgende verschijnsel voor:

Heeft men zeer *weinig weerstand* in het raam, dan *vergroot* de juiste afstemming de genereeroneiging. Met veel weerstand is het juist omgekeerd. Voor een *zéér* soepele instelling is het dus zaak, den weerstand *zóó* uit te probeeren, dat het afstemmen van het raam *géén* invloed heeft op de genereeroneiging. De grootste geluidsterkte bereikt men met zoo min mogelijk weerstand.

Hetzelfde verschijnsel doet zich voor bij aansluiting van een toestel volgens schema-Koomans op een raam, of bij uitvoering daarvan als inductief toestel. In dit laatste geval moet de weerstand in serie met den condensator van den eersten afgestemden kring *geschakeld* worden.

De resultaten met een toestel volgens dit schema zijn vrij bruikbaar; in elk geval is er meer versterking mee mogelijk dan met het voorgaande schema. Bediening en constructie zijn evenwel gecompliceerder, eveneens de genereeroneiging. Door toepassing van een smoorspoel inplaats van een afgestemde keten is de resonantiepiek niet overmatig hinderlijk verscherpt, maar toch erger dan bijv. bij een gewoon inductief toestel. De selectiviteit — vooral voor gedempte storingen — staat daarbij toch nog vrij ver ten achter.



### III. Versterkers met Transformator-koppeling (met gescheiden primaire en secundaire wikkelingen). Transformatoren met vaste koppeling.

Er bestaan z.g. hoogfrequenttransformator-tjes in schijf-vorm, waarbij primaire en secundaire in één smalle gleuf over elkaar heen gewikkeld zijn. Ze zijn voorzien van stekerpennen, passende in de gewone Europeesche lampfitting. Waar bij de lamp rooster en plaat verbonden zijn, zijn hier de aansluitingen voor de primaire wikkeling; de andere zijn de aansluitingen aan de secundaire.

In meervoudige versterkers voldoen die transformatoren niet altijd goed, wegens de gewoonlijk niet te onderdrukken genereer-neiging. Wel kan men er één gebruiken in plaats van den tweeden afgestemden kring van een versterker volgens schema-Koomans of schema-Mak (zie fig. 111).

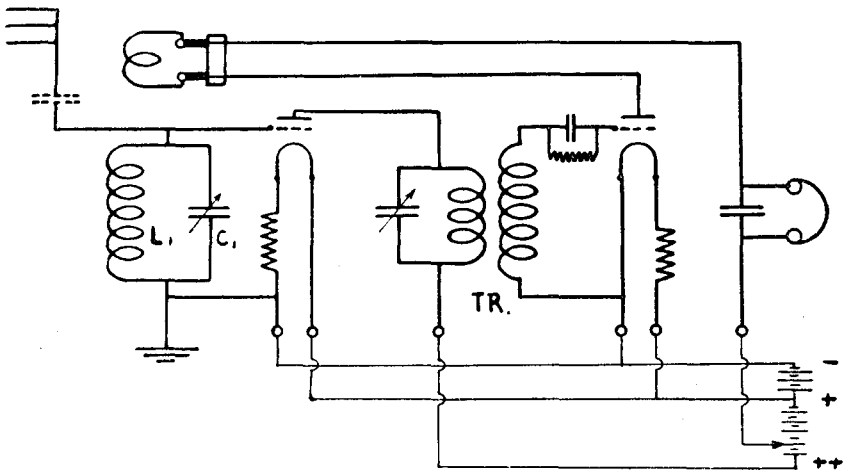


Fig. 111.

Dergelijke transformatoren kan men vrij eenvoudig zelf maken. De „vorm” bestaat uit twee flensen van eboniet-plaat van ca. 4 cm. diameter, waartusschen een derde schijfje geklemd is van ca. 3 cm. diameter en 4 mm. dikte. Voor 300 tot 500 meter golf kan de primaire bestaan uit 40 windingen en de secundaire uit 45 windingen, alles *dubbelomspinnen* draad van 0,1 mm. Na afdekking der primaire met een zijden lintje wordt direct daaroverheen de secundaire gewikkeld.

De buitenste winding van de secundaire moet met het rooster van de lamp verbonden worden. Alleen de primaire moet afgestemd worden met een draaicondensator van hoogstens 500 micromicrofarad maximale capaciteit. Nooit trachte men ook nog de secundaire af te stemmen; bij deze vaste koppeling geeft dat moeilijkheden en is het ook overbodig.

Zoals reeds eerder gezegd, is de genereeroneiging met deze transformatoren gewoonlijk zeer groot. Men kan daar wel wat tegen doen, ten koste van de versterking, door de secundaire te shunten met een weerstand van  $\frac{1}{2}$  à 3 megohm. Ook probeere men de beste aansluitrichting van de primaires. — In verband met de fase van inductieve en parasitaire capacatieve koppeling kan dat nog vrij aanmerkelijk verschil opleveren.

In verband met het feit, dat geen „neutraliseering” is toegepast, kleven aan een toestel als dit al de bezwaren, daaraan verbonden.

#### Transformatoren met losse koppeling.

Een beter systeem is het volgende: de genereeroneiging wordt sterk verhoogd door afstemmen van den plaatkring, zooals met alle tot nog toe beschreven afgestemde versterkers het geval is. Eén van de beide wikkelingen van den transformator moet men afstemmen. Verbetering zal dus mogelijk zijn door niet de primaire, maar de secundaire af te stemmen.

De genereeroneiging van de *eerste* lamp wordt ook bevorderd door een hooge zelfinductie in den plaatkring. Wordt deze laag gehouden, dus de primaire klein gemaakt, en is de antenneweer-

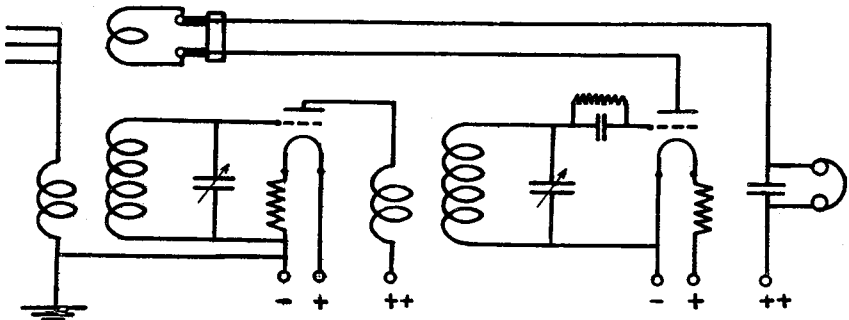


Fig. 112. Resonantie-transformator-koppeling.

stand hoog, dan zal men normaal geen last meer hebben van genereeren.

Alles wat vast gekoppeld is met een kring, heeft het effect, alsof het voor een gedeelte zèlf in dien kring aanwezig is — dus ook een afgestemde kring, gekoppeld met een kleine zelfinductie in den plaatkring! Bij te vaste koppeling zou daardoor toch weer genereeren kunnen ontstaan. Omgekeerd kan men ook weer de koppeling zóó los maken, dat zelfs bij precies afgestemden secondairen kring geen genereeren optreedt.

De stabiliteit van zoo'n toestel hangt dus voor het grootste deel af van de goede dimensionering van de transformatoren en van den antenneweerstand. Is deze laatste te klein, dan kan men natuurlijk altijd weerstand in serie schakelen. Bij dit type versterker moet dus aan drie voorwaarden noodzakelijk voldaan worden:

- I. De secundaire van den transformator moet afgestemd worden (z.g. resonantietransformator).
- II. De primaire mag niet te veel windingen hebben, maar ook niet te weinig, omdat daardoor de geluidsterkte te veel achteruit zou gaan.
- III. De koppeling tusschen primaire en secundaire moet zeer los zijn, maar ook weer niet *te* los, in verband met de geluidsterkte.

De tweede lamp in dit systeem behoeft geen genereernejiging te vertoonen, omdat voor de hooge frequentie geen hooge inpedantie in de anodeketen aanwezig is. De terugkoppelspoel mag daarom vooral niet te groot zijn.

De anodeketen van de h.f. lamp werkt a. h. w. als „antennespoel” voor de roosterketen van de detectorlamp. Het zijn eigenlijk twee complete inductieve ontvangers in cascade, waarvan alleen de tweede als detector werkt.

Met eenige voorzorgen omtrent opstelling, montage etc. zijn met dit systeem bruikbare resultaten mogelijk, ook zelfs op vrij korte golf. De afstemmingen worden evenwel tamelijk kritisch.

Goede resultaten bereikt men het gemakkelijkst met lampen met lagen inwendigen weerstand — vooral voor de h. f. triode. Hoe lager inwendige weerstand, des te minder genereernejiging zal zich

voordoen en des te sterker kan de koppeling tusschen de beide lampen gemaakt worden. Van groot belang is ook weer hier een geringe rooster-anodecapaciteit, vooral voor de eerste lamp. Toepassing van speciale lampen met geringe  $r : a$ -capaciteit is daarom zeer aan te bevelen.

De terugkoppelspoel kan dienen zoowel om méé als tegen te koppelen — afhankelijk van den aard der genereernejing van de hoogfrequentlamp.

De beste spoelafmetingen moet men zelf uitprobeer. Voor de secundaire kan men, voor 300 tot 500 meter golf, een spoel nemen met ca. 60 windingen (bijv. een honingraatspoel) met een condensator van ca. 300 micromicrofarad maximaal.

Het aantal primaire windingen probeere men uit in verband met de genereernejing; gewoonlijk komt men tot ca. 20 windingen. De koppeling moet zeer los zijn; een onderlinge afstand van ca. 5 c.m. is vaak nodig.

De respectievelijke secondaires moeten opgesteld worden, zóó, dat geen onderlinge koppeling optreedt — dus met behoorlijken onderlingen afstand. Men kieze de spoeldiameters niet te groot. Mocht onderlinge koppeling niet geheel en al te vermijden zijn, dan is een tegenkoppeling (die de genereernejing tegenwerkt) te prefereren. (Probeer de verbindingen te verwisselen).

Antenne- en eerste roosterspoel eenerzijds en de spoelen in plaat- en tweede roosterketen anderzijds kan men samen op één koker wikkelen. Men heeft dus totaal twee zulke gecombineerde spoelkokers nodig.

Men wikkele op één koker, bijv. van ca. 5 c.m. diameter, eerst de roosterwindingen (aantal afhankelijk van het golfgebied) en na een spatieering van 5 m.m. de antenne — resp. anodewindingen — het aantal is afhankelijk van de antenne en van den inwendigen weerstand van de h. f. triode.

Het einde van de anode-windingen, dat naar de roosterwindingen (van de tweede lamp) gekeerd is, wordt met de plus-anode-spanning verbonden. Het vrije einde van de roosterwindingen is de roosterzijde.

Een praktische verbetering kan bereikt worden door de transformatoren ten deele uit te voeren als variometers, mechanisch gekoppeld met de assen van de draaicondensatoren, zóó, dat voor langere golven de koppeling vanzelf vaster wordt. Om eenigermate onafhankelijk te zijn van de antennedimensies, kan men een zeer kleinen antenne-serie-condensator toepassen bijv. een z.g. micro-condensator van max.  $50 \mu\mu$  F. Bij een dergelijk toestel komt natuurlijk zeer veel aan op een juiste dimensionering van zelf-inducties en koppelingen om een soepel werken over een groot golfleengtegebied mogelijk te maken.

Het belang van deze resonantie-transformator-schakeling is in hoofdzaak gelegen in de mogelijkheid van aanpassing van den afgestemden keten aan den inwendigen weerstand van de h.f.-lamp door middel van verandering van de koppelingsgraad (ev. winding-tal van de primaire spoel). Speciaal met een lamp met groote steilheid en lage spanningsversterkingsfactor is het met deze schakeling mogelijk, grooter versterking te verkrijgen dan bijvoorbeeld volgens „schema-Koomans”, waarbij de roosterwisselspanning van de volgende lamp steeds hoogstens gelijk is aan de anode-wisselspanning van de voorgaande lamp — terwijl dan ook de genereer-neiging minder is.

Met de resonantie-transformatorschakeling kan de roosterwisselspanning van de volgende lamp eenige malen grooter zijn dan de anodewisselspanning van de voorgaande lamp, wanneer de demping van bedoelde roosterketen gering is door toepassing van een goede spoel en goeden condensator, eventueel gecombineerd met terugkoppeling.

De terugkoppeling in fig. 112 is in hoofdzaak bedoeld als t e g e n w e r k e n d e terugkoppeling, om overmatige genereer-neiging van de h.f.-lamp (met dier ketens) te kunnen beheerschen. Heeft men daarvan geen last, dan kan men dus op grond van het bovenstaande beter terugkoppelen met den roosterketen van de detectorlamp, overeenkomstig schema fig. 105.

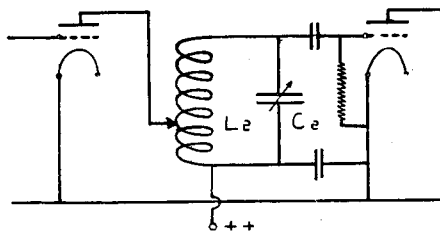


Fig. 113. Resonantie-spaartransformator-koppeling.

Men kan den resonantietransformator ook zeer goed uitvoeren als s p a a r t r a n s f o r m a t o r overeenkomstig schema fig. 113. Hiermede zijn we blijkbaar weer teruggekeerd tot schema 105 (Koomans-schema), echter met dit verschil, dat de anodekring van de hoogfrequentlamp slechts gevormd wordt door een d e e l van spoel  $L_2$ . Blijkbaar is het schema--Koomans dus op te vatten als een bij-

zonder geval van de koppeling met resonantie-spaartransformator, nml. met transformatie-verhouding 1 : 1.

Met het „schema-Idzerda” (fig. 109) wordt een dergelijke werking bereikt, wanneer de capaciteit van den koppelcondensator  $C_1$  niet te groot is. Hier hebben we blijkbaar met een vorm van capacatieve koppeling te maken.

Litteratuur (laatst verschenen):

The Shielded neutrodyne-receiver (Dreyer & Manson) Proceed. Inst. of Radioeng. Vol. 14 pp. 217—247 en pp. 395—412.

Spanningsversterking door resonantie-transformatoren (H. O. Roosenstein) Radio-Nieuws, December 1926.

Good quality in h. f. amplifiers (C. C. Inglis) Experimental Wireless, March 1928 en May 1928 pp. 282 e.v.

On the distortionless reception of a modulated wave and its relation to selectivity (F. K. Vreeland), Proceed. of the Institute of Radioengineers, vol. 16 pp. 255—280.

### NEUTRALISEERING VAN ROOSTER-ANODE CAPACITEIT.

Zoals reeds eerder medegedeeld werd, is de feitelijke oorzaak van alle genereeroneiging bij afstemming van de kringen van een hoogfrequentversterker, de geringe capaciteit tusschen rooster en plaat van de versterkerlampen. Die capaciteiten werken als koppelingen tusschen plaat- en roosterkringen, zoodat alle kringen, zelfs bij de meest zorgvuldige montage, op elkaar terugwerken.

Door Prof. Hazeltine is een methode uitgedacht om zonder verlies aan energie het effect van die capacatieve koppeling te neutraliseeren. Daarvoor moet een deel der inductief aan een volgenden kring, hier den secondairen kring, overgedragen energie weer via een kleinen condensator aan den roosterkring worden teruggevoerd; het capacatieve „lek” van rooster naar plaat wordt daardoor a.h.w. gestopt! (Fig. 114).

De aansluitrichting van de spoelen kan nml. zóó gemaakt worden, dat de spanning aan de roosterzijde van de secondaire spoel net tegengestelde fase (richting) heeft als de spanning aan de plaatzijde van primaire spoel. Hebben beide spoelen gelijk windingtal, dan moet de neutraliseeringscapaciteit  $C_n$  even groot zijn als de lampcapaciteit. Met een grootere secondaire spoel moet  $C_n$  kleiner

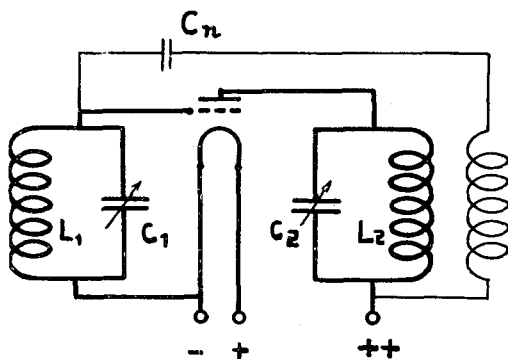


Fig. 114. Principe van het neutraliseeren van de capaciteit tusschen rooster en plaat van een lamp met afgestemde plaat- en roosterkringen.

zijn en wel omgekeerd evenredig met de transformatieverhouding. Praktisch past men dit laatste toe om niet in onhandelbaar kleine neutraliseeringscondensatortjes te vervallen.

Wanneer de magnetische koppeling tusschen primaire en secundaire spoel van den hoogfrequenttransformator maximaal was (koppelingscoëfficiënt gelijk 1) en wanneer de parasitaire capacitiëve koppeling tusschen de spoelen gelijk nul was, dan zou die compensatie voor alle golven juist zijn. In de praktijk is aan deze voorwaarden nooit geheel te voldoen (maar men streef er natuurlijk wel steeds naar!) — vandaar, dat niet bij alle afstemmingen met cond.  $C_1$  en  $C_2$  de neutraliseering geheel goed blijft voor één stand van  $C_n$ .

Praktisch kan men beter op een eenigszins andere wijze te werk gaan, door nml.  $C_n$  eenerzijds direct te verbinden aan de onderzijde van spoel  $L_2$  en de  $+$  anodebatterij (gemarkt  $++$ ) inplaats van met de onderzijde van spoel  $L_2$  te verbinden met een punt van spoel  $L_2$  ongeveer op  $1/3$  van onderen. Zie schema fig. 115.

De „neutraliseeringsspoel” kan dan komen te vervallen, omdat het onderste deel van spoel  $L_2$  als zoodanig werkt. (Precies dezelfde schakeling verkrijgt men door bijv. de onderzijde van condensator  $C_2$  te verbinden met de bovenzijde van de „neutraliseeringsspoel” in fig. 114).

Ook kan men „neutraliseeren” door een punt van spoel  $L_1$  te

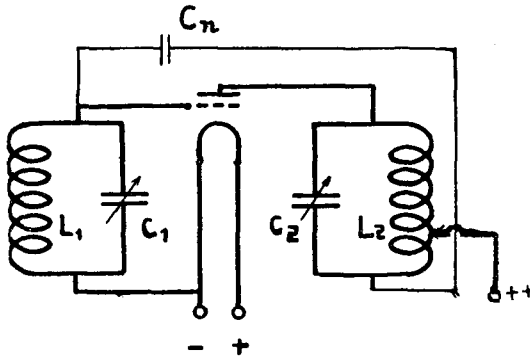


Fig. 115. Betere methode van „neutraliseeren”.

verbinden met de gloeidraadzijde en de onderzijde van spoel  $L_1$  te koppelen via een neutraliseeringscondensator aan de anode. \*)

Wanneer men slechts op de principieele schakel-elementen let, zal men gemakkelijk inzien, dat alle „neutraliseering”-schema's berusten op het principe van de Wheatstone'sche brug voor impedanties, fig. 116, met dit onderscheid, dat de onderlinge koppeling van de takken  $L_1$ , resp.  $L_2$ , hier van essentieel belang is. Vandaar dat een vermindering in aantal windingen van de neutraliseeringsspoel (of dat gedeelte van  $L_2$  of  $L_1$  dat daarvoor dient) gecompenseerd kan worden door een vergrooting van de neutraliseeringscapaciteit — iets waarvan men steeds praktisch gebruik maakt. Terwille van een vaste koppeling make men de spoelen kort en met grooten diameter.

*Bij juiste neutraliseering mag men met gedoofde h.f. lamp in het geheel geen signalen te hooren krijgen. (Voorzichtig de kringen op een zeer sterk station afstemmen, bijv. een zoemergolfmeter en — de kringen steeds afgestemd houdend — de neutraliseering regelen. De instelling is zéér kritisch.)*

Het is duidelijk dat de neutraliseering de selectiviteit — speciaal voor gedempte storingen — verhoogt: de capacatieve koppeling via de rooster-anode capaciteit van de antenneketen, rechtstreeks met

\*) Kortsluiting in den neutraliseeringscondensator geeft ongelukken! Men schakele daarom veiligheidshalve een voldoende grooten vasten condensator daarmee in serie.



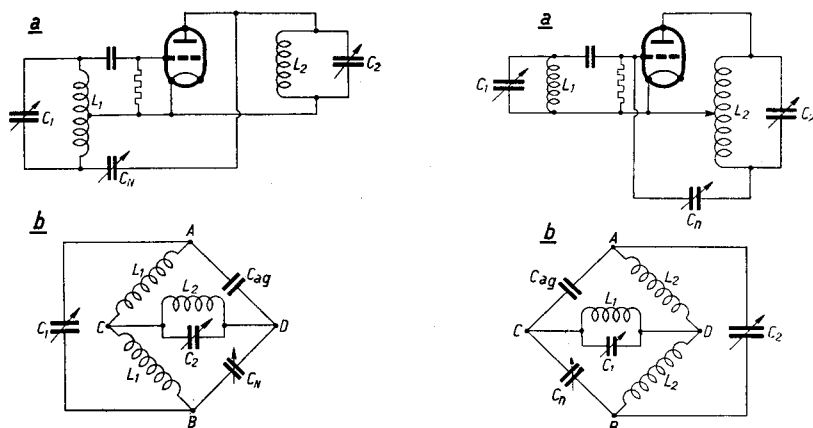


Fig. 116.

$C_{ag}$  stelt de rooster-anode capaciteit van de lamp voor.

de detectorketen, wordt ermede opgeheven. Dit effect is belangrijker dan wel algemeen wordt ingezien.

Wij zullen hieronder nog eenige praktische gegevens betreffende een vierlamp versterker doen volgen, niet zoozeer omdat we het zelfmaken van een dergelijk toestel willen aanbevelen (er bestaan eenvoudiger toestellen, waarmee voldoende resultaten bereikbaar zijn), maar meer in verband met het toestel van fig. 120.

Terwille van een sterke magnetische en zoo min mogelijk capacitieve koppeling moet de primaire steeds kort van afmetingen zijn ten opzichte van de secundaire en steeds aan de gloeidraatzijde opgesteld zijn. Daarbij moeten primaire en secundaire gelijke wikkelrichting hebben en in verband met de fase moeten de aansluitingen precies zijn, zooals in fig. 117 aangegeven. Men zou de spoelen ook wel tegengesteld kunnen wikkelen en ook tegengesteld aansluiten, maar dan is de capacitieve koppeling veel grooter.

Voor 300 tot 500 meter golf kan men de secondaires wikkelen op stukjes koper van ca. 7 cm. diameter, bijv. 60 windingen *dubbelomsponnen* draad van ca. 0,6 mm. Hierover wikkele men de primaires, ca. 20 windingen van hetzelfde draad. Primaire en secundaire worden onderling gespatieerd door middel van 6 latjes, op de in fig. 12 aangegeven wijze.

De selectiviteit is grooter, naarmate de primaires uit minder windingen bestaan.

Men lette er vooral op, dat primaire en secundaire *dezelfde wikkelrichting* hebben en volge precies schema fig. 117.

Ten einde in niet al te kleine neutraliseeringscapaciteiten te vervallen, kan men de secondaires aftakken bij hoogstens hetzelfde windingtal als de primairé meet, hier dus bij de 20ste winding of minder.

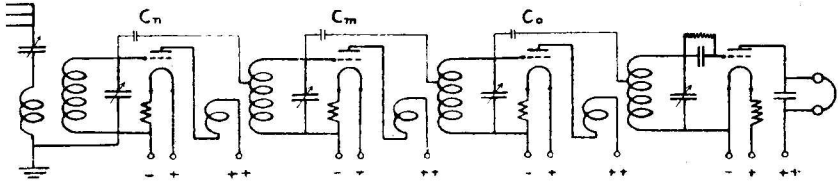


Fig. 117. Vierlamp-neutrodyne hoogfrequentversterker.

Bij de montage van het toestel drage men zorg, dat de transformatoren onderling in het geheel niet met elkaar gekopeld zijn; voor de goede werking zou dat fataal zijn. Daartoe monteere men ze schuins onder een hoek van  $45^\circ$ .

Alle draaicondensatoren mogen maximaal slechts 500 micromicrofarad meten; met grooter capaciteit neemt de signaalsterkte sterk af.

De neutraliseeringscondensatoren behoeven slechts heel klein te zijn en kunnen bijv. bestaan uit twee eindjes emaliedraad, enkele windingen in elkaar gedraaid. In fig. 118 vindt men eenige geschikte constructies.

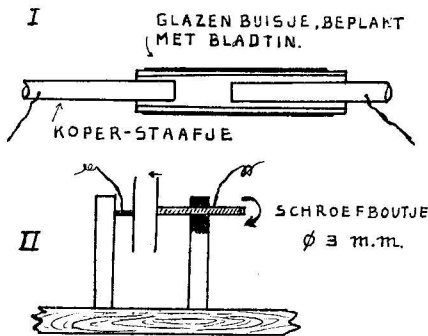


Fig. 118a.

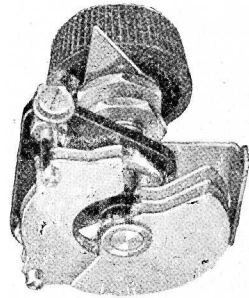


Fig. 118b. Neutraliseeringscondensator 15 micromicrofarad max. capaciteit.

Er zijn speciale neutraliseeringscondensatoren in den handel.

De groote moeilijkheid met een dergelijk toestel is het eens vooral instellen van de neutraliseeringscapaciteiten. Dit gebeurt het eenvoudigst met een zoemergolfmeter. Heeft men er geen bij de hand, dan stelle men zelf even iets samen volgens schema fig. 35. Ijken is niet noodig.

Wanneer alle spoelen en draaicondensatoren gelijk zijn, dan zijn alle kringen ook nagenoeg gelijk afgestemd door alle condensatoren op dezelfde waarde in te stellen, bijv. het midden van de schaal.

Hierna stemt men den zoemergolfmeter op het toestel af, totdat uit den luidspreker de zoemertoon het luidst hoorbaar wordt. Daarna kan men den zoemergolfmeter een flink eind verwijderen en alle kringen van den ver-

sterker nog even bijregelen op sterkste geluid. Luistert men in de telefoon, dan moet de zoemergolfmeter bij plaatsing op 10 meter afstand van den versterker nog goed hoorbaar zijn.

Intusschen is de versterker tot genereeren gekomen. Om dat te doen ophouden, zonder de versterking te schaden, moeten de neutraliseeringscondensatoren afgeregeld worden. Dit kan niet ineens gebeuren, en ook niet alle tegelijk voor den heelen versterker!

Om te beginnen, moet de eerste lamp gedoofd worden, niet door den gloeistroomweerstand eenvoudig uit te draaien, maar door één van de lampvoeten (die met plus-gloeidraad verbonden is) met wat dun vloeipapier (bijv. sigarettenpapier) te omwikkelen en de lamp daarna weer in de fitting te steken, zóó, dat alle andere pootjes contact maken. Dit moet heel voorzichtig gebeuren.

Hierna koppelt men den zoemergolfmeter zóó, dat men niettegenstaande de gedoofde eerste lamp, toch nog den zoemertoon kan hooren. Dat dít mogelijk is, komt juist door het capaciteieve lek tusschen rooster en plaat van de eerste lamp. Men regelt nu den eersten neutraliseeringscondensator  $C_n$ , totdat alle geluid is verdwenen. Lukt dat niet volkomen, dan stelle men in op minimum geluid. Men *zorge* er vooral voor, dat de zoemergolfmeter niet rechtstreeks op de nog *brandende* lampen kan inwerken, aangezien men dan *al t i j d* wat blijft hooren. Daarom werke men steeds met antenne en tamelijk ver verwijderden zoemer.

Is de eerste neutraliseeringscapaciteit op deze wijze afgeregeld, dan wordt de eerste lamp weer ontstoken en hetzelfde proces achtereenvolgens toegepast op de volgende lampen met bijbehorende neutraliseeringscapaciteiten  $C_m$  en  $C_o$ .

Is de heele versterker aldus *voorloopig* afgeregeld, dan verdient het aanbeveling, alles nog eens van het begin af aan te herhalen. Door het instellen van de neutraliseering van de laatste lampen is het nml. mogelijk, dat daardoor de neutraliseering van de eerste lampen wat ontregeld is en dus een definitieve regeling nog noodzakelijk kan blijken.

Na alle neutraliseeringscapaciteiten vastgezet te hebben, is de afregeling van den versterker eens voor al afgelopen. De versterker zal dan ook niet meer genereeren over bijna het geheele meetbereik van de condensatoren, behalve misschien aan de uiteinder, bij minimum en maximum stand.

De versterker is niet voorzien van terugkoppeling. In den gegeven vorm is het toestel daarom alleen voor telefonie-ontvangst geschikt. Door de neutraliseering van de lamp vóór den detector wat te bederven met een kleine inschakelbare extra-capaciteit, kan men er ook ongedempte telegrafie mee ontvangen.

Een neutrodyne hoogfrequentversterker met zooveel bedieningsknoppen is in de praktijk natuurlijk een onding, vooral voor omroepuiteraars. Het is echter mogelijk gebleken, de condensatoren mechanisch aan elkaar te verbinden, zoodat met één knop alle kringen gelijktijdig afgestemd kunnen worden. Inderdaad is zulk een toestel wel eens vervaardigd, speciaal

voor omroepontvangst op 200 tot 500 meter golf. Voor een groot golfbereik is zoo'n toestel niet te maken en dit vormt dan ook wel het grootste bezwaar. Trouwens de constructie lijkt ons zóó ingewikkeld, dat we een nadere beschrijving zullen achterwege laten. Met een goeden superheterodyne kan men op eenvoudiger wijze gelijkwaardige en zelfs betere resultaten bereiken.

Overigens zou het wel een bruikbaar toestel vormen, wanneer de kortegolf-omroep in de toekomst meer in betekenis ging toenemen.

### Praktische Tweelamp Neurodyne Omroepontvangers.

Hun, die wat grooter selectiviteit wenschen, dan bijv. met het schema-Koomans bereikbaar is, zouden we kunnen aanbevelen, inductieve antenne-koppeling toe te passen. We merkten echter reeds eerder op, dat daardoor de genereeroneiging gewoonlijk teveel toeneemt, terwijl bovendien het toestel ingewikkelder in de bediening wordt, daar dan *drie* kringen afgestemd zouden moeten worden inplaats van twee. Een bruikbare oplossing vormt een toestel volgens schema fig. 119, dat eigenlijk een tweelamp-neurodyne ontvanger is met directe antennekoppeling.

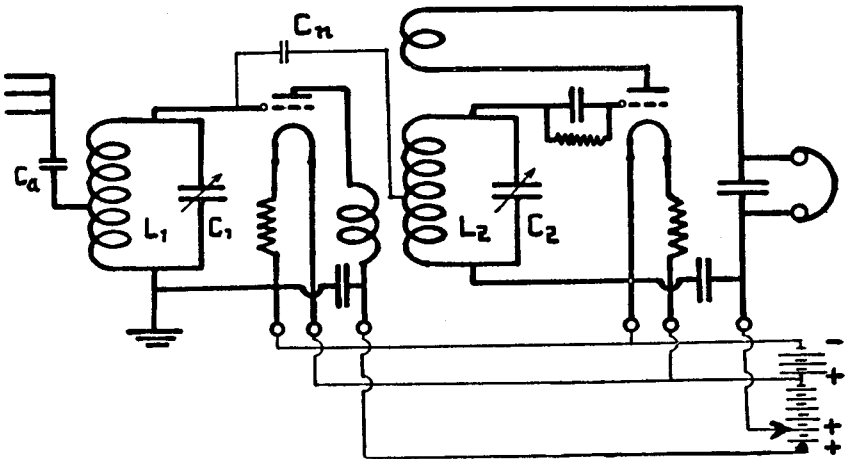


Fig. 119. Neurodyne-hoogfrequentversterker (1 H-F, 1 Det.) met directe antennekoppeling.

Voor grootte van condensatoren en spoelen zie ook onderschrift fig. 105. Condensator  $C_a$  is niet essentieel, maar wel gewenscht, teneinde het meetbereik per spoel te vergrooten. Capaciteit ca. 300 micromicrofarad.

Aftakking op de primaire spoel op  $\frac{1}{3}$  of  $\frac{1}{2}$ . (Zie hoofdstuk II).

De plaatspoel moet ca.  $\frac{1}{2}$  van het aantal windingen hebben van de daarmee gekoppelde roosterspoel. Is de plaatspoel te groot, dan is ook de genereeroneiging te groot. Men probeere zelf de gunstige waarde.

$C_n$  is de neutraliseeringscondensator. Over de instelling daarvan zie den tekst. Heeft het regelen van  $C_n$  geen invloed op de genereeroneiging, dan moeten de verbindingen naar de plaatspoel verwisseld worden.

De beide condensatoren tusschen min-accu en plus-hoogspanning (die dus samen over de batterijen geschakeld zijn) kunnen voor een eerste proef wel weggelaten worden.

Allereerst draagt de betrekkelijk *losse*, capacatieve antennekoppeling bij tot de selectiviteit. We verwijzen daarvoor naar het toestel volgens fig. 6, hoofdstuk II. Verder verhoogt de inductieve koppeling van den plaatkring van de hoogfrequentlamp met den roosterkring van de detectorlamp ook nog eenigszins de selectiviteit. Tot zoover is het dus geheel een toestel met transformator-koppeling (losse koppeling), ongeveer zooals beschreven onder III van dit hoofdstuk. Het bijzondere van dit toestel is de compensatie van de genereeroneiging volgens het neutrodyne-principe met condensator  $C_n$ , gecombineerd met de directe antennekoppeling.

In fig. 120 geven we een afbeelding van een toestel volgens dit schema met ingebouwd tweeklamp-laagfrequentversterker. Kring  $L_1-C_1$  wordt gevormd door den eersten condensator (500 tot 1000 micro-micro-farad) met spoel, in foto fig. 120.

Kring  $L_2-C_2$  wordt gevormd door den volgenden condensator (250 tot 500 micromicrofarad) met liggende spoel. Het half uitgedraaide ringvormige spoeltje rechts is de terugkoppelspoel. *De primaire spoel in den plaatkring van de hoogfrequentlamp moet bepaald gewikkeld worden in een smalle gleuf (1 cm.) in een houten ring, en opgesteld worden aan de gloeidraadzijde van spoel  $L_2$ .*

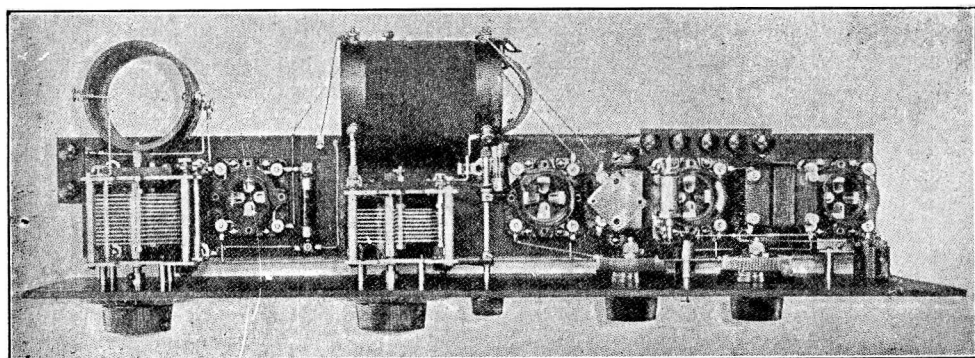


Fig. 120. Neutrodyne-omroepontvanger. (Boven-aanzicht).

Voor de aantallen windingen van de spoelen raadplege men hoofdstuk II.

De antenne-seriecondensator  $C_a$  kan vast zijn, ca. 100 micro-microfarad, liefst nog wat kleiner. (Zie hoofdstuk II).

De instelling van de neutraliseering kan bijv. geschieden op de bovenbeschreven wijze met een zoemergolfmeter — of ook wel door in te stellen op het punt van minimumgenereernejing. Steeds moet — bij juiste neutraliseering — het toestel buiten genereren gebracht kunnen worden met minimumterugkoppeling. Kan men geen neutraliseering vinden, d. w. z. verergert elke poging tot neutraliseeren de genereernejing, dan is òf de neutraliseeringcondensator veel te groot, òf men verwisselde de verbindingen naar de spoel, die in de anodeketen van de H.F. lamp geschakeld is, of wel beide.

Een bezwaar van het bovenbeschreven schema is, dat de koppeling tusschen  $L_2$ — $C_2$  en de voorgaande anodeketen niet steeds vast genoeg gemaakt kan worden.

Een variant op dit schema is mogelijk door kring  $L_2$ — $C_2$  en de spoel in de anodeketen van de H.F. triode met elkander te verwisselen en deze laatste dan te gebruiken als neutraliseeringsspoel, ongeveer volgens fig. 102.

Wanneer de koppeling tusschen primaire en secondaire van den resonantie-transformator variabel is, dan verandert daarmee tevens de instelling van den neutrodyne-condensator  $C_n$ .

Bij het schema fig. 121, bekend onder den naam *S o l o d y n e*, is dit niet het geval. Het komt ons voor, dat praktisch deze laatste schakeling een iets volkomener neutraliseering toelaat (onafhanke-

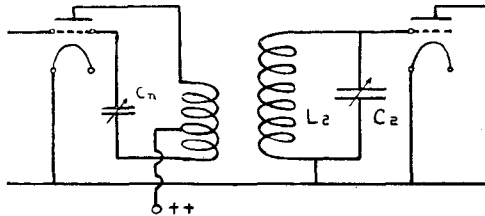


Fig. 121. Solodyne-schakeling (resonantie-transformator met neutraliseering).

lijk van eventuele capacitieve koppeling van primaire en secundaire) dan het vorige schema, daardoor merkbaar, dat de neutralisatie over een grooter golfbereik voldoende blijft.

Het is mogelijk, deze schakeling in meer dan één cascade uit te voeren, vooral bij zorgvuldige afscherming van de spoelen in metalen dozen en toepassing van spoelen met gering uitwendig veld (toroïd- of binoculair-spoelen).

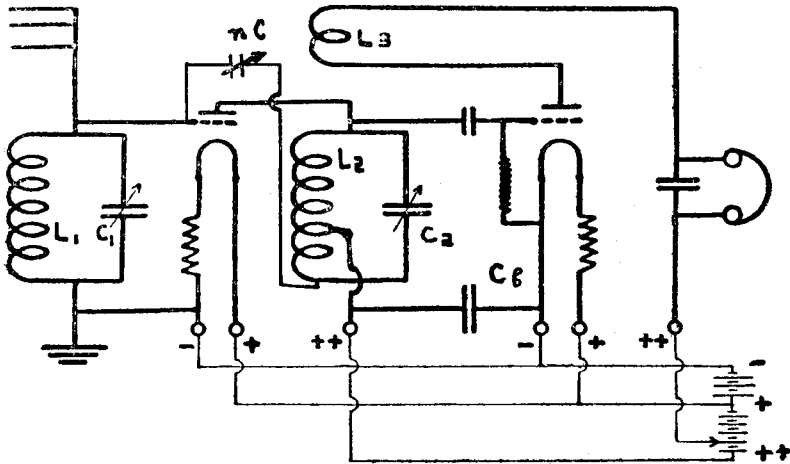


Fig. 122. Geneutraliseerd Koonansschema.

Evenals bij de hiervoor besproken ongeneutraliseerde schakelingen is het mogelijk, den resonantie-transformator als spaartransformator uit te voeren (fig. 122). Heeft de hoogfrequentlamp hoogen inwendigen weerstand (als gevolg van een hoogen spanningsversterkingsfactor) dan bereikt men ongeveer juiste aanpassing ook, wanneer de transformatieverhouding 1 : 1 is. *Gebruikt men daarentegen een hoogfrequentlamp met lagen inwendigen weerstand, dan wordt grooter versterking en hooger selectiviteit verkregen, wanneer, in afwijking van de geteekende schema's, de anode van de hoogfrequentlamp niet verbonden wordt aan het boveineind van de spoel  $L_2$ , doch aan een lagere aftakking.* Het juiste punt bepale men het eenvoudigste experimenteel; (gewoonlijk op  $\frac{1}{4}$  à  $\frac{1}{2}$ ). Natuurlijk moet de aftakking naar plus-anodebatterij van spoel  $L_2$  steeds liggen t u s s c h e n bovengenoemde anode-aftakking en de onderzijde van  $L_2$ .

Een punt, waarop nog gelet dient te worden, is het *handcapaciteit-effect van condensator  $C_2$* . Geen van beide platen van dezen condensator kan geaard worden; vandaar dat — op de gewone wijze gemonteerd — handcapaciteit-effect zal optreden. In dit geval kan men dat het beste tegengaan door den condensator elektrisch af te screenen en *achter in* het toestel te monteeren. De as verleng men met een *isoleerend stuk* (niet-elastisch materiaal). Als knop is voor dit doel bijzonder geschikt de Velvet Vernier fijnregelknop, aangezien de achterplaat hiervan aan de frontplaat vastgeschroefd kan worden en dus meteen steun geeft aan de verlengde as.

Met den aldus geneutraliseerden Koomans-ontvanger kan men nu *inductieve antennekoppeling* toepassen, zonder bevreesd te zijn voor onbedwingbare genereernejing.

Ook zonder inductieve antennekoppeling is de selectiviteit voor gedempte storingen toegenomen, omdat het effect van de capacatieve koppeling van de antenne met  $L_2-C_2$  opgeheven is. Nu krijgt men werkelijk de zuivere hoogfrequentversterkerwerking. Ook de genereernejing is afgenomen en daarmee het „hol” klinken van telefonie. *Verder zijn de afstemmingen van antenneketen en van  $L_2-C_2$  onafhankelijk van elkaar geworden*, — d.w.z. het afstemmen van één der ketens beïnvloedt niet de afstemming der andere keten.

Een kleine variatie op dit schema is het in Nederland zoo bekend geworden „Super-Radiola” schema <sup>1)</sup>.

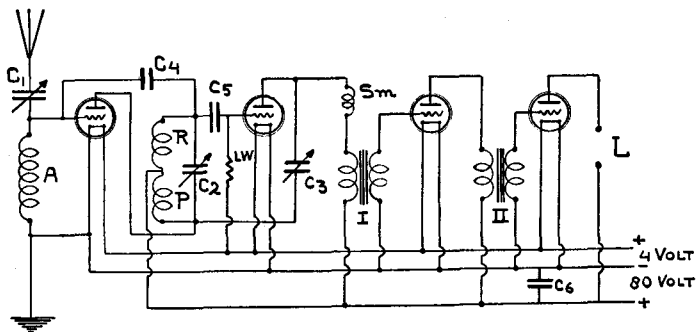


Fig. 123. Super-Radiola-schema.

<sup>1)</sup> De heeren Hebels en Esmeijer hebben indertijd het in den handel zijnde Super-Radiola toestel nagebouwd en het schema gepubliceerd — dat sindsdien zeer de aandacht heeft getrokken. Het schema hebben we overgenomen uit een artikel in R. E. van genoemde heeren.



Het verschilpunt is daarin gelegen, dat de verbindingen van neutraliseeringscondensator en van anode-H.F.-lamp met  $L_2-C_2$  verwisseld zijn. De neutraliseeringscondensator komt dus direct tusschen rooster-H.F.-lamp en roostercondensator-detectorlamp. De anode-H.F.-lamp is verbonden aan de onderzijde van  $L_2-C_2$ .

Verder is terugkoppeling toegepast volgens het Reinartz-Weagant systeem, door de onderzijde van  $L_2-C_2$  via een terugkoppelcondensator te verbinden met anode-detectorlamp. Het onderste deel van  $L_2$  vervult dus de dubbele functie van neutraliseeringspoel voor de H.F.-triode en van terugkoppelspoel voor de detector-triode<sup>1)</sup> — inderdaad een aardig idee.

Bij nadere beschouwing blijken de *roosters* van H.F. en detector-triode met een (zéér kleinen) condensator gekoppeld te zijn, welke eens voor al ingesteld wordt, ter neutraliseering. De *anodes* van beide trioden zijn eveneens met een (draaibaren) condensator gekoppeld ter regeling van de terugkoppeling van de detectortriode.

Het interessante van dit schema is het feit, dat er een betrekkelijk eenvoudig, goedkoop en toch goed werkend toestel van te maken is. Alle spoelen kunnen vast opgesteld worden: slechts drie knoppen behoeven voor de frontplaat zichbaar te zijn. In het origineele toestel, dat geheel met metaal afgeschermd is, zijn bovendien nog twee trappen laagfrequentversterking ingebouwd. Met een kleine binnenshuisantenne bleek daarmee reeds luidsprekerontvangst van verscheidene omroepstations heel aardig mogelijk te zijn. De resultaten ermee zijn in elk geval beter dan met een ongeneutraliseerd Koomans-schema. Ook met de beide andere boven beschreven schema's (met twee trappen l. f. versterking er achter) *zijn minstens even goede resultaten mogelijk*.

Overigens vestigen wij er de aandacht op, dat de kunstgreep met de terugkoppelcondensator  $C_3$  in schema fig. 123 evengoed op schema fig. 122 toegepast kan worden, waardoor de terugkoppelspoel  $L_3$  kan komen te vervallen. Men krijgt dan schema fig. 124.

Welk van beide schema's dan de voorkeur verdient, is moeilijk te zeggen — o.i. *niet* het Super Radiola schema en wel om de volgende reden:

---

<sup>1)</sup> Verg. driepuntschakeling (Hartley).

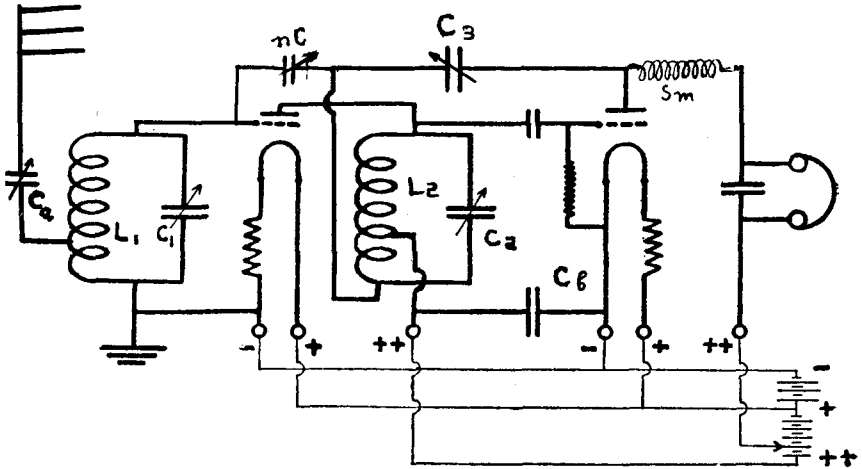


Fig. 124.

Terwille van de genereernejing van den detector en een soepele instelling van den terugkoppelcondensator is het voldoende, wanneer de aftakking op  $L_2$  ongeveer op één derde komt, van onder gerekend — niet meer. De neutraliseeringscondensator  $C_4$  (fig. 123) moet dan worden ongeveer  $\frac{1}{3} : \frac{2}{3} = \frac{1}{2}$  van de rooster-anodecapaciteit van de H.F.-lamp. Dit zou een onhandelbaar klein condensatortje worden — zóó klein, dat instelling praktisch zeer moeilijk is. Maakt men de capaciteit hiervan te groot, dan is het rooster van de detectortriode onmiddellijk capaciteef gekoppeld met de antenne (en al gauw vrij sterk zelfs!) hetgeen natuurlijk totaal ongewenscht is.

Gaat men daarentegen te werk volgens fig. 124, dan zijn de verhoudingen juist andersom: de neutraliseeringscapaciteit kan nu ongeveer het dubbele zijn van de rooster-anodecapaciteit van de H.F.-triode — dit wordt een veel handelbaarder dingetje. Bij geheel onregelde neutraliseering is de capaciteef koppeling van detector-rooster met antenne *hoogstens* slechts gelijk aan de rooster-anodecapaciteit, in elk geval niet veel meer.

*De conclusie is, dat van de drie gegeven schema's wij de voorkeur zouden geven aan dat volgens fig. 124, eventueel met inductieve antenne-koppeling.*

*De hiervoor — terwille van de volledigheid — behandelde*

*ongeneutraliseerde systemen staan ten achter bij deze wèl geneutraliseerde toestellen, wanneer geen speciale lampen met geringe rooster-anodecapaciteit toegepast zijn.*

### **OVER GENEREERNEIGING EN VERSCHIJSSELEN DIE DAARBIJ OPTREDEN.**

Generereen kan ontstaan door terugkoppeling. Terugkoppeling kan opzettelijk daarvoor aangebracht zijn (terugkoppelspoel), maar kan ook „vanzelf” optreden bij het afstemmen van plaat- en roosterkringen op elkaar, als gevolg van de rooster-anode capaciteit.

Ontstaat het bijv. door afstemmen van plaat- en roosterkringen en onderdrukt men het weer op de een of andere manier (bijv. door neutraliseeren) en brengt men het toestel daarna weer op den rand van genereeren door terug te koppelen, dan wint men niet in geluidsterkte boven de instelling, waardoor het toestel zonder speciaal daarvoor aangebrachte terugkoppeling, dus „vanzelf”, reeds op den rand van genereeren stond. Een gedeeltelijk geneutraliseerde versterker, die dâàrdoor op den rand van genereeren staat, geeft dus in het algemeen evenveel versterking als een geheel geneutraliseerde versterker, die met extra terugkoppeling weer op den rand van genereeren gebracht wordt.

In het algemeen gaan genereerneiging en versterking hand in hand en is er maar één mogelijkheid, waarbij het toestel op den rand van genereeren staat en de versterking maximum is. Hoe men het toestel in dien toestand brengt, is voor de versterking onverschillig.

Hierop bestaat echter één uitzondering. Bovenstaande beschouwing gaat nml. alléén op, zoolang alle kringen precies afgestemd zijn. Nu zal men in het algemeen met versterkers met afgestemde kringen ervaren, dat het genereeren reeds begint, vóórdat de kringen precies afgestemd zijn. Als men nu bij zoo'n toestel het genereeren onderdrukt, door niet precies af te stemmen, dan levert dat natuurlijk wèl verlies op !

*De genereerneiging moet zóóver beperkt worden, dat alle kringen precies afgestemd kunnen worden; dat is de eerste voorwaarde voor goede versterking.* Hoe men d a a r n a op den rand van genereeren instelt, nml. met extra (inductieve) terugkoppeling, of door

onvoldoende te neutraliseeren, is voor de versterking vrij onverschillig. Dat laat zich ook wel begrijpen; onvoldoende neutraliseeren is toch eigenlijk niets anders dan het toelaten van een geringe (capacitieve) terugkoppeling.

Deze regel gaat echter niet geheel en al op — nml. dan niet, wanneer de extra terugkoppeling *bij een andere triode* behoort, dan die, welke ontstaat door niet-neutraliseering.

Verwijzen we bijv. naar schema fig. 122, dan ziet men onmiddellijk in, dat de terugkoppelspoel in hoofdzaak dempingsreductie teweeg brengt in kring  $L_2$ — $C_2$ , behoorende bij de detectortriode. De roosteranode-capaciteit van de H. F. triode veroorzaakt evenwel dempingsreductie ook nog in de antenneketen. Wanneer nu kring  $L_2$   $C_2$  tengevolge van den inwendigen weerstand van de H. F. triode *sterker* gedempt is dan de antenneketen (bij gebruik van een zeer „goede” antenne, in het algemeen ook op lange golf, en met een H.F.-triode met zeer lagen inwendigen weerstand) dan kan men eerst door onvoldoende neutraliseeren *van de H. F. triode* de antenneketen op den rand van oscilleeren instellen en daarna door terugkoppeling *via de detectortriode* ook nog hetzelfde bewerken met kring  $L_2$   $C_2$ . Ook het omgekeerde kan zich voordoen.

Bij een toestel als dit zijn er dus wel degelijk *twéé* mogelijkheden, waarbij „het toestel” op den rand van genereeren staat — omdat er twee kringen bestaan die afzonderlijk (zij het ook met onderlinge beïnvloeding) <sup>1)</sup> op den rand van genereeren gebracht kunnen worden. In het algemeen is dit reeds min of meer het geval bij het normale, ongeneutraliseerde Koomans-schema — echter heeft men daarbij de mate van terugkoppeling van de antenneketen niet in de hand. Vandaar dat een Koomansschema het bij den een goed doet en bij den ander niet. Met den inwendigen weerstand en versterkingsfactor van de H. F. lamp (dus door lampenkeuze) kan men iets toe- of afdoen aan de genereernejing —

---

<sup>1)</sup> Bij onjuiste instelling van de neutraliseering van de hoogfrequentlamp is er nog een derde mogelijkheid, nml. dat de dempingsreductie van kring  $L_2$ — $C_2$  (door middel van de terugkoppeling) tot gevolg heeft, *dat de h.f. lamp* gaat genereeren.

Dit zal vooral dan optreden, wanneer de roosterketen van de h.f. lamp zwak gedempt is (losse antennekoppeling) en is dus het gevolg van genoemde onderlinge beïnvloeding, blijkbaar tengevolge van de (ongewenschte) capacitieve koppeling van  $L_2$ — $C_2$  met  $L_1$ — $C_1$ .

overigens wordt die aan het toeval overgelaten. Veel beter is natuurlijk, wanneer men de genereernejing geheel in de hand heeft met de neutraliseering.

Genereernejing bestaat in alle meervoudige versterkers, zooals we reeds eerder duidelijk maakten, tengevolge van de capaciteit tusschen rooster en plaat van de versterkerlampen.

Naar mate de zelfinductie in de plaatkringen grooter is, is de genereernejing ook grooter (smoorspoelversterker) en ook het afstemmen van de plaatkringen heeft hetzelfde effect (versterker met afgestemde tusschenkringen). Alles wat vast gekoppeld is met een kring, heeft hetzelfde effect, alsof het voor een gedeelte zèlf in dien kring aanwezig was, — dus ook een afgestemde roosterkring, gekoppeld met een kleine zelfinductie in den plaatkring (transformatoren). Hoe vaster de koppeling, hoe sterker de genereernejing, en omgekeerd.

Het is duidelijk, dat met zooveel genereernejing spontaan genereeren gewoonlijk niet zal uitblijven. Voor telefonie-ontvangst is dat natuurlijk onder alle omstandigheden ongewenscht. Voor telegrafie-ontvangst is het gewoonlijk ook niet gunstig, want de door de eerste lamp gegenereerde wisselstroom wordt door alle volgende lampen versterkt, zoodat de laatste lampen „dichtslaan” en de detectorwerking van de laatste lamp zeer achteruit gaat. Om telegrafie te ontvangen met genereerenden, versterker, mag daarom alleen de detectorlamp tot genereeren gebracht worden en zeker niet de eerste lamp.

Welke lamp in een meervoudigen versterker genereert, kan men soms uitmaken door achtereenvolgens, *met de eerste lamp te beginnen*, den gloeistroom te verminderen. Die lamp, waarbij reeds een geringe vermindering van den gloeistroom het genereeren doet ophouden, was de oorzaak daarvan.

Het genereeren constateert men het gemakkelijkst en zekerst met een gevoeligen milliampèremeter in den plaatkring van de laatste, als detector werkende lamp: Daarvoor is een metertje noodig, dat bij normalen plaatstroom een flinken uitslag geeft van ca. 2 cm. In den genereertoestand is de plaatstroom het geringst.

### **Is Genereerneiging ongewenscht ?**

Of nu genereerneiging altijd ongewenscht is, is weer een andere kwestie. Proeven hebben nml. aangetoond, dat met onge-neutraliseerde versterkers speciaal op korte golven het grootste deel van de verkregen versterking juist te danken is aan die genereerneiging! Dat is zelfs in zoodanige mate het geval, dat de praktische mogelijkheid van kortegolf-hoogfrequentversterking vaak bijna uitsluitend bestaat tengevolge van die altijd aanwezige genereerneiging.

De oorzaak van die slechte versterking op korte golven, zelfs met afgestemde kringen, waarbij dus de invloed van de rooster-gloeidraadcapaciteit praktisch geëlimineerd is, moet gezocht worden in de tegengestelde capacatieve terugwerking van de volgende versterkerlampen op de vorige. Die terugwerking ontstaat door de koppeling van *de plaat van de volgende versterkerlamp*, via de capaciteiten van die lamp en van de eerste lamp, met het rooster van de eerste lamp.

Men verwarre dit verschijnsel niet met het effect van de capacatieve koppeling met elkaar van plaat en rooster van een z e l f d e lamp, waardoor de genereerneiging ontstaat.

Dat het eerste bovengenoemde effect juist tegengesteld is aan dit laatste, staat in verband met de fase van de spanningen, die in de plaatkringen van opeenvolgende lampen telkens tegengesteld is.

Uit het bovenstaande is nu wel duidelijk geworden, dat er in het algemeen middelen noodig kunnen zijn, waarmee de genereerneiging beperkt moet kunnen worden, zonder die nog heelemaal te onderdrukken en zonder de versterking te schaden.

### **Niet den gloeistroom verminderen !**

Het eenvoudigste is wel, den *gloeistroom te verminderen*. Voor een eerste proef is dit middel nog wel toelaatbaar, voor praktisch gebruik evenwel niet. De versterker wordt daardoor uiterst gevoelig voor de minste of geringste verandering in gloeistroom of anodespanning en dus zeer onstabiel. *Ook de versterking is lang niet maximaal.*

### **Geen positieve roosterspanning !**

Een ONTOELAATBARE methode, die evenwel op ruime schaal

toegepast wordt, vooral in goedkoope toestellen, is *positieve rooster-spanning*. Daarmee kan men volkomen zeker het genereeren onderdrukken, maar even zeker houdt tegelijk met het genereeren de versterkerwerking nagenoeg geheel op.

Het aanleggen van positieve roosterspanning beteekent: demping van den roosterkring door middel van den rooster-gloeidraad (differentiaal) weerstand van de triode. Nu is dit soort van demping afhankelijk van de amplitude en wel praktisch meestal sterker voor groote amplitude. Dat wil dus zeggen, dat voor *zeer kleine* amplitude de demping *gering is*. Aangezien ook het genereeren zelfs van een zeer kleine amplitude ongewenscht is — moet zóóveel positieve roosterspanning aangelegd worden, dat ook voor zéér kleine amplitude voldoende demping veroorzaakt wordt. Maar dit beteekent, dat voor grootere amplitude (het signaal) de demping overmatig groot is, dus de versterking gering.

Gunstiger is dus, het genereeren te beletten met een demping, welke ook voor zéér kleine amplitude effectief is. Dit bereikt men bijv. met een gewonen shunt-weerstand over de uiteinden van den trillingskring.

*Elke versterker, waarbij positieve roosterspanning noodig is om het genereeren te beheerschen, deugt niet. Beter effect zou men meestal bereiken hebben met minder lampen en negatieve rooster-spanning.*

Een minder kwade methode, in elk geval beter dan vermindering van den gloeistroom, is, de secondaires van de transformatoren te shunten met hooge weerstanden, of het toepassen van lekweerstanden van betrekkelijk lagen weerstand.

Bij het werken op een raam of een antenne van lagen weerstand is het vaak noodig, weerstand voor te schakelen. Men gebruike voor grootste versterking steeds zoo min mogelijk weerstand. Voor een soepele regeling van eventueele terugkoppeling kan het eventueel nut hebben, toch iets meer weerstand te gebruiken, zoodat het afstemmen van het raam geen invloed heeft op de genereerneiging.

### **Lage Inwendige Weerstand.**

De inwendige weerstand van de lamp bepaalt in hooge mate de genereerneiging. Daarom bevelen we het gebruik aan van lampen met lagen inwendigen weerstand, *dus met groote steilheid*.

Ook de grootte van den spanningversterkingsfactor ( $g$ ) is van invloed op de genereerneiging. Hoe grooter waarde voor den factor  $g$ , des te meer genereerneiging zal zich voordoen, omdat het effect

van de capacatieve koppeling tusschen rooster en anode daardoor toeneemt.

Daarom is bij een ongeneutraliseerd Koomansschema de juiste keuze van de H.F.-lamp van vitaal belang. Bij toepassing van neutraliseering kan men gerust een lamp kiezen met hogere  $g$  en daarmee meer versterking bereiken (bijv. schema fig. 124).

### **Tegengestelde Terugkoppeling.**

Bij versterkers met afgestemde tusschenkringen of smoorspoelversterkers kan men, om het genereeren te beheerschen, *tegengestelde terugkoppeling* toepassen. In verband met het in het voorgaande opgemerkte over de instelling op den rand van genereeren, is het duidelijk, dat deze methode geen kwaad doet aan de versterkerwerking, — eerder van nut is, wanneer daardoor alle kringen, zonder genereeren, precies afgestemd kunnen worden.

Met tegengestelde terugkoppeling kan — o. a. met een te groote terugkoppelspoel en losse koppeling — toch weer genereeren ontstaan! Door Ir. H. Mak zijn op dit gebied belangrijke onderzoekingen gedaan en gepubliceerd in Radio Nieuws van Mei 1924. Daaruit is het volgende naar voren te halen:

Genereeren kan optreden, wanneer op de een of andere wijze de roosterkring zoodanig uit den plaatkring gevoed wordt, dat rooster- en plaatpotentiaal in tegenfase blijven.

Secondaire en terugkoppelspoel kan men als een transformator beschouwen. De spreiding is groot (losse koppeling).

Ware de secondaire onbelast en ware er geen spreiding, dan zouden primaire en secondaire spanning precies in tegenfase zijn, d.w.z. de faseverschuiving zou  $180^\circ$  zijn.

Wordt daarentegen de secondaire belast en is er wèl spreiding, zooals in ons geval, dan zijn de spanningen niet meer  $180^\circ$  in fase verschoven, maar minder. Met toenemende spreiding, d.w.z. lossere koppeling, wordt de hoek tusschen primaire en secondaire  $90^\circ$ . Aangezien alleen de componenten van de secondaire spanning, die evenwijdig is aan de primaire spanning, voor het genereeren van belang is, zal de lamp bij lossere koppeling afslaan.

Uit deze beschouwing kunnen we de conclusie trekken, *dat het*



*afslaan niet uitsluitend het gevolg is van de te kleine afmeting van de met terugkoppeling geïnduceerde electromotorische kracht, maar ook van de fase van de spanningen.*

Bij nog lossere koppeling wordt de hoek kleiner dan  $90^\circ$  (groter dan  $270^\circ$ ). Dus zou met zeer losse, *omgekeerde* terugkoppeling weer genereeren mogelijk zijn. In de praktijk is dit inderdaad waar gebleken. Het gaat echter onzeker en er treden abnormaliteiten in de afstemming op. Daarover zullen we hier nog wat mededeelen.

De spanningen in de opvolgende plaatkringen van de lampen van een meervoudigen versterker zijn in tegenfase. Koppelt men dus den plaatkring van bijv. de tweede lamp met den roosterkring van de eerste lamp, dan is de gewone terugkoppelrichting juist verkeerd. Een onveranderd toestel, waarbij de detectorlamp teruggekoppeld is met den roosterkring van de eerste lamp, zal zich dus normaal gedragen met totaal een oneven aantal lampen. Met een even aantal lampen moet de terugkoppelrichting omgekeerd worden. Wanneer we nu de genereermogelijkheden beschouwen, doen zich daarbij de volgende gevallen voor:

#### A. VERSTERKERS MET SEMI-APERIODISCHE OF AFGESTEMDE TUSSCHENKRINGEN.

I. Normaal als direct gevolg van de terugkoppeling, welke nu niet zoo sterk behoeft te zijn als met enkele detectorlamp. Met totaal een oneven aantal lampen is de terugkoppelrichting dezelfde als met enkele detectorlamp; met een even aantal lampen moeten de aansluitingen naar den houder van de terugkoppelspoel verwisseld worden. (In dezen regel zit systeem; één is immers oneven!).

II. Met tegengestelde (verkeerde) terugkoppeling. Hierbij zijn nog twee verschillende gevallen mogelijk.

1e. *Met te kleine terugkoppelspoel.*

- a). Bij versterkers met weerstandkoppeling of met smoorspoelen met hooge zelfinductie (semi-aperiodisch). Wanneer voldoende faseverschuiving optreedt in de(n) tusschenkring(en), dan zal met losse terugkoppeling genereeren optreden, ook bij vervanging van de terugkoppelspoel door een kortsluiting. De voortgebrachte trilling

heeft een *korter* golflengte dan de eigen-golflengte van de(n) afgestemde(n) tussenkring(en). Door vaste koppeling houdt het genereeren op.

- b). Bij versterkers met tussenkringen, afgestemd met condensatoren, ten gevolge van op zich zelf genereerende hoogfrequentlamp. Bij vervanging van de terugkoppelspoel door een kortsluiting, blijft het genereeren.

Beïnvloedt de terugkoppeling het genereeren niet (zeer kleine terugkoppelspoel), dan is de voortgebrachte trilling in normale resonans.

Is die invloed er wel, dan zijn weer twee gevallen mogelijk. Bevordert de terugkoppeling het genereeren, dan is de voortgebrachte golf korter dan van de afgestemde kringen.

Werkt de terugkoppeling het genereeren tegen, dan is de voortgebrachte golf langer.

- 2e. *Met te groote terugkoppelspoel (verkeerde richting) en vaste koppeling.*

De voortgebrachte trilling heeft een langer golflengte dan normaal. De werking van het toestel is zeer grillig en voor praktisch gebruik niet bruikbaar. Er doen zich vaak onregelmatigheden in de afstemming voor (plotselinge golflengteverspringingen).

## B. VERSTERKERS MET TRANSFORMATORKOPPELING.

I. Bij gelijke windingrichting en gelijke aansluitrichting van primaire en secundaire spoel. Zelfde gevallen als onder I (zie boven).

II. Met normale terugkoppeling en omgekeerde primaire (neutrodyne), of met normale primaire en verkeerde terugkoppeling. Zelfde gevallen als onder II (zie boven).

## IX.

### ONTVANGST MET FREQUENTIE-TRANSFORMATIE.

#### Super-Heterodyne en Super-Autodyne.

Zoals hiervóór reeds aangetoond werd, is het in het algemeen, wanneer de signaalsterkte van telefonie zeer gering is, gewenscht te versterken, vóórdat demodulatie plaats vindt. Onder „demodulatie” wordt hier verstaan: detectie, waarbij de gemoduleerde draaggolf van een telefoniestation omgezet wordt in de laagfrequente telefonie-wisselstroom, zooals in iederen gewonen ontvanger plaats vindt.

Een van de hoofdredenen is wel, dat met zwakke signalen de detector werkt in het aanvankelijk gekromde (gewoonlijk kwadratische) deel van de detectiekarakteristiek. Opgemerkt zij, dat dit *niet* meer het geval is, wanneer de terugkoppeling zoo sterk gemaakt wordt, dat de detector genereert, omdat door de zelf-opgewekte trilling, welke al gauw vrij sterk is, de detector toch wel in het rechte deel van de detectie-karakteristiek komt te werken. Hetzelfde doet zich voor bij heterodyne-ontvangst van een ongedempt signaal met hulp-generator, wanneer de hulptrilling sterk genoeg gemaakt wordt.

Met een gewonen ontvanger is het niet mogelijk, zonder vorming telefonie te ontvangen met genereerenden detector of met een hulp-generator (behalve bij z.g. single-sideband uitzending) — en is men dus bij ontvangst van zeer zwakke telefonie — bijv. bij ontvangst op raam of kleine binnenshuisantenne — genoodzaakt te werken in het gekromde deel van de detectiekarakteristiek, met al de nadeelen welke daaraan verbonden zijn. Daarom past men hoogfrequentversterking toe, evenals reeds hiervóór betoogd.

Wanneer men nu toch eens probeert, telefonie te ontvangen met genereerenden detector, dan zal men bij eenige verstemming een voortdurenden fluittoon hooren, welke in toonhoogte, d. w. z. in frequentie, stijgt naarmate de verstemming van den genereerenden detector t.o.v. de draaggolf van het telefoniestation grooter is. Men

kan de verstemming zelfs zóó groot maken, *dat de toon onhoorbaar hoog wordt* — dit geschiedt zoodra de frequentie ongeveer 20.000 perioden per seconde bedraagt. Deze frequentie komt overeen met een golflengte van 15000 meter — een zeer lange golf dus.

Feitelijk heeft men nu niets anders gedaan dan de golflengte van het telefoniestation — bijv. 1000 meter — omgezet in een golflengte van 15000 meter. Wanneer men dus inplaats van de telefoon een tweeden detector schakelde (bijv. een kristal) en *hierachter* pas de telefoon, dan moest men het telefoniestation wederom te hooren krijgen. Inderdaad blijkt dit het geval te zijn ! Eveneens blijkt; dat men alléén wat hoort als er getelefoneerd wordt, d.w.z. de draaggolf zelf hoort men niet, evenals bij gewone kristalontvangst van een telefoniestation. Om de draaggolf te hooren te krijgen, moet men inplaats van een kristal bijv. een genereerenden lampdetector gebruiken, of beter, een hulp-oscillator (zie fig. 125).

Bij bovenbeschreven ontvangmethode heeft men dus te maken met *twee* detectoren, vandaar de benaming: *ontvangst met dubbele detectie*.

*De eerste detector dient dus om, in samenwerking met een hulp-trilling, de draaggolf van het telefoniestation om te zetten in een andere draaggolf van langer golflengte of wel: lager frequentie.* De frequentie van het telefoniestation wordt dus *getransformeerd* in een lagere frequentie; vandaar de benaming: *ontvangst met frequentie-transformatie*.

*De tweede detector dient om de nieuwe draaggolf met modulatie te detecteeren, zoodat de telefonie hoorbaar wordt.* Hier treedt dus demodulatie op.

Het spreekt vanzelf, dat men de nieuwe draaggolf eerst kan versterken, alvorens die aan den tweeden detector toe te voeren. De hiervoor dienende versterker wordt *middelfrequentversterker* genoemd. Na den tweeden detector kan men desgewenscht nog gewoon laagfrequent versterken.

Men kan nu gemakkelijk inzien, dat met dit ontvangsysteem, wat de detectie betreft, gelijke voordeelen verkregen kunnen worden als met rechtstreeksche hoogfrequentversterking. Zooals reeds boven opgemerkt is, werkt de eerste detector tengevolge van de sterke hulptrilling in het rechte deel van de detectiekaracteristiek.

Ook de tweede detector kan in het rechte deel van de detectie-karakteristiek werken, omdat men de nieuwe draaggolf met behulp van den middelfrequentversterker voldoende kan versterken.

Met deze ontvangmethode kunnen zonder eenig bezwaar ook zeer korte golven ontvangen worden, hetgeen met rechtstreeksche hoogfrequentversterking tot nog toe zeer moeilijk het geval is. In verband met de zeer groote versterking welke mogelijk is, kan men ontvangen met een kleine binnenshuisantenne of een raamantenne. Zooals later zal blijken, kan het toestel zóó geconstrueerd worden, dat de bediening uiterst eenvoudig wordt — bijv. met slechts één knop. Ook de selectiviteit kan bijzonder groot zijn.

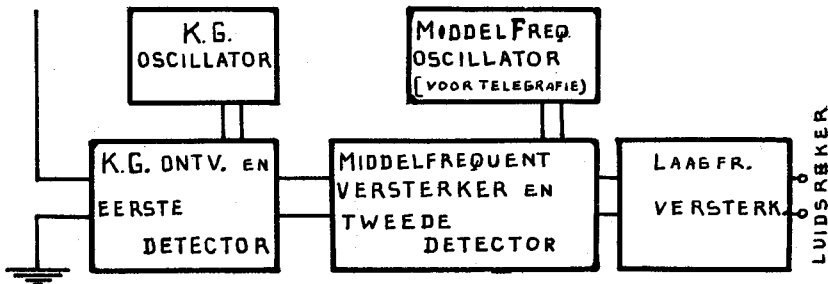


Fig. 125. Algemeen schema van een superheterodyne-ontvanger.

Voor super-autodyne ontvangst van *telefonie* zijn de beide oscillatoren niet noodig.

De eerste detector moet dan genereeren, men hoort *geen* draaggolf.

De frequentietransformatie kan op verschillende wijzen bereikt worden. Gebruikt men daartoe een aparten oscillator, dan spreekt men van een *superheterodyne-ontvanger*. *Super-autodyne*-ontvangst verkrijgt men door inplaats van dien oscillator de hulp-trilling te laten opwekken door den eersten detector zelf, nml. door zóóver terug te koppelen, dat genereeren optreedt en dan voldoende te verstemmen. Aangezien op lange golven een vrij aanzienlijke verstemming noodig zou zijn, en dientengevolge een vermindering in sterkte en selectiviteit, is super-autodyne ontvangst alleen geschikt voor zeer korte golven (beneden 200 meter) — en dan eenvoudiger dan super-heterodyne-ontvangst, omdat men slechts aan één knop behoeft te draaien. Er bestaan voorts verscheidene schakelingen, waarbij de eerste detector verbonden is aan twee trillingskringen, waarbij de eene op het station afgestemd wordt

en de andere de frequentie bepaalt van de hulptrilling, (o.a. „tropadyne“-schema) zoodat dus een lamp bespaard kan worden.

Alvorens over te gaan tot een nadere beschouwing van een super-heterodyne ontvanger, lijkt het ons gewenscht, nog iets dieper in te gaan op het proces van de frequentie-transformatie.

#### Hoe de Golflengte Getransformeerd wordt.

Alle ontvangst van ongedempte signalen en telefonie, en ook golflengte-transformatie, berust op één en hetzelfde principe:

*Bij menøing en gelijkriching van twee wisselstroomen van on-*

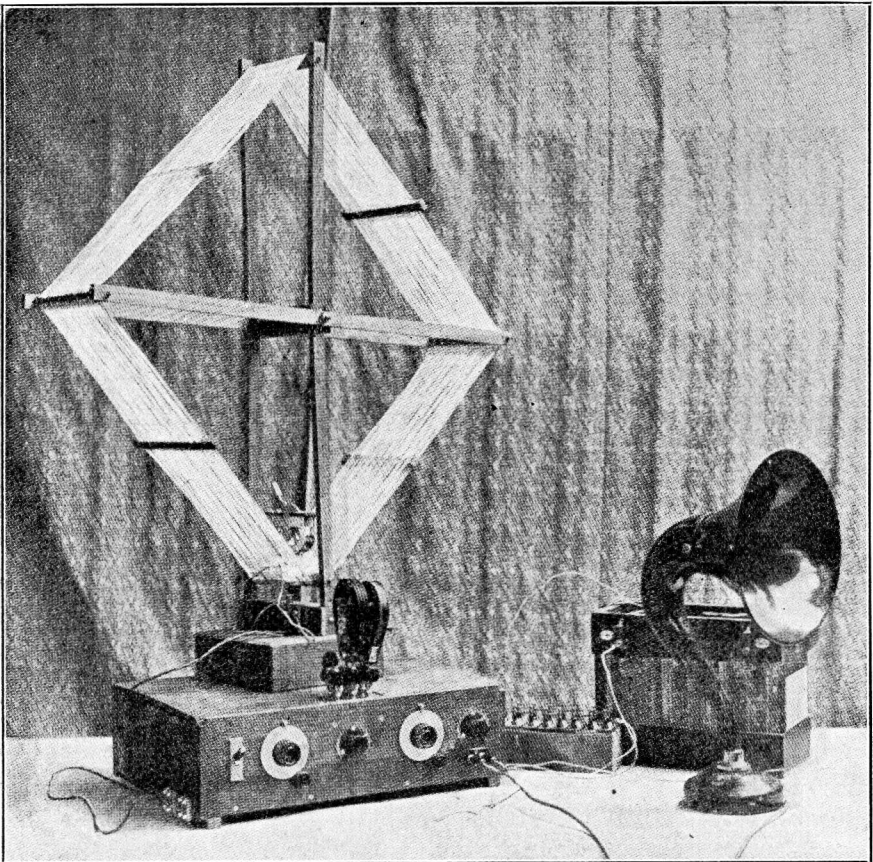


Fig. 126. Ontvangtoestel met frequentie-transformatie, speciaal voor omroep-ontvangst. (Uit een artikel van Dr. Ir. N. Koomans in Radio-Nieuws, Dec. 1924.)

*gelijke frequentie (trillingtal) ontstaat een wisselstroom, waarvan de frequentie gelijk is aan het verschil van de frequentie's van de toegevoerde wisselstromen.*

Een voorbeeld moge een en ander illustreren.

Wanneer een inductief ontvangtoestel precies of ten naaste bij afgestemd is op een ongedempt zendstation, werkende op bijv. 100 meter golflengte (frequentie ca. drie miljoen perioden per seconde), dan wordt in den secundairen kring van het ontvangtoestel een wisselstroom opgewekt met een frequentie van drie miljoen perioden per sec., d. w. z. de stroom wisselt dat aantal malen per seconde van richting.

Laat men nu den ontvanger zelf genereeren op een golflengte van bijv. 99,97 meter, dan beteekent dit, dat door den ontvanger zelf een wisselstroom opgewekt wordt met een frequentie van drie miljoen en duizend perioden per seconde.<sup>1)</sup>

Ontvangen wisselstroom en zelf-gegenereerde wisselstroom worden te zamen door de detectorlamp gelijkgericht en versterkt en het gevolg is, dat in den plaatkring van het ontvangtoestel wisselstromen vloeien van drie miljoen perioden per sec., en van drie miljoen en duizend perioden per sec. en bovendien nog een wisselstroom van 1000 perioden per sec.

Op dezen laatsten, laagfrequenten wisselstroom reageert de telefoon, waaruit een hooge fluittoon hoorbaar wordt.

Op één feit willen we hier den nadruk leggen: *zonder de gelijkrichtende werking van de detectorlamp kan die laatste wisselstroom niet ontstaan.*

Inplaats van den ontvanger op 99,97 meter te laten genereeren (frequentie 1000 perioden meer dan van het sein), had men evengoed den ontvanger op 100.03 meter kunnen laten genereeren (frequentie 1000 perioden minder dan van het sein). In beide gevallen is de *verschilfrequentie* 1000 perioden per seconde, overeenkomende met een hoogen fluittoon.

Laat men den ontvanger genereeren precies op de golflengte van het station, dan is er geen verschilfrequentie en de telefoon zwijgt.

<sup>1)</sup> Over het verband tusschen golflengte en frequentie, zie later.

Men is dan z.g. *in het nulpunt* van het station of van de draaggolf van een telefoniestation.

Bovenstaande processen spelen zich af in elk gewoon ontvangtoestel, wanneer men daarmee volgens de *autodyne-methode* ontvangt, d.w.z. met verstemden genereerenden ontvanger, waarbij dus het sein interfereert met den door den ontvanger zelf gegenereerden wisselstroom. Deze verschijnselen zijn een ieder welbekend.

Volgens de *heterodyne-methode* kan men, vooral op lange golven, met aanzienlijk voordeel den ontvanger op den rand van genereeren instellen (dus nog net niet genereerend) en *precies* op het station afstemmen. Met den ontvanger wordt dan een z.g. *generator* gekoppeld, die den voor de interferentie-ontvangst benodigden wisselstroom genereert. Doordat volgens deze heterodyne ontvangmethode de ontvanger wél precies op het station afgestemd kan worden, is de signaalsterkte, vooral op lange golven, belangrijk grooter dan met autodyne-ontvangst en doordat de storingen bij beide ontvangmethoden vrijwel gelijk sterk zijn, is ook de neembaarheid, d.w.z. de storing-vrijheid, bij heterodyne-ontvangst beter.

In bovenstaande beschouwing hadden we eigenlijk nooit van golflengte mogen spreken, omdat er in de kringen van een ontvangtoestel van eenige golfbeweging geen sprake is. Nu bestaat er wel een vast verband tusschen de golflengte van een zendstation en de frequentie van den door dat station in een ontvangtoestel opgewekten wisselstroom, uitgedrukt door de formule:

$$\text{golflengte (in meters)} = \frac{300.000.000}{\text{frequentie}}$$

Gedachtig aan deze formule, zou men met eenig recht kunnen spreken van de golflengte van een wisselstroom van een bepaalde frequentie. Maar strikt genomen is het eigenlijk onjuist en verwarringstichtend.

De benaming „golflengte-transformatie” is dan ook onjuist, FREQUENTIE-TRANSFORMATIE is beter.

Bij gewone autodyne- of heterodyne-ontvangst op bovenbeschreven wijze past men eigenlijk al frequentie-transformatie toe! De wisselstroom van hooge frequentie (korte golf) wordt immers door combinatie (menging) en gelijkrichting met een anderen wisselstroom van iets verschillende frequentie omgezet in een wisselstroom van lage, hoorbare frequentie (zeer lange golf), waar de telefoon op reageert.

Door het verschil tusschen de frequenties van ontvangen en



bijgemengden wisselstroom kleiner of grooter te maken, maakt men ook de resulterende frequentie kleiner of grooter, d.w.z. de toonhoogte resp. lager of hooger.

*De frequentie-transformatie wordt dus verkregen, door bij den ontvangen wisselstroom te mengen een wisselstroom, die zooveel in frequentie daarvan verschilt, als de frequentie van den getransformeerden wisselstroom moet zijn — en het mengsel gelijk te richten.*

In toestellen met frequentie-transformatie, zooals hieronder beschreven zullen worden, gebeurt precies hetzelfde. Alleen wordt het verschil tusschen ontvangen en bijgemengde frequenties hierin zóó groot gemaakt, d.w.z. de resulterende frequentie zóó groot, dat de toon voor het menscheijk oor niet meer waarneembaar is. Tonen, waarvan de frequentie hooger is dan ca. 20.000 perioden per seconde, liggen boven de hoorbaarheidsgrens van de meeste menschen.

Men kan dus veilig den bijgemengden wisselstroom bijv. 30.000 perioden per sec. laten verschillen van de frequentie van de draaggolf van het te ontvangen telefoniestation. Het gevolg daarvan is, dat in den plaatkring van de detectorlamp een wisselstroom optreedt met frequentie 30.000, corresponderende met een golflengte van 10.000 meter (zie bovenstaande formule).

Populair uitgedrukt, beteekent het, dat de draaggolf van het telefoniestation omgezet is in een andere draaggolf van zeer groote golflengte, hier 10.000 meter.

*In den plaatkring van den kortegolfontvanger wordt daarom, inplaats van de telefoon, de primaire kring van een langegolfontvanger geschakeld, ééns voor al afgestemd op bijv. 10.000 meter golflengte.*

De telefoon wordt geschakeld in den plaatkring van de langegolf-detectorlamp, waardoor dus zonder meer de telefonie hoorbaar wordt. Ook den langegolf-ontvanger zou men, ééns voor al, op den rand van genereeren kunnen instellen.

*Van een telefoniestation krijgt men dus nooit de draaggolf te hooren, want er is geen enkele wisselstroom, waarmee de getransformeerde 10.000 meter draaggolf kan „interfereeren”.*

Inplaats van den langegolf-ontvanger kan men met voordeel

een langegolf-hoogfrequentversterker schakelen, waarvan de laatste lamp als detector werkt. Dezen versterker kan men al dan niet van terugkoppeling voorzien.

In het vervolg zullen we ons niet meer van het woord: langegolf-hoogfrequentversterker bedienen, aangezien dit eigenlijk een contradictio in terminis is! De uitdrukking: MIDDELFREQUENT-VERSTERKER is juister.

Inplaats van een telefoon kan men natuurlijk nog eerst een laagfrequentversterker schakelen, bijv. voor luidsprekerontvangst.

Uit bovenstaande beschouwingen is in elk geval duidelijk geworden, *dat er twee detectoren noodig zijn: de eerste om de kortegolf-telefonie om te zetten in langegolf-telefonie, en de tweede om de langegolf-telefonie gelijk te richten, zoodat de telefoon er op kan reageeren*, precies zooals in elk ontvangtoestel gebeurt.

Wil men een ongedempt station ontvangen, dan zou zonder meer niets hoorbaar worden, evenmin als men de draaggolf van een telefonie-station zou kunnen hooren. Om draaggolven te kunnen hooren en voor telegrafie-ontvangst zou men den langegolf-ontvanger (of den middelfrequentversterker) kunnen laten genereeren en de golflengte niet precies tot bijv. 10.000 meter transformeeren, zoodat een combinatietoon hoorbaar wordt. Veel grooter signaalsterkte bereikt men, door den middelfrequentversterker niet te laten genereeren, maar hiermee een aparten langegolf-generator, juister uitgedrukt: *middelfrequent-generator*, te koppelen, die op een iets verschillende frequentie afgestemd is als de kringen van den middelfrequentversterker. De op 30.000 perioden per sec. (10.000 meter golf) getransformeerde draaggolf „interfereert” hiermee, zoodat in de telefoon een fluittoon hoorbaar wordt, precies zooals bij heterodyne-ontvangst van een langegolf-station.

Al naar de methode, waarop de voor de frequentie-transformatie benodigde hoogfrequente wisselstroom opgewekt wordt, onderscheidt men *super-heterodyne- en super-autodyne-ontvangst*.

Bij super-heterodyne-ontvangst wordt met den kortegolf-ontvanger — die niet-generierend op het station afgestemd is — een kortegolf-generator gekoppeld, precies zooals voor heterodyne ontvangst.

*Bij twee standen van den draaicondensator van den kortegolf-generator wordt het (telefonie-)station hoorbaar, nml. telkens wanneer de frequentie resp. zooveel kleiner of grooter is, als de frequentie bedraagt, waarop de middelfrequentversterker afgestemd is.*

Bij super-autodyne-ontvangst laat men den kortegolf-ontvanger zelf genereeren en verstemt dezen zóóveel, als de frequentie bedraagt, waarop de middelfrequentversterker afgestemd is. Ook hierbij wordt dus het station hoorbaar bij twee standen van den condensator van den kortegolf-*o n t v a n g e r*. Ongeveer midden daartusschen ligt de werkelijke afstemming van het station.

Voor super-autodyne-ontvangst kunnen dus dezelfde toestellen dienen als voor super-heterodyne-ontvangst. In de praktijk *z o e k t* men kortegolf-stations steeds volgens de super-autodyne-methode, waarna men voor grootere signaalsterkte en betere storingvrijheid kan overgaan op super-heterodyne-ontvangst, door:

- a) den kortegolf-ontvanger te doen „afslaan” en precies op het station af te stemmen (ongeveer midden tusschen de beide standen, waarop het station bij super-autodyne-ontvangst hoorbaar wordt);
- b) den kortegolf-generator in werking te stellen en af te stemmen, totdat het station weer hoorbaar wordt (twee standen);
- c) alles nog eens definitief, fijn bij te regelen.

### **DE SUPER-HETERODYNE.**

Een volledig principeschema van een super-heterodyne ontvanger vindt men in fig. 128. Duidelijk zijn drie gedeelten te onderscheiden, nml. het kortegolf- of hoogfrequent gedeelte, het middelfrequent gedeelte en het laagfrequent gedeelte.

#### **Ontvanger en Eerste Detector.**

De kortegolf-ontvanger is heel normaal volgens fig. 9. Men kan natuurlijk ieder ander goed ontvangschema gebruiken, bijv. het schema van fig. 10 met Reinartz-Weagant terugkoppeling.

Inplaats van een gewoon detector-schema kan men natuurlijk zeer zeker kortegolf-hoogfrequentversterking toepassen volgens een der schema's van hoofdstuk VIII. Deze werkwijze raden we echter

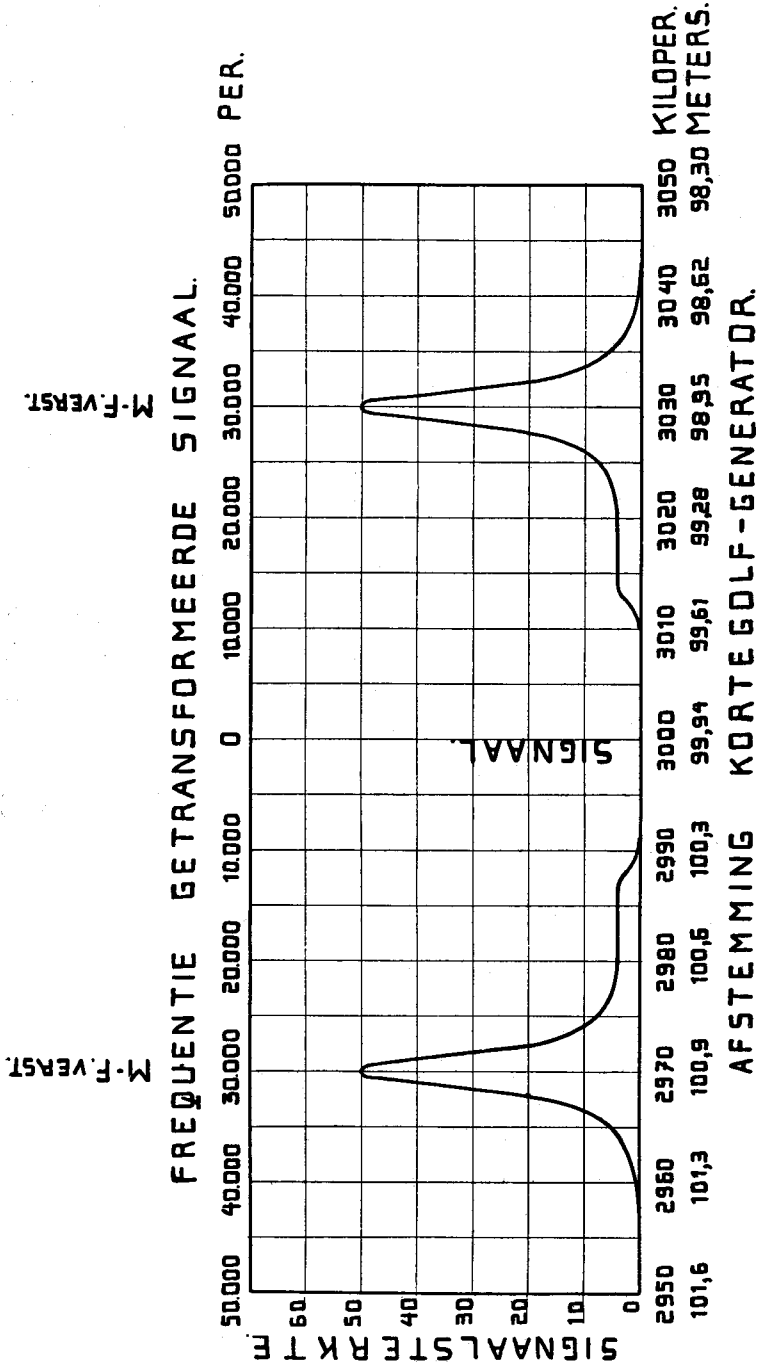


Fig. 127.

Fig. 127. Deze figuur laat zien, hoe bij super-heterodyne ontvangst de signaalsterkte verandert bij draaien aan den condensator van den kortegolf-generator.

Verondersteld is, dat de kortegolf-ontvanger precies afgestemd is, bijv. op de draaggolf van een telefoniestation, werkend op een frequentie van 3.000 kiloperioden (d.i. 3.000.000 perioden/sec.). Deze frequentie komt overeen met golflengte 99,94 meter. Volgens de formule op pag. 208 zou men vinden: golflengte 100 meter. De daar opgegeven factor 300.000.000 is echter niet geheel nauwkeurig. Voor deze figuur is gebruik gemaakt van den meer nauwkeurigen factor: 299.820.000.

Zoals is te zien, zijn in horizontale richting uitgezet de frequentie's in kiloperioden (d. z. duizendtallen perioden), waarop de kortegolf-generator afgestemd kan worden. Daaronder zijn opgegeven de corresponderende golflengten.

Bovenaan de figuur zijn in horizontale richting aangegeven de corresponderende frequentie's van het met behulp van den kortegolf-generator getransformeerde signaal (bijv. de draaggolf).

Zoals duidelijk te zien is, is de frequentie van den getransformeerden wisselstroom steeds precies gelijk aan het verschil van de frequentie's van aankomend signaal en van den bijgemengden wisselstroom, opgewekt door den kortegolf-generator.

Zoo is bijv. af te lezen, dat bij afstemming van den kortegolf-generator op golflengte 99,94 of 99,28 meter, de frequentie van den getransformeerden wisselstroom 10.000 perioden bedraagt. Schakelde men nu een telefoon in den plaatkring van den kortegolf-ontvanger, dan zou daarin een zeer hooge piepton hoorbaar worden.

Stemt men den generator af op 100,9 of op 98,95 meter, dan bedraagt de frequentie van den getransformeerden wisselstroom 30.000 perioden/sec. Op deze frequentie is de in den plaatkring van den kortegolf-ontvanger aangesloten middelfrequentversterker afgestemd en bij deze afstemming is de sterkte van den getransformeerden draaggolf maximum, zooals de kromme lijn laat zien.

In verticale richting zijn de signaalsterkten aangegeven, behorende bij de verschillende standen van den kortegolf-generator. Aan de daarbij opgegeven getallen van 0 tot 60, die een zekere sterkteschaal aanduiden, behoeft overigens geen bepaalde beteekenis gehecht te worden.

We merken op, dat voor telefonie-ontvangst de piek veel te scherp is. (Zie verder).

Om eenig idee te geven van de afstemscherpte, geven we tenslotte op, dat met gewone spoelen en draaicondensatoren van max. ca. 250 micro-micro-farad de afstand tusschen de beide maxima zoo ongeveer 4 schaal-deelen bedraagt bij een golflengte van omstreeks 100 meter, zooals in de figuur is aangenomen.

sterk af. Het groote voordeel van frequentie-transformatie is immers juist, dat men daardoor den lastig in te stellen kortegolfhoogfrequentieversterker kan missen, aangezien de versterking verkregen wordt met den middelfrequentieversterker.

In alle volgende schema's zullen we den kortegolf-ontvanger steeds teekenen volgens schema fig. 9, als zijnde het eenvoudigste en meest gebruikte.

### De Eerste Generator.

In schema fig. 128 is boven den kortegolf-ontvanger geteekend een kortegolf-generator volgens schema fig. 46. Ieder ander goed genereer-schema zou natuurlijk ook bruikbaar zijn. De generator is op de een of andere manier — inductief of capaciteef — gekoppeld met den ontvanger. Deze koppeling is niet in fig. 128 geteekend. Inductieve koppeling zou men bijv. verkrijgen door de plaatspoel van den generator *zeer los* te koppelen met de secundaire spoel van den ontvanger. Op de juiste wijze van koppelen en de verschillende methoden zal straks nader ingegaan worden.

### De Koppelkringen.

In den kortegolf-ontvanger is de blokcondensator weggelaten en vervangen door condensator  $C_x$ , en de telefoon is vervangen door spoel  $L_x$ . Trillingskring  $L_x C_x$  is afgestemd op bijv. 30.000 perioden (golflengte ca. 10.000 meter). Op de keuze van deze frequentie zal later nog nader ingegaan worden. In onze verdere beschouwingen zullen we voorloopig voor het gemak steeds deze frequentie aannemen. In de praktijk kan men natuurlijk met succes den middelfrequentieversterker op een hoogere frequentie (kortere golflengte) instellen — *echter niet op een lagere frequentie*.

Met spoel  $L_x$  is gekoppeld spoel  $L_y$ , welke met condensator  $C_y$  een trillingskring vormt, eveneens op 30.000 perioden afgestemd. Kringen  $C_x L_x$  en  $C_y L_y$  behoeven slechts ééns voor al afgestemd te worden en  $C_x$  en  $C_y$  kunnen dus vaste condensatoren zijn.

### De Middelfrequentieversterker.

Trillingskring  $C_y L_y$  maakt deel uit van den roosterkring van de eerste lamp van een meervoudigen hoogfrequentieversterker: den middelfrequentieversterker. Aangezien hiervoor verschillende schakelingen mogelijk zijn, is in dit principe-schema niet het volledige

schema van den middelfrequentversterker geteekend. Alleen is nog gestippeld aangegeven, dat terugkoppeling mogelijk is. In dit hoofdstuk wordt uitvoerig op de constructie van dergelijke versterkers ingegaan.

Wanneer men reeds een langegolf-ontvanger bezit (bijv. tot golflengte 2000 meter) dan kan deze in zijn geheel uitstekend dienst doen als middelfrequentversterker voor ontvangst van golven tot ca. 600 meter toe

Men hoeft niets anders te doen, dan in den anodekring van den kortegolf-ontvanger een trillingskring te schakelen, afgestemd op de golflengte van den langegolf-ontvanger en gekoppeld met den roosterkring daarvan (of direct met het rooster, onder tusschenkomst van een scheidingscondensator).

Genoemde trillingskring fungeert dan als „antennekring” voor den langegolf-ontvanger.

Voor ontvangst van kortegolf-telefonie bezit deze methode praktisch zelfs bepaalde voordeelen, doordat men met den kortegolf-ontvanger slechts ten naasten bij behoeft af te stemmen *en de fijne afstemming kan bewerkstelligen met den langegolf-ontvanger.*

Vrijwel iederen langegolf-ontvanger kan men dus, eenvoudig door toevoeging van een kortegolf-ontvanger met generator, geschikt maken voor ontvangst van zeer korte golven.

### **De Laagfrequentversterker.**

Achter den middelfrequentversterker kan nog een laagfrequentversterker geschakeld worden, schematisch in fig. 128 aangegeven. Voor ontvangst van telegrafie is geen laagfrequentversterking noodig. Alleen voor luidsprekerontvangst met zeer kleine binnenshuisantenne is dat wel het geval, echter nooit meer dan twee trappen. En dan is voor de laatste reeds een lamp met groot anodevermogen noodig !

### **De Middelfrequent-Generator.**

In fig. 128 is boven den middelfrequentversterker de middelfrequentgenerator geteekend, volgens schema fig. 46. Ook hiervoor zou ieder ander goed genereerschema bruikbaar zijn — zie hoofdstuk V. Deze generator wordt zeer los gekoppeld met den roosterkring van de laatste (detector) lamp van den middelfrequentversterker. Zooals reeds eerder uitgelegd is, dient deze middelfrequentgenerator uitsluitend om van telefonie de draaggolf te kunnen hooren en ook voor ontvangst van ongedempte telegrafie. Voor omroep-ontvangst kan men dezen generator dus gerust missen.

De generator kan ééns voor al afgestemd worden op een fre-

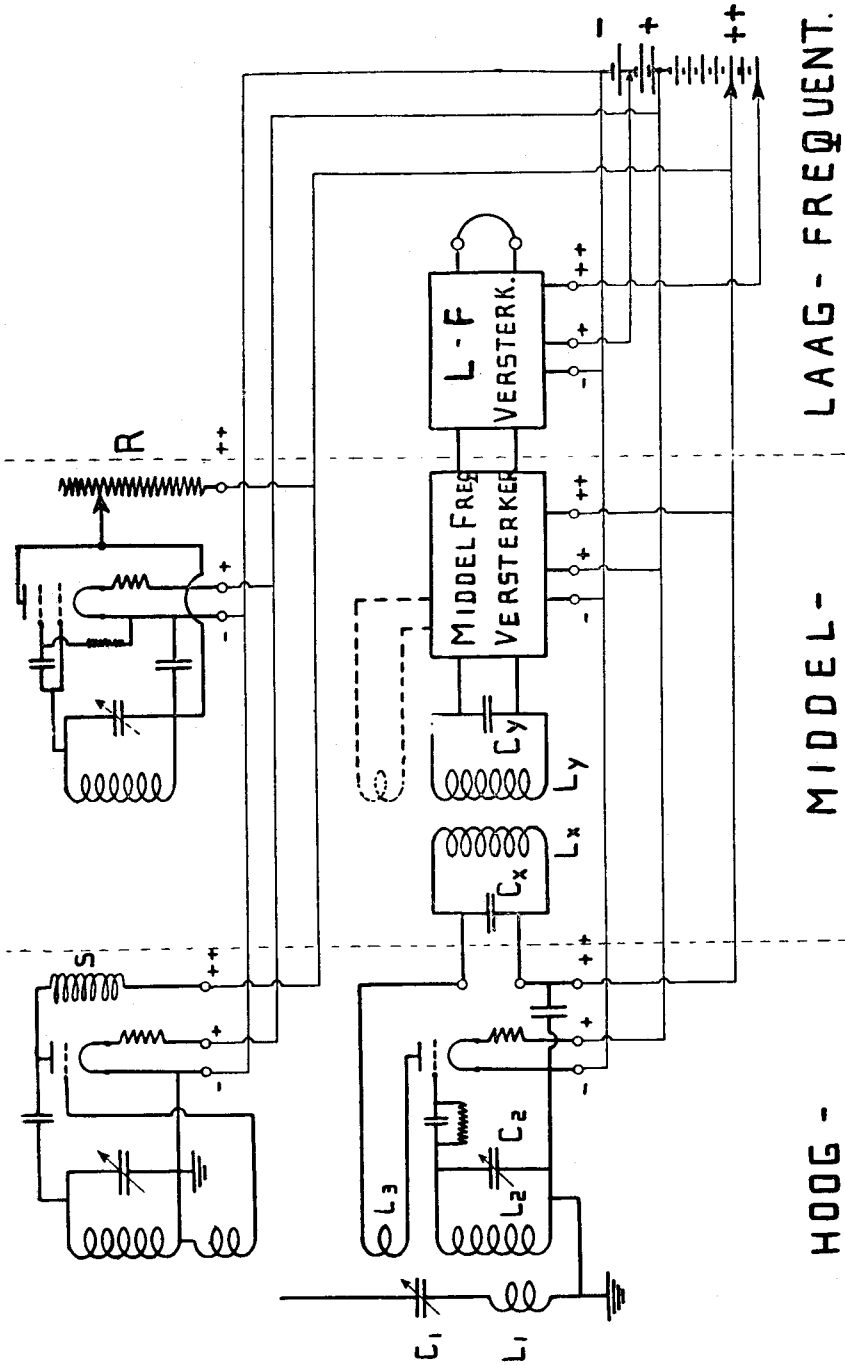


Fig. 128. Schematisch overzicht van een super-heterodyne ontvanger.



quentie, die ca. 1000 perioden kleiner of grooter is dan de frequentie, waarop de middelfrequentversterker afgestemd is, dus hier op bijv. 29.000 of 31.000 perioden per sec. Door den generator op deze wijze te verstemmen ten opzichte van den middelfrequentversterker, wordt — wanneer het kortegolf-station „omgetransformeerd” is tot 30.000 perioden — dus juist bij maximale signaalsterkte, de gewenschte interferentietoon van ca. 1000 perioden hoorbaar.

In serie met plaat- en voorroosterkring van dezen middelfrequentgenerator is een hooge weerstand  $R$  van omstreeks 25.000 ohm geschakeld, ten einde zooveel spanningsverval te kunnen veroorzaken, dat de geringe spanning vereischende dubbelroosterlamp toch op de heele anodebatterij kan aangesloten worden, zoodat geen aparte aftakking noodig is. Weerstand  $R$  moet regelbaar zijn, bijv. van 10.000 tot 100.000 ohm.

#### Aansluiting van de Batterijen.

Zooals in fig. 128 is te zien, zijn alle toestellen op één en dezelfde accu en anodebatterij of plaatstroomapparaat aangesloten. Men kan natuurlijk de lampen verschillend aftakken voor gloei- en plaatspanning, eenvoudig door de plusleidingen van gloeidraad of plaat niet met de gemeenschappelijke leidingen (dun geteekend) te verbinden, maar via een aparte leiding met die aftakking op de accu of anodebatterij of plaatstroomapparaat, die de juiste spanning geeft. Bij wijze van voorbeeld is dit voor den laagfrequentversterker in fig. 128 zoo geteekend. In alle volgende schema's zullen de gemeenschappelijke leidingen voor gloeispanning en anodespanning, die hier nog dun geteekend zijn, geheel weggelaten worden. Daardoor wordt alles veel overzichtelijker en het lezen van schema's in het geheel niet bemoeilijkt, wanneer men slechts het volgende bedenkt:

Alle aansluitklemmen voor min-accu van de verschillende toestellen worden steeds aan min-accu verbonden. De plus-accu klemmen worden verbonden met die aftakking van de accu, die de noodige spanning geeft. Bij gebruik van twee accu's van verschillend voltage worden steeds *alleen* de min-polen met elkaar verbonden. Min-hoogspanning wordt *buiten het toestel* direct verbonden met de plus-pool van de accu met het hoogste voltage.

Alle aansluitklemmen, gemerkt met twee plusteekeken, worden

met die aftakking van de hoogspanningbatterij verbonden, die de juiste spanning geeft voor die lamp of die lampengroep, waarmee de betreffende aansluitklem verbonden is.

Men getrooste zich ééns voor al de moeite, schema fig. 128 zeer nauwkeurig geheel te volgen; daarmee kan men zich vele vergissingen en moeilijkheden besparen! In den grond van de zaak zijn toch alle schema's, wat dit gedeelte betreft, precies hetzelfde.

### Het Afstemmen.

Hoe men met een super-heterodyne ontvanger omgaat, zal na al het voorgaande reeds tamelijk duidelijk geworden zijn.

Na definitieve afregeling van de middelfrequentkringen, bestaande uit afstemming van den middelfrequentversterker en afstemming van den middelfrequentgenerator op een iets verschillende frequentie, gebeurt het eigenlijk afstemmen op een telefoniestation door *gelijktijdig* bewegen van de condensator-knoppen van kortegolf-ontvanger en kortegolf-generator. (Voor telefonie kan de langegolf-generator eigenlijk wel steeds buiten werking gesteld worden). De ontvanger moet hierbij precies op het station afgestemd worden en de kortegolf-generator daarentegen op een iets kortere of iets langere golf. Gedurende het zoeken behoeft de antennekring niet precies afgestemd te worden; men hoeft niets anders te doen dan ongeveer de juiste spoel in te steken en den seriecondensator op maximum in te stellen (of een parallelcondensator op minimum), en de antennespoel zoo vast mogelijk met de secondaire te koppelen.

Het gelijktijdig afstemmen van kortegolf-ontvanger en -generator lijkt misschien zeer moeilijk — en dat is het ook op zeer korte golven —, maar voor golven boven 200 meter gaat het toch in werkelijkheid heel eenvoudig. Met de eene hand stemt men, om te beginnen, den ontvanger o n g e v e e r op het station af en beweegt met de andere hand den condensator van den generator. Zoolang de generator niet goed afgestemd is, hoort men in het geheel niets. Wanneer de generator zóó afgestemd is, dat voor die bepaalde golflengte, waarop de ontvanger op dat oogenblik afgestemd is, de juiste transformatie verkregen wordt, hoort men dadelijk eenig geruisch van luchtstoringen etc. *Bij elken stand van den ontvanger-draaicondensator behooren aldus twee standen van den generator-draaicondensator, waarbij dit het geval is.* Zoo kan men er, na

eenige oefening, alvast eenig idee van krijgen, welke generator-condensatorstanden behooren bij de ontvanger-condensatorstanden. Op korte golven liggen deze standen slechts enkele schaaldeelen uit elkaar, op lange meer dan de halve schaal van een vrij grooten draaicondensator.

*In de praktijk komt het afstemmen nu hierop neer, dat men den condensator van den ontvanger telkens één of twee schaaldeelen verdraait en na verdraaiing even den condensator van den generator een paar schaaldeelen heen en weer draait, steeds zorgende het geruisch te hooren te krijgen.* In werkelijkheid gaat dit zeer vlug, veel vlugger dan het zich hier beschrijven laat. Men kan ook omgekeerd te werk gaan.

Bij voldoende middelfrequentversterking is de kortegolf-terugkoppeling weinig kritisch en behoeft gedurende het zoeken eigenlijk nooit geregeld te worden. Bij zoeken van stations doet men daarom het verstandigst, de terugkoppeling bijna geheel weg te draaien,

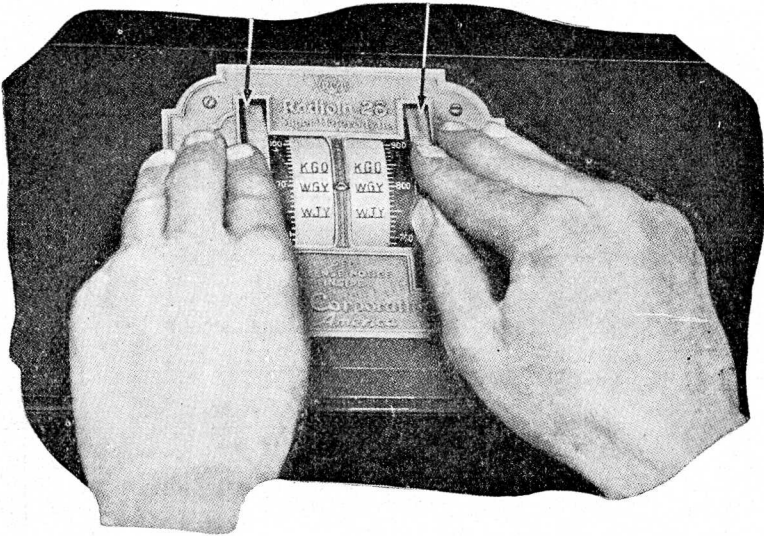


Fig. 129. Bij de „Radiola” super-heterodyne van de Radio Corporation of America zijn de assen van de condensatoren van eersten detector en generator slippend met elkaar gekoppeld, terwijl *frequentielineaire* condensatoren toegepast zijn. Nadat voor één station de beide standen bepaald zijn, kunnen beide condensatoren gelijktijdig verdraaid worden voor het zoeken van andere stations. Eventueel kan, zoo noodig, iedere kring nog afzonderlijk fijn bijgesteld worden, in verband met de slippende koppeling. De condensatoren zijn gemonteerd met de assen evenwijdig aan de frontplaat.

zoodat de kortegolf-ontvanger in geen geval kan genereeren. Telefonie kan men dan, met buiten werking gestelden middelfrequent-generator, instellen, zonder ooit één draaggolf te hooren te krijgen!

Doordat nooit draaggolven hoorbaar worden en bij het zoeken de terugkoppeling nooit ingesteld behoeft te worden, is een toestel volgens dit systeem eigenlijk een ideale ontvanger, juist voor ongeofende omroepluisteraars! Er zijn niets anders dan twee knoppen om aan te draaien, en de bij elkaar behorende standen van de knoppen herkent men gemakkelijk aan het geruisch van luchtstoringen, ook wanneer niet op een station afgestemd is.



Lorenz Superheterodyne kofferontvanger met ingebouwden luidspreker en batterijen.

Voor ontvangst van *ongedempte telegrafie* moet de middelfrequent-generator in werking gesteld worden. Ook voor het zoeken van telefoniestations kan men dit doen, waardoor men niet zoo licht door een toevallig even rustend station zal heendraaien.

Er zijn nu weer twee standen van den draaicondensator van den kortegolf-generator, waarbij een spectrum van „interferentie”-tonen hoorbaar wordt, nml. ter weerszijden van de juiste afstemming van het station. Bij elk spectrum „interferentie”-tonen is een nulpunt te vinden, evenals bij gewone ontvangst met verstemden genereeren-

den ontvanger. Het eenige verschil is dus, dat men nu van elk station a.h.w. twee nulpunten vindt.

Bij elk der beide toonschalen kan men op twee manieren op een bepaalde toonhoogte instellen, nml. ter weerszijden van elk nulpunt. Er zijn dus in totaal vier standen, waarbij elke toonhoogte hoorbaar wordt.

Wanneer de middelfrequent-generator zóó afgestemd is, dat bij de juiste transformatie toon 1000 hoorbaar zou moeten worden, dan zijn er van elk station slechts twee standen (van den kortegolf-generator) te vinden, waarbij deze toonhoogte optreedt *en waarbij bovendien de signaalsterkte maximum is*. Bij de andere twee standen wordt wel die toonhoogte verkregen, maar is de signaalsterkte niet maximum.

Een voorbeeld zal een en ander duidelijk maken. Stel, de middelfrequentversterker is afgestemd op 30.000 perioden en de middelfrequentgenerator op bijv. 31.000 perioden. Toon 1000 wordt nu hoorbaar, wanneer de frequentie van den getransformeerden wisselstroom 30.000 perioden bedraagt. Dit is het geval bij twee standen van den condensator van den kortegolf-generator. Bij deze standen is de signaalsterkte tevens maximum. Bij iedere andere toonhoogte is de signaalsterkte veel minder, doordat dan niet precies getransformeerd wordt op de frequentie, waarop de middelfrequentversterker afgestemd is.

Nu wordt toon 1000 óók hoorbaar, wanneer de getransformeerde frequentie 32.000 perioden bedraagt. Dit is het geval bij twee andere standen van den condensator van den kortegolf-generator, vlak bij de standen van zoeven. Maar hierbij is de signaalsterkte zeer gering, doordat de getransformeerde frequentie 2000 perioden verschilt van de frequentie, waarop de middelfrequentversterker afgestemd is.

Van de vier standen, waarbij toon 1000 hoorbaar wordt, zijn dus slechts twee bruikbaar, omdat alleen hierbij tegelijk de signaalsterkte maximum is.

In de praktijk levert deze eigenaardigheid in het geheel geen complicaties op; eerder wordt de stringvrijheid er door verhoogd. Men draaie eenvoudig aan den condensator van den kortegolf-generator, totdat de signaalsterkte maximum is. Bij goede afstemming

van den *middelfrequent*-generator (ééns voor 21) valt tegelijk de toonhoogte goed in het hoorbare gebied.

Het afregelen van den middelfrequentversterker en -generator zal later nog volledig behandeld worden.

### DE SUPER-AUTODYNE.

Elk super-heterodyne ontvangtoestel is geschikt voor super-autodyne ontvangst, alleen door den kortegolf-generator buiten werking te stellen en door den kortegolf-ontvanger met terugkoppeling tot genereeren te brengen. Het buiten werking stellen van den kortegolf-generator kan bijv. geschieden door de lamp daarvan te dooven of door den plaatstroom daarvoor te verbreken.

Het schema van den super-autodynen ontvanger blijft dus overigens precies hetzelfde als fig. 128.

#### Het Afstemmen.

Het afstemmen geschiedt door den ontvanger door middel van terugkoppeling *steeds door te laten genereeren* en aan den secundairen condensator te draaien, totdat het gewenschte station hoorbaar wordt. Zonder genereeren van den kortegolf-ontvanger wordt niets hoorbaar, — ook niet telefonie of gedempte telegrafie. Elk station is te hooren bij *twee* standen van den secundairen condensator van den genereerenden kortegolf-ontvanger. Enkel door draaien aan dien condensator komen dus kortegolf-stations door; voor ongedempte telegrafie of om de draaggolf te kunnen hooren, moet daarbij de middelfrequent-generator in werking zijn. Voor telefonie-ontvangst moet de lamp hiervan gedoofd of de plaatstroom verbroken worden.

#### Super-Heterodyne versus Super-Autodyne.

*Bij super-autodyne-ontvangst is de kortegolf-ontvanger dus steeds buiten afstemming.* Ter weerszijden van de juiste afstemming krijgt men immers telkens het juiste frequentie-verschil, noodig voor de transformatie. *Deze omstandigheid maakt, dat deze methode alleen goed bruikbaar is voor korte golven, bijv. onder 200 meter, omdat voor lange golven de verstemming te groot is.* Men neme eens even de moeite, de verstemming te berekenen bij overgang tot 30.000 perioden (10.000 meter) bij ontvangst van een station op 100 meter golflengte (3.000.000 perioden) en van een station op

1000 meter golflengte (300.000 perioden). In het eerste geval is het slechts één procent; in het tweede tien procent, hetgeen een belangrijke vermindering in geluidsterkte teweegbrengt.

Toch is super-autodyne ontvangst nog wel bruikbaar voor golven tot 2000 meter toe; echter alléén voor „zoeken”. Na het station aldus gevonden te hebben, kan men met aanzienlijk voordeel tot super-heterodyne ontvangst overgaan. De daarvoor benodigde manipulaties zijn reeds eerder beschreven.

Voor omroep-ontvangst op korte golven (500 tot 200 meter) en transformatie tot een vrij lage frequentie (bijv. 30.000 perioden), zou super-autodyne ontvangst, *wat de geluidsterkte betreft*, zeer zeker goed bruikbaar zijn. Maar bij gelijktijdig werken van eenige stations op weinig verschillende golven ondervindt men dan allicht storingen door stations onderling (men hoort draaggolven) en is super-heterodyne ontvangst noodzakelijk, na bijv. het station volgens de superautodyne-methode gevonden te hebben.

*Voor ontvangst op golven onder 100 meter is super-autodyne ontvangst wel de eenig goed bruikbare methode van frequentie-transformatie, wanneer snel „zoeken” op den voorgrond dient te staan.*

Zoeken met een super-heterodynen ontvanger is op dergelijke korte golven niet gemakkelijk en het gaat zeer langzaam.

Het zoeken met een super-autodyne ontvanger is daarentegen al buitengewoon eenvoudig, — precies even eenvoudig als bij gewone autodyne ontvangst. Het eenige verschil is, dat men bij het afzoeken van het meetbereik elk station twee maal tegenkomt. Men zal daardoor dus niet zoo licht door een zwak station heendraaien!

Over de verschijnselen, die zich voordoen bij telegrafie-ontvangst, behoeft hier niet verder uitgeweid te worden; daarvoor kunnen we geheel verwijzen naar hetgeen hieromtrent bij de behandeling van den super-heterodyne ontvanger opgemerkt is (zie boven).

*Naar onze meening*<sup>1)</sup> *vormt een super-autodyne ontvanger, gebruikt met een zeer kleine antenne, tot nog toe het best denkbare ontvangsysteem speciaal voor „zoeken” op korte en zeer korte golven. Wordt het „zoeken” minder op den voorgrond gesteld (bijv.*

<sup>1)</sup> Zie Radio-Nieuws, November 1924.

*wanneer telefonie-omroepontvangst gewenscht wordt) dan is de super-heterodyne meer aan te bevelen.*

### Een Proeftoestel.

In fig. 130 vindt men een afbeelding van een onzer proeftoestellen, waarmee wij vroeger proeven hebben genomen op dit gebied. Vanzelfsprekend kan een toestel volgens dit systeem veel compacter en achter één frontplaat gebouwd worden. Het hier afgebeelde toestel diende echter ook voor proeven op ander gebied, vandaar dat alle condensatoren variabel waren, ook waar het eigenlijk niet noodig was. Alléén de twee knoppen met witte schaal op den voorgrond links dienen voor de afstemming. De linksche knop is die van den draaicondensator van den kortegolf-generator en de rechtsche die van den kortegolf-ontvanger. Geheel rechts op de foto is nog de generator-golfmeter te zien, beschreven in hoofdstuk V.

Voor korte golven werden spinnewebspoelen gebruikt, zooals de foto duidelijk laat zien. Het kortegolf-toestel maakt hier echter in het geheel geen aanspraak op deugdelijkheid, aangezien gebruik werd gemaakt van toevallig voorhanden zijnde onderdeelen.

Voor den condensator van den kortegolf-generator werd een General Radio gebruikt van max. ca. 270 micromicrofarad met fijnregeling 1:6. Voor den secondairen condensator werd eenzelfde condensator gebruikt,

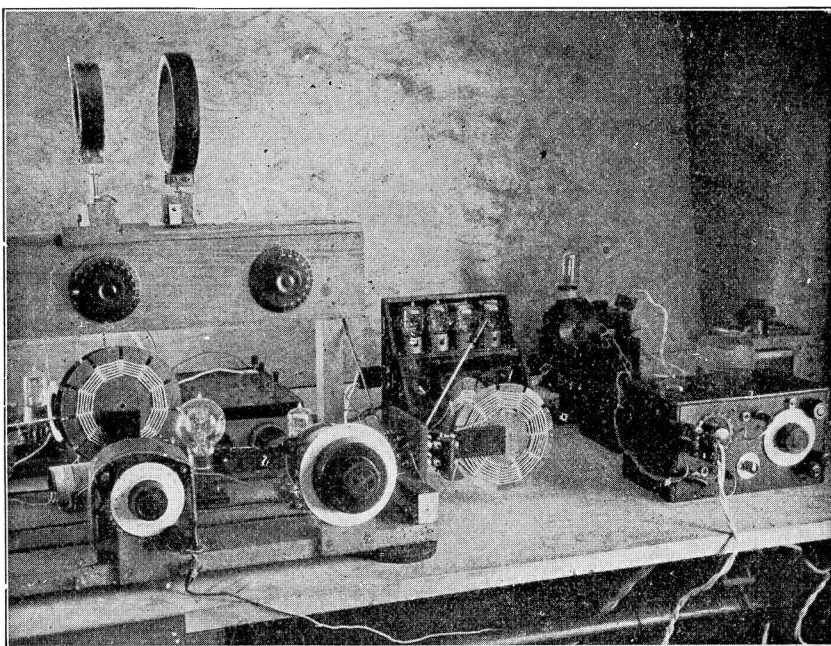


Fig. 130. Proeven met ontvangst met frequenttransformatie op korte golven.



echter voorzien van een Accuratune fijnregelknop met overbrenging 1 : 80. Voor zeer korte golven, onder 100 meter, waren beide overbrengingen eigenlijk nog wat te klein. De condensatoren voldeden overigens volkomen.

Bovenaan de foto zijn de condensatoren Cx (rechts) en Cy te zien en de verschuifbare koppelspoelen, die deel uitmaken van de zelfinducties Lx en Ly (zie fig. 128). De met deze spoelen in serie geschakelde verlengspoelen zijn niet op de foto zichtbaar.

In het midden van de foto is verder nog te zien een vierlampsmoorspoel-versterker (fabrikaat C. Lorenz A.G.), welke voor de eerste proeven als middelfrequentversterker werd gebruikt en zeer goed voldeed. Voor grotere versterking werd (uitsluitend voor telegrafie-ontvangst) nog terugkoppeling aangebracht op een hierna te beschrijven wijze. De daarvoor benodigde extra-lamp is nog niet te zien, *geheel* links op de foto, en op foto fig. 131, die de achterzijde toont.

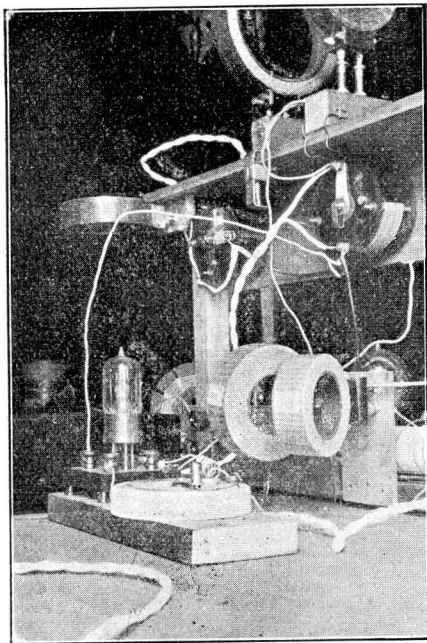


Fig. 131. Extra terugkoppellamp voor telegrafie-ontvangst.

Aangezien deze versterker slechts tijdelijk ter beschikking was gesteld voor enkele proeven, werd naderhand gebruik gemaakt van een vijf lamp-versterker met ijzerkern-transformatoren, resonans op ca. 30.000 perioden, fabrikaat General Radio.

Bij dezen versterker werd geen terugkoppeling toegepast.

Een afbeelding vindt men in fig. 139 en daarbij de volledige beschrijving.

Rechts achteraan is op de foto nog de middelfrequent-generator zichtbaar, dienende voor ontvangst van ongedempte telegrafie en om van telefonie de draaggolf te kunnen hooren.

Het schema van het hier afgebeelde toestel is, op enkele details na, geheel gelijk aan dat van fig. 128, vandaar dat we, niettegenstaande de onvolkomen afwerking, toch nog deze afbeeldingen hebben opgenomen. De soms gebruikte laagfrequentversterker is niet op de foto te zien.

Om eenig idee te geven van de gevoeligheid van zoo'n toestel, zullen wij hier eenige resultaten opgeven, welke wij met dit en dergelijke toestellen bij hrhaling vermochten te bereiken.

Steeds werd ontvangen met een binnenshuisantenne, bestaande uit een enkel draadje, door het vertrek gespannen. Totale lengte slechts 7 meter. De aardleiding was zeer ongunstig en bestond uit een ca. 5 meter lange draad, ongeïsoleerd langs een buitenmuur gespannen en in een aangrenzend vertrek aan de buis van de waterleiding gesoldeerd.

Zonder laagfrequentversterker was zwakke luidsprekerontvangst mogelijk van de kortegolf Engelsche telefoniestations en het station Brussel, alsmede van enkele Duitsche telefoniestations, Radio Paris en Chelmsford (voorlooper van Daventry). Zonder overbelasting van lampen is telefonie zeer zuiver en kan dan met twee trappen laagfrequentversterking tot een zoo-



Fig. 132. Lorenz vierlamp smoorspoel-hoogfrequentversterker, (tevens geschikt voor middelfrequentie's). De foto toont den versterker met neergeslagen deksel.

danige sterkte gebracht worden, dat zij in een vertrek van middelmatige afmetingen niet meer aangenaam klinkt!

Met drie trappen laagfrequentversterking was, bij gebruik van een speciale groote lamp in de laatste trap, telefonie eenige straten ver hoorbaar. (Demonstratie van 6 Dec. 1924 voor de Afd. Den Haag van de N. V. V. R.).

De storingvrijheid was zeer goed te noemen, beter dan van een gewoon inductief toestel.

Bij super-autodyne ontvangst op korte golf was in het najaar 1924 het Amerikaansche telefoniestation KDKA (Pittsburg) op omstreeks 70 meter golflengte met twee trappen laagfrequentversterking vrij geregeld voldoende sterk voor luidsprekerontvangst. Amerikaansche omroepstations op langere golven (boven 200 meter) waren vaak zeer goed.

Bovengenoemde resultaten met omroepontvangst zijn steeds bereikt zonder den antennekring af te stemmen, aangezien ook zonder afstemming (zelfs op lange golven) toch al voldoende resultaat verkregen werd. Het afstemmen van den antennekring levert echter aanzienlijk voordeel op.

Intusschen hebben wij, na het nemen van deze foto, nog verscheidene verbeteringen aangebracht, tengevolge waarvan bovengenoemde resultaten ook verkregen worden met slechts drie middelfrequent-lampen (en 3 transformatoren), dus totaal 5 lampen voor den ontvanger en 2 voor den laagfrequentversterker.

De bediening van een toestel met frequentie-transformatie bleek zóó eenvoudig te zijn, dat het afstemmen door geheel ondeskundigen kon geschieden. Van buitengewoon groot belang bleek daarbij echter, dat de overbrenging van de fijnregeling voldoende groot zij. Deze moet in elk geval zoo groot zijn, dat men minstens een halven slag aan de fijnregelknop kan draaien, zonder geheel door een station heen te draaien. Bij te kleine overbrenging worden ongecoëfenden gewoonlijk zenuwachtig — en dan deugt het toestel niet, in hun oogen!

### MIDDELFREQUENTVERSTERKING.

Een middelfrequentversterker is eigenlijk niets anders dan een laagfrequentversterker, waarbij voorzorgen zijn genomen om speciaal de hooge frequentie's goed te versterken. Op versterking van lage frequentie's komt het hierbij niet aan. Het is zelfs gewenscht, dat de lage frequentie's n i e t versterkt worden, aangezien men daardoor aan storingvrijheid wint. Frequentie's, hooger dan die men wenscht te versterken, moeten eveneens v e r z w a k t worden. Een middelfrequentversterker moet slechts een bepaalde *strook* uit het frequentiespectrum versterken. De breedte van die strook bedraagt, in perioden uitgedrukt, ongeveer het dubbele van de frequentie van den hoogsten toon, welken men van de telefonie wenscht te versterken, d. w. z. ongeveer 20.000 perioden. Dan

wordt de frequentieband, waarin de telefonie-modulatie gelegen is — draaggolf plus de „zijbanden”, die „de modulatie” vormen — zonder voorkeur voor één bepaalde frequentie doorgelaten. Met eenvoudige hulpmiddelen slaagt men hierin niet volkomen; terwille van voldoende storingvrijheid neemt men meestal genoegen met een smallere frequentiestrook van bijv. 10.000 perioden. De „versterkingskarakteristiek” die het verband aangeeft tusschen versterking en frequentie, ziet er dan ongeveer uit als volgens fig. 133. Men stelt dan in dit voorbeeld zóó in, dat de draaggolf (d. w. z. de reeds getransformeerde, de „nieuwe” draaggolf dus) in het midden van deze frequentiestrook komt, — ter weerszijden strekken zich de modulatiebanden uit. Tonen, hooger dan 5000 perioden, worden hier dus bijna niet versterkt. Men kan hieraan eenigszins tegemoet komen door een laagfrequentversterker toe te passen, welke de tonen boven 5000 perioden méér versterkt dan die er beneden.

Een dergelijke karakteristiek kan men ook verkrijgen met behulp van een versterker, die alle frequentie's versterkt, mits men ervóór slechts een passend *filter* schakelt, dat de ongewenste frequentie's uitzeeft. Zulk een filter kan bijv. bestaan uit een afgestemden kring — welke dus afgestemd is op de getransformeerde draaggolf. Gewoonlijk wordt de frequentiekarakteristiek voor telefonie op deze wijze veel te scherp. Men kan daaraan tegemoet komen, door weerstand in het filter te schakelen — of door meer gecompliceerde ketens toe te passen.

*Men schakele het filter steeds vóór den versterker en niet erna,*

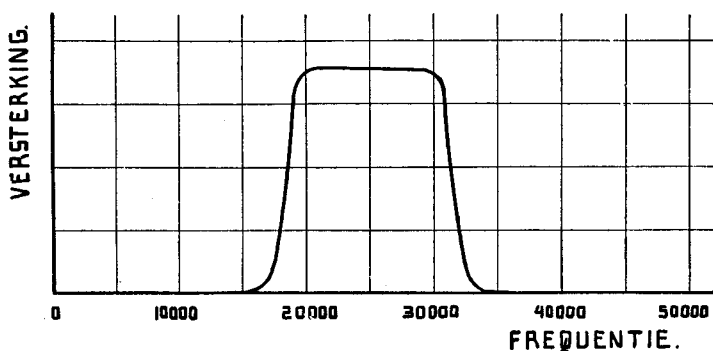


Fig. 133. Theoretische versterkingskarakteristiek van een middelfrequent-versterker met input-filter.

*omdat in het laatste geval de ongewenschte frequentie's den versterker zouden kunnen overbelasten en storingen daardoor op den getransformeerden draaggolf gemoduleerd worden, zoodat ze niet meer door het filter uitgezeefd kunnen worden — althans minder goed dan wanneer het filter vóór den versterker geschakeld wordt.*

Bij ontvangst van telegrafie kan men met voordeel een middelfrequentversterker met filter toepassen, welke wèl een scherpe piek in de frequentiekaracteristiek vertoont; dan is de storingsvrijheid het grootst. Men kan de piek vrijwel willekeurig verscherpen, door middelfrequent-terugkoppeling toe te passen.

Als men telefonie op deze wijze behandelde, zou het resultaat in elke beteekenis van het woord eentonig zijn: de modulatie zou er, voor wat betreft de hooge tonen, bijna geheel uitgezeefd worden. Bij preciese afstemming zou telefonie buitengewoon „hol” klinken, spraak bijv. onverstaanbaar zijn. Ook *genereerneiging* in een middelfrequentversterker heeft een dergelijk resultaat! Het is daarom van groot belang, hiertegen te waken.

In de hieronder geteekende schema's van middelfrequentversterkers hebben we het filter niet geteekend. Bruikbare filterkringen zijn in den handel, o.a. van General Radio, vast afgestemd op ca. 30.000 perioden (10.000 meter golflengte). Er zijn er met ijzerkern en zonder; de eerste hebben een vlakkere versterkingskaracteristiek dan die zonder ijzerkern. Zoo'n filter is eigenlijk niets anders dan een transformator: de input- of primaire zijde wordt in de anodeketen van den eersten detector geschakeld, met parallel een klein blokcondensatortje (ca. 100 micromicrofarad). De output- of secundaire zijde wordt geschakeld aan de inputklemmen van den middelfrequentversterker.

Voor den middelfrequentversterker kan men — evenals voor een laagfrequentversterker — weerstand-, smoorspoel-, of transformator koppeling toepassen. Geschikte transformatoren zijn in den handel.

Met alle drie type's versterkers kunnen uitstekende resultaten bereikt worden, mits men de noodige voorzorgen neemt.

Alle hieronder geteekende schema's zijn van vierlampversterkers (de tweede detector is dus de vierde lamp); in de meeste gevallen kan men evenwel ruimschoots met drie lampen toe. Een vierlamp-

transformatorversterker met de momenteel in den handel zijnde transformatoren raden we zelfs af, wegens de haast onoverkomelijke moeilijkheden met overmatige genereer-neiging, welke men daarbij ondervindt — men passe niet meer dan DRIE trappen toe, ook al zijn er in de navolgende schema's vier geteekend.

Het is te hopen — en geenszins onmogelijk — dat in een niet te verre toekomst betere transformatoren op de markt zullen verschijnen. Dààrmee zou het wellicht wel mogelijk zijn, meer dan drie trappen met succes toe te passen.

Met het verschijnen van speciale lampen voor weerstand- of smoorspoelkoppeling hebben we hier wat meer aandacht aan deze versterkertypen gewijd dan in den vorigen druk van dit werk.

Stelt men vooral prijs op zuivere ontvangst van telefonie op golven, korter dan ca. 600 meter, dan kan men met voordeel een hogere middelfrequentie kiezen, bijv. omstreeks 100.000 per./sec. (correspondeerende met een golflengte van 3000 meter) of nog wat hoger. Men verkrijgt dan gemakkelijker een gelijkmatige versterking over een breede frequentiestrook en daardoor dus betere ontvangst van de hooge tonen van de telefonie.

Een dergelijke „middelfrequentversterker” draagt meer het karakter van een „hoogfrequentversterker” en voor de constructie kunnen we geheel verwijzen naar het desbetreffende vorige hoofdstuk. Men bedenke, dat deze versterker slechts eens voor altijd afgestemd behoeft te worden. — Het is dus niet noodzakelijk, zich daarvoor dure draaicondensatoren aan te schaffen.

### **De Middelfrequent-weerstandversterker.**

Zooals we reeds eerder opmerkten is het schema van een middelfrequent-weerstandversterker (fig. 134) uit den aard der zaak nagenoeg identiek met dat van een laagfrequentversterker: alleen de dimensionering der onderdeelen verschilt.

De in het schema geteekende condensatoren  $C_a$ , die moeten dienen om de hoogfrequentstroom door te laten, kan men voor een eerste proef gerust missen, gewoonlijk altijd wel, mits men één zoo'n condensator (ca.  $\frac{1}{2}$  microfarad of grooter) schakelt tusschen de klemmen voor min-accu en plus-anodespanning.

Ook de gloeistroomweerstand kan men gerust vervangen door

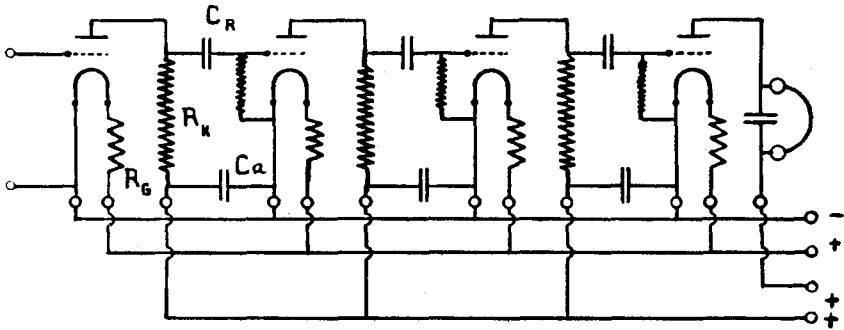


Fig. 134. Vierlamp-weerstandversterker.

één gemeenschappelijken, (mits men lampen met gelijke gloei-draadspanning toepast). Met voordeel zou men die in de min-acculeiding kunnen schakelen en de lekweerstand (behalve die van den detector) verbinden aan min-*accu*, zoodat men automatisch negatieve roosterspanning verkrijgt. Den detector-lekweerstand verbindt men aan plus-gloedraad, bij gebruik van „miniwatt”-lampen.

Negatieve roosterspanning kan men ook geven met een apart  $1\frac{1}{2}$  volt celletje, voor alle lampen gemeenschappelijk, op de gewone manier als bij een laagfrequentversterker. Regelbare negatieve roosterspanning kan men verkrijgen door een potentiometer te schakelen over de accuklemmen en den arm hiervan te verbinden met de pluspool van een viervoltbatterijtje. De min-pool hiervan vormt de gemeenschappelijke pool voor de lekwestanden. Op bovenbeschreven wijze hoeft de batterij geen stroom te leveren en blijft dus lang goed.

Ook zonder negatieve roosterspanning bereikt men al aardig resultaat — de versterking is alleen iets minder. Van vervorming heeft men geen last.

In den plaatkring van de laatste als detector werkende lamp is *niet* een hooge weerstand opgenomen. *Deze laatste lamp mag daarom niet op de heele hoogspanningbatterij aangesloten worden.* De lamp zou daardoor veel te hooge plaatspanning krijgen, waardoor niet alleen de versterkerwerking, maar ook nog de detectorwerking sterk zou achteruit gaan. De laatste lamp krijgt dus de normale, voor detectorwerking voorgeschreven spanning.

Wil men bepaald alle lampen op dezelfde spanning kunnen aan-

sluiten, dan schakele men toch een weerstand in den plaatkring van de laatste lamp *en wel tusschen de plaat en de telefoon. Deze weerstand moet overbrugd worden door een parallelgeschakelden condensator van 4 microfarad. (Een zeer groote condensator dus).*

De blokcondensator kan de normale waarde hebben van bijv. 2000 micromicrofarad. Een te kleine waarde is niet gewenscht, omdat men dan allicht kans krijgt op genereeren. Voor telefonie-ontvangst neme men hem evenwel zoo klein mogelijk.

Voor de eerste lampen neme men zulke met een hooge waarde voor de spanningversterking. De detector kan bijv. wat hoogere anodespanning krijgen dan men in een ontvanger zou toepassen. Voor „doode gang” hoeft men in dit geval immers toch niet bevreesd te zijn, en dan kan hoogere anodespanning van voordeel zijn, omdat sterke telefonie dan beter verwerkt kan worden.

Als *koppelweerstand*  $R_k$  gebruike men *uitsluitend* speciale *draadgewonden* weerstanden, teneinde geen last van „ruischen” te krijgen. Ze kunnen twee à viermaal de inwendige weerstand van de lamp zijn, bijv. 100.000 ohm. (Varley, Dubilier, e. a.).

Met voordeel kan men enkele eenvoudige kunstgrepen toepassen, om de niet gewenschte frequentie's nog eens extra te verzwakken. Gebruikt men bijv. een General Radio filtertransformator of ijzerkern-middelfrequenttransformator (zie pag. 244 e.v.) als ingangsfiler, dan kan men de frequentie's beneden 20.000 en boven 40.000 met voordeel verzwakken.

De lage frequentie's verzwakt men door kleine roostercondensatoren en lage waarden voor de lekweerstand toe te passen. Men gebruike in dit geval lekweerstand van 200.000 ohm en roostercondensatoren van ca. 50 micromicrofarad. 100 micromicrofarad is ook nog wel bruikbaar. Dergelijke kleine condensatoren (met luchtisolatie) zijn o.a. verkrijgbaar van het „Baltic-fabriekaat.

De te hooge frequentie's verzwakt men door condensatoren parallel over de koppelweerstand, eveneens bijv. 50 micromicrofarad, en ook, door weerstand te schakelen in serie met de roosters (ca. 50.000 ohm). Ook, door wat capaciteit parallel aan de lekweerstand te schakelen.

Wanneer men één en ander juist dimensioneert, kan men werke-



lijk op deze wijze tot een zeer goeden middelfrequentversterker komen. Volgens de verstrekte gegevens kan men alreeds probeerenderwijs te werk gaan; — beter doet men, voor alle zekerheid even de juiste waarden uit te rekenen, hetgeen we overigens aan den lezer overlaten, in verband met de verscheidenheid aan input-filters, welke op de markt zijn. Overigens verwijzen we nog naar de formules in hoofdstuk VI.

Om genereer- en gilneigingen te voorkomen, doet men goed, den geheelen versterker in een blikken doosje te monteeren *en het doosje te verbinden aan min accu en te aarden*. In vele gevallen is dit een afdoend middel gebleken. Men gebruike bijv. roodkoper of ijzer van  $\frac{1}{2}$  mm. dikte.

### De Middelfrequent-Smoorspoelversterker.

Het eenige verschil met den weerstandversterker is, dat de koppelweerstandenvan vervangen zijn door koppelsmoorspoelen. Wat schakeling van gloeistroomweerstandenvan, negatieve roosterspanning etc., betreft, verwijzen we geheel naar het daaromtrent opgemerkte bij den weerstandversterker.

We merken op, dat de detector hier op dezelfde anodespanning aangesloten kan worden als de overige lampen. De lampenkeuze kan geheel gelijk zijn als bij den weerstandversterker.

De zelfinductie van de smoorspoelen behoeft niet meer dan  $\frac{1}{4}$  henry te zijn. Men kan er goedkope laagfrequenttransformatoren met extra kleine kern voor overwikkelen, met bijv. een vijfde van het oorspronkelijk aantal primaire windingen of minder.

De lage frequentie's kan men nog extra verzwakken door toe-

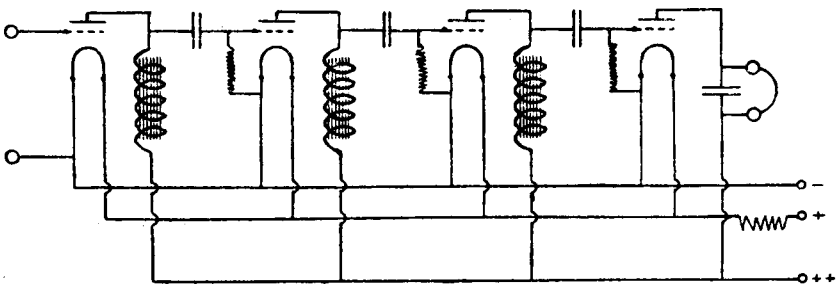


Fig. 135. Vierlamp-smoorspoelversterker.

passing van kleine roostercondensatoren en lage waarde voor de lekweerstand (zie bij den weerstandversterker). De hoge frequentie's kan men weer verzwakken met weerstand in serie met de roosters en capaciteit parallel op de lekwestanden..

Men zou de smoorspoelen ook een zoodanig aantal windingen kunnen geven, dat ze resonanceeren op de gewenschte frequentie — eventueel met parallelgeschakelde capaciteit. Men krijgt op deze wijze evenwel een vrij scherpe versterkingspiek, vooral bij gebruik van vrij veel parallelcapaciteit en weinig zelfinductie.

Is de piek van de versterkings-karakteristiek al te scherp, wat al heel gauw het geval is, dan wordt telefonie vrij ernstig vervormd. De lage tonen worden dan meer versterkt dan de hooge; telefonie gaat „hol” klinken. Hoe het mogelijk is, dat door een te scherpe versterkingspiek telefonie vervormd wordt, zal later uiteengezet worden. Wanneer men geen bijzondere voorzorgen neemt, wordt de piek gewoonlijk veel scherper dan voor telefonie toelaatbaar is. De piek kan men „afvlakken” door ijzerkernen te gebruiken en (of) door de smoorspoelen te wikkelen van draad met tamelijk hoogen weerstand. Voor tèn hoogen weerstand moet men echter ook al weer oppassen, omdat de smoorspoelversterker anders meer op een weerstandversterker gaat lijken en toch lage frequenties wil versterken. Beter zijn daarom ijzeren kernen.

Een smoorspoelversterker, waarvan de smoorspoelen scherpe

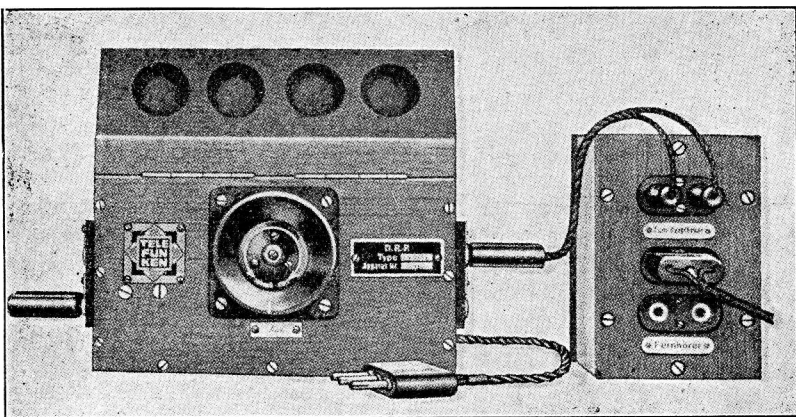


Fig. 136. Telefunken vierlamp-smoorspoelversterker (type E V 243a) met uitgangstransformator (type Tr. 81). De versterker is 18 cm. breed.

pieken vertoonen, heeft veel neiging tot genereeren in de frequentie, waarbij die pieken optreden. Met ijzerkernen, liefst massieve, kan men dit zelf-genereren in zekere mate beletten. *Ook is het raadzaam, de smoorspoelen op te sluiten in dikwandige ijzeren (of koperen) busjes, welke als scherm moeten dienen.*

#### **Genereerneiging van Smoorspoel- en Weerstandversterkers.**

Genereerneiging ontstaat voornamelijk door de capaciteit tusschen de metaaldeelen, verbonden aan rooster en plaat van de versterkerlampen, zooals in hoofdstuk VIII al uitvoerig uiteengezet is. Aangezien het aantal trappen, dat men kan toepassen, bijna uitsluitend bepaald wordt door de genereerneiging, is het bij toepassing van vier en meer trappen dus van het hoogste belang, dat bedoelde capaciteit zoo gering mogelijk is. Bij alle meervoudige versterkers neme men daarom den regel in acht, dat de verbindingen van de plaat naar de smoorspoelen (resp. weerstanden) en van hier via de roostercondensatoren naar de roosters, zoo kort mogelijk zijn; in elk geval niet langer dan enkele centimeters. De lampbusjes moeten zoo dun en kort mogelijk zijn en ook de plaat isolatiemateriaal, waarin de lampbusjes gemonteerd zijn, zoo dun mogelijk.

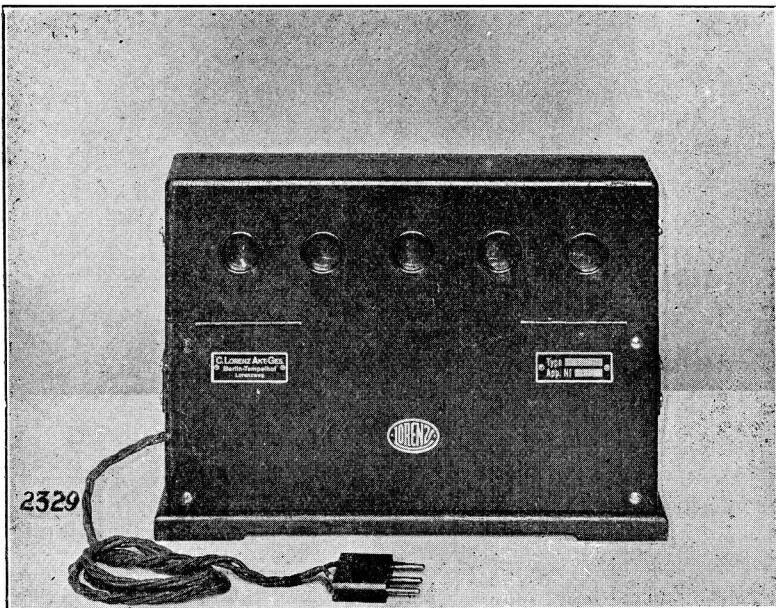


Fig. 137. Lorenz vijf-lamp-smoorspoelversterker; gesloten.

Van groot belang is voorts de lampenkeuze. Men kiese lampen met zoo gering mogelijke rooster-anodecapaciteit, zooals ook voor hoog-frequentversterking toegepast worden.

Genereer-neiging kan men tot een zekere grens beperken door de smoorspoelen van ijzeren kernen te voorzien, al dan niet massief. Ook het *volledig* opsluiten van de smoorspoelen in dikwandige ijzeren busjes kan veel helpen. In elk geval make men de smoorspoelen zoo klein mogelijk van afmeting: niet meer dan enkele centimeters diameter en hoogstens 10 cm. lengte. Ook het inschakelen van weerstand in serie met de smoorspoelen, of het gebruik van draad met tamelijk hoogen weerstand, beperkt de genereer-neiging. Meer dan ca. 5000 ohm mag de totaal-weerstand echter niet worden, omdat de versterker anders te veel laagfrequent gaat versterken. Wikkelt men de smoorspoelen van (dubbelomsponnen) draad van 0,1 mm. of dunner, dan is voor middelfrequenties extra weerstand gewoonlijk overbodig. Het gebruik van ijzeren kernen is echter beter dan weerstand, uit een oogpunt van storingvrijheid.

Meervoudige versterkers (vooral met weerstandkoppeling) ver-toonen soms neiging tot genereeren in een ultra-hooge frequentie (bijv. op golven van 20 meter of korter). Dit genereeren kan zeer hinderlijk zijn, omdat de lampen daardoor dichtslaan en de versterker gaat ruischen. Het genereeren in zulke hooge frequenties kan men onderdrukken door heel kleine smoorspoelen te schakelen in de roosterleidingen, vlak bij het busje van den lampvoet. Die smoorspoelen moeten vooral zeer compact zijn en kunnen bijv. bestaan uit 30 à 50 windingen 0,1 mm. *dubbelomsponnen* draad, willekeurig op een klein spoeltje gewikkeld.

Zeer effectief is het reeds eerder aanbevolen schakelen van weerstanden, direct in serie met de roosters.

Condensatoren  $C_a$  (fig. 134) dienen eveneens om de genereer-neiging te verminderen. Ook een niet al te kleine telefooncondensator is van voordeel. Voor telefonie-ontvangst kan men hiermee echter niet te ver gaan (tot 2000 micromicrofarad), omdat anders telefonie te hol gaat klinken.

### **De Middelfrequent-Transformatorversterker.**

Het voordeel, dat men met goede transformatoren zou kunnen behalen, is: meer versterking en minder genereer-neiging. Helaas



in meervoudige versterkers. De vereenvoudiging in toestellen en montage, ontstaande door het vervallen van de gloeistroomweerstand, is werkelijk zeer belangrijk.

De laatste lamp moet als detector werken en is daarom voorzien van roostercondensator en lekweerstand. Deze kunnen van de normale waarden zijn (resp. 300 micromicrofarad en 2 à 5 megohm). Onder sommige omstandigheden kan het van voordeel zijn, de secundaire van den laatsten transformator te verbinden aan plus-gloeidraad in plaats van aan min-gloeidraad. De juiste waarde van den lekweerstand probeere men zorgvuldig uit; daarmee kan men vaak een aanzienlijke winst in geluidsterkte en gevoeligheid maken!

De potentiometer <sup>1)</sup> moet vooral een hoogen weerstand bezitten. Potentiometers van 200 à 300 ohm zijn wel bruikbaar, maar verbruiken veel stroom uit de batterij; meer dan de plaatstroom van alle lampen van den super bij elkaar! Vergeet men de neg. rooster-spanning uit te schakelen (wat al heel licht gebeurt), dan is in één nacht het daarvoor benoodigde zaklantaarnbatterijtje totaal bedorven! De roosters van de lampen verbruiken bij toepassing van negatieve roosterspanning in het geheel geen stroom; alléén spanning is noodig. Een lage potentiometerweerstand is dus in hooge mate verkwistend. Eigenlijk behoort deze weerstand 10.000 ohm of meer te bedragen.

De negatieve roosterspanningbatterij (dat een vier-volt droog batterijtje kan zijn) moet uitschakelbaar zijn en telkens na gebruik uitgeschakeld worden (hetgeen men intusschen in het begin dikwijls vergeet!). Het schakelaartje is ter wille van de eenvoudigheid niet in fig. 138 geteekend. Het eenvoudigste kan men de plus-pool van de neg. roosterspanningbatterij direct verbinden aan min-accu, zoodat bij uitschakeling van de lampen (schakelaar in min-accu leiding!) meteen de roosterspanningbatterij uitgeschakeld is. Zoo voorkomt men alle moeilijkheden.

Wil men de roosterspanningbatterij in het toestel inbouwen (hetgeen we overigens afraden), dan is natuurlijk wel een extra

---

<sup>1)</sup> In een drielampsversterker is geen potentiometer noodig: men kan vaste negatieve roosterspanning geven, nml. 3 à 4 volt. Eigenlijk kan dat altijd, maar bij 4 of 5 lampen kan het wel eens — voor experimenteele doeleinden — van nut zijn, de genereernejing te regelen met den potentiometer, hoewel het eigenlijk een lapmiddel is.

schakelaartje noodig, voorzien van een zeer duidelijk opschrift: *niet vergeten uit te schakelen!*<sup>1)</sup>).

Men merke op, dat negatieve roosterspanningbatterij, accu en anodespanningbatterij alle in serie geschakeld staan.

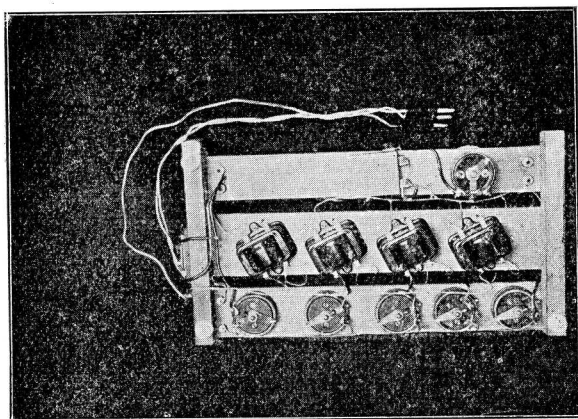
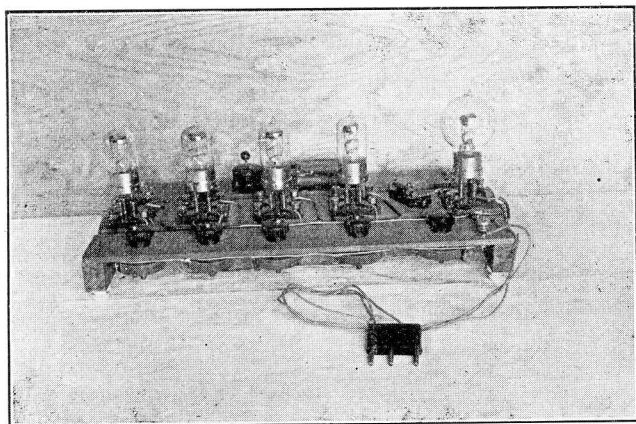


Fig. 139. Vijflamp-middelfrequentversterker met ijzerkern-transformatoren van General Radio, speciaal voor ontvangst met frequentie-transformatie. Dit was de eerste versterker van deze soort in Nederland. — Let op de antieke lampen uit het Wolfram-tijdperk!

<sup>1)</sup> Een praktische methode, waarbij alle bezwaren voorkomen zijn, vindt men in schema fig. 150.

### De Transformatoren.

Voor telegrafie-ontvangst kan men afgestemde luchttransformatoren toepassen, waarvan de secondaires door draaicondensatoren afgestemd worden. In verband met de genereernejing, ontstaan door het afstemmen van de transformatoren, is het dan echter bepaald noodzakelijk, den versterker te neutraliseeren, bijv. volgens de Hazeltine methode (hoofdst. VIII). Men verkrijgt dan een middelfrequentieversterker volgens het neutrodyne type. Dergelijke versterkers vertoonen op een lange golf een buitengewoon scherpe versterkingspiek en zijn daarom *niet bruikbaar voor telefonie*.

Beter en gemakkelijker zijn luchttransformatoren, die zóó gedimensioneerd zijn, dat tengevolge van de zelfinductie en e i g e n capaciteit de transformator op de gewenschte frequentie afgestemd raakt, dus zonder parallelcondensator. Zulke transformatoren kunnen vrij klein van afmeting zijn en kunnen ook gemakkelijk afgeschermd worden.

Ook deze transformatoren vertoonen nog een vrij scherpe versterkingspiek, waardoor ze voor telefonie-ontvangst eigenlijk niet goed bruikbaar zijn. Door toepassing van bepaalde kunstgrepen kan men ze echter nog wel voor telefonie-ontvangst geschikt maken, zij het ten koste van eenige versterking. Het zelfmaken van zulke luchttransformatoren raden we niet aan; we geven er daarom ook geen nadere gegevens van.<sup>1)</sup>

Vooraf voor telefonie-ontvangst kunnen veel beter zijn: transformatoren met ijzerkern, die *bij doelmatige constructie*, een relatief vlakke versterkings-karakteristiek kunnen vertoonen. Alleen bij zeer zorgvuldige dimensionering kan aan deze voor telefonie noodzakelijke voorwaarde voldaan worden. Het is echter een feit, dat op het oogenblik geen enkele in den handel verkrijgbare transformator genoegzaam aan dezen eisch voldoet.

De moeilijkheid schuilt in hoofdzaak in de keus van een speciale ijzerlegeering met bijzondere eigenschappen voor de kern en in het verkrijgen van een voldoende capaciteitsvrije wikkeling.

Wij kunnen niet genoeg waarschuwen tegen het vele minderwaardige materiaal dat op dit gebied in den handel voorkomt — vooral in het buiten-

---

<sup>1)</sup> Zoals reeds tevoren aangegeven is, kan men wél goede resultaten verkrijgen, wanneer men een hogere middelfrequentie kiest.



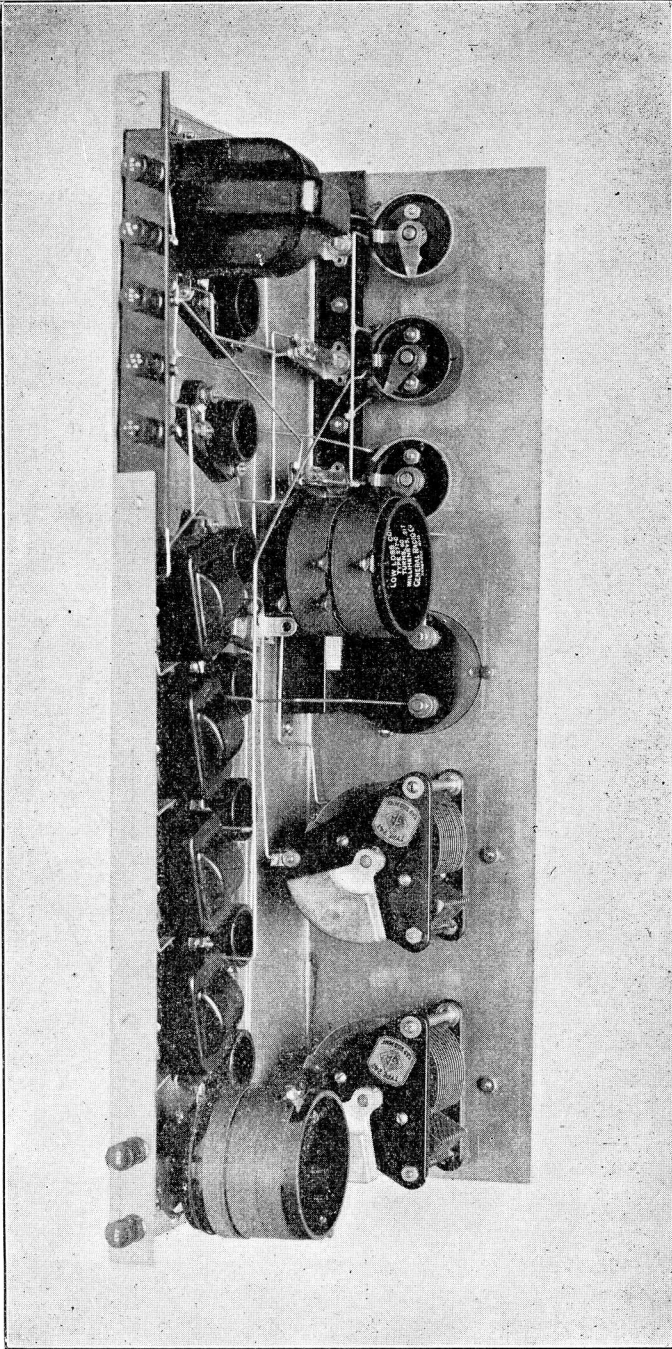


Fig. 140. Volledige superheterodyne voor kortegolf-ontvangst, gemonteerd op vernikkeld plaatkoper (achteraanzicht)

land; „middelfrequenttransformatoren”, welke uitwendig heel mooi er uitzien en inwendig bestaan voor het grootste deel uit paraffine of ander vulmateriaal met een daarin verdwaald geraakt blikje als „kern” zijn helaas bestaanbaar!

Transformatoren met vlakke versterkings-karakteristiek zijn zeer zeker goed bruikbaar, ook voor telegrafie-ontvangst. Praktisch is de piek, die men verkrijgt door voorschakeling van één afgestemden koppelkring, eventueel met terugkippeling, voor telegrafie-ontvangst ruimschoots scherp genoeg.<sup>1)</sup>

Van groot belang is het, dat de middelfrequent-transformator *klein van afmeting en goed afgeschermd zij*, — zulks in verband met eventueele storing door langegolf-stations en beïnvloeding der transformatoren onderling.

In plaats van in een nadere beschouwing te treden omtrent middelfrequent-transformatoren, zullen we hieronder bij wijze van voorbeeld een beschrijving geven, hoe men o. a. met de General Radio transformatoren goede resultaten kan bereiken. Natuurlijk is hetgeen hieromtrent medegedeeld zal worden, bijna onveranderd van toepassing ook op andere fabrikaten *goede transformatoren* (met inachtneming van de verschilpunten), welke naderhand in den handel zijn verschenen.

### **Constructie van Middelfrequent-Versterkers met Ijzerkern-Transformatoren.**

Wanneer men geheel volgens schema fig. 139 te werk gaat,<sup>2)</sup> zonder inachtneming van zekere voorzorgen, kan men met de tegenwoordig verkrijgbare transformatoren geen goede resultaten bereiken. De eerste moeilijkheid, die men ondervindt, is de genereer-neiging. Heeft men deze eenigermate weten te beheerschen, (bijv. door vermindering van den gloeistroom van de versterkerlampen), dan is de tweede moeilijkheid de vervorming van telefonie. De groote, met transformatoren mogelijke versterking, maakt het

---

<sup>1)</sup> Door de General Radio Co. wordt een speciale „input-transformator” in den handel gebracht (type 337) met wat scherper piek dan van het hier afgebeelde type 271.

<sup>2)</sup> Wil men direct goede resultaten verkrijgen, zonder experimenteren, dan bevelen wij aan, niet meer dan drie transformatoren toe te passen (met drie lampen) waarvan de eerste als filter-transformator dient (volgens schema fig. 138).

aantrekkelijke uit van experimenteeren hiermee en de tegenwoordig reeds bereikbare resultaten mogen tot tevredenheid stemmen. Toch willen wij niet ontkennen, dat er op dit gebied nog heel wat te verbeteren valt. Alléén eenigszins systematisch onderzoek kan eenig uitzicht op verbetering geven, — niet „in het wilde weg” probeeren.

Genereernejing en vervorming van telefonie gaan eenigszins samen; hoe meer genereernejing, des te hooger, maar ook des te scherper is de versterkingspiek. En een scherpe versterkingspiek beteekent hier *steeds* vervorming, doordat de lage tonen van telefonie meer versterkt worden dan de hooge, waardoor telefonie „hol” gaat klinken.

Ook al zou men de genereernejing volledig kunnen onderdrukken, dan nog zou telefonie met de tegenwoordige transformatoren belangrijk vervormd worden — tenzij men eenige voorzorgen in acht neemt. De piek van één transformator met één lamp is weliswaar onscherp genoeg, om den heelen, ca. 10.000 perioden breeden frequentieband<sup>1)</sup>, waarin de telefonie gelegen is, tamelijk gelijkmatig te versterken, maar bij cascadeschakeling van bijv. vier of vijf versterkertrappen wordt de resulterende piek véél scherper dan de piek van elke trap afzonderlijk, doordat de versterkingen van de trappen a.h.w. met elkaar vermenigvuldigd worden.

*Met de tegenwoordig verkrijgbare transformatoren is het van het allergrootste belang, lampen te gebruiken met zeer lagen inwendigen weerstand.* Daardoor krijgt de versterkings-karakteristiek een meer vlak beloop en wordt de zuiverheid van telefonie aanzienlijk beter. Het voornaamste is de daarmee gepaard gaande vermindering in genereernejing.

Bij transformator-versterkers vooral dient men reeds bij de opstelling van de onderdeelen en bij de montage de noodige voorzorgen te nemen, om alle genereernejing zooveel mogelijk te beperken. Aangezien vrijwel de eenige oorzaak van genereernejing is: de capaciteit tusschen de metaaldeelen, verbonden aan rooster en plaat van de versterkerlampen, dient men vóór alles deze capaciteiten zoo gering mogelijk te houden. Men gebruike dus vooral geen lampvoeten met veel metaaldeelen, maar het z.g. capaciteit-

---

<sup>1)</sup> De draaggolf plus de zijbanden, die „de modulatie” vormen.

vrije type, of zoo kort en dun mogelijke lampbusjes en een zoo dun mogelijke plaat isolatiemateriaal. De verbindingsdraden naar rooster en plaat moeten zoo kort mogelijk zijn. Vooral de draden naar de roosters moeten zéér kort zijn: hoogstens 3 cm. Foto fig. 139 geeft aan, hoe men het in dit opzicht *niet* doen moet! Den daar afgebeelden versterker hebben wij opzettelijk zoo geconstrueerd, met de bedoeling, na te gaan, in hoeverre een dergelijke opstelling schadelijk zou zijn. Inderdaad heeft de praktijk bovenstaande beschouwing volkomen bevestigd.

In fig. 139 is de wijze van plaatsing van de middel-frequenttransformatoren onderling te zien. Door deze opstelling is de onderlinge beïnvloeding van de transformatoren tot een minimum beperkt. In deze volge men wèl het voorbeeld! Ten einde de verbindingsdraden zoo kort mogelijk te kunnen maken, plaatse men echter liever lampen en transformatoren afwisselend: alle op een rijtje, zie fig. 141.

Genereeren zou men kunnen onderdrukken door vermindering van den gloeistroom of door toepassing van positieve rooster-spanning.

*Positieve roosterspanning is beslist uit den boeze, aangezien hiermee de gevoeligheid zoo belangrijk achteruit gaat. Elke versterker, waarbij ter onderdrukking van de genereer-neiging positieve roosterspanning is toegepast, deugt niet!* Men leze daarover nog eens na, hetgeen we in hoofdstuk VIII schreven.

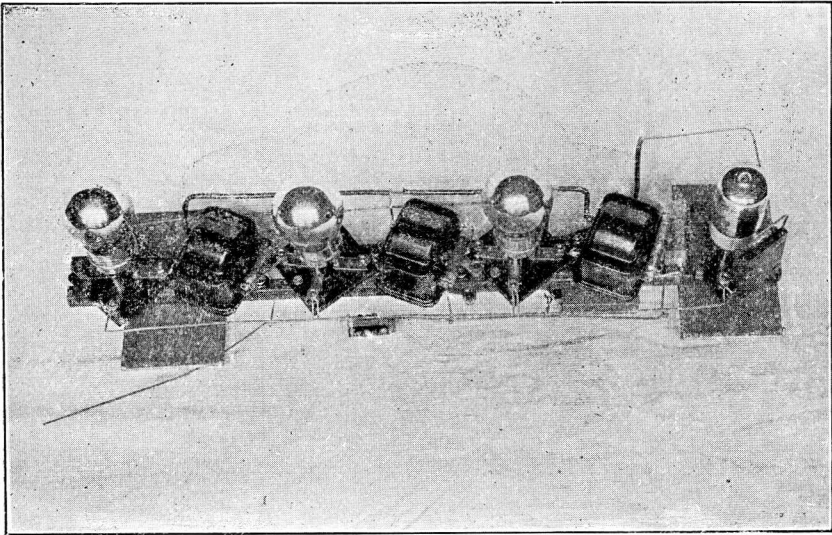
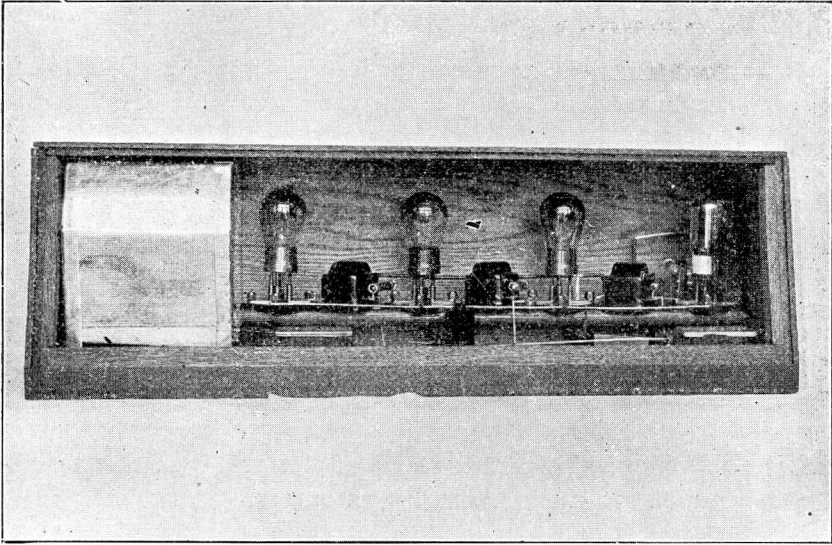
Vermindering van den gloeistroom is ook verkeerd; men passe die dus niet toe.<sup>1)</sup>

Om de genereer-neiging en de vervorming van telefonie te reduceeren, hebben wij op grond van theoretische overwegingen eenige kunstgrepen toegepast, die in de praktijk inderdaad zeer bruikbaar zijn gebleken.

Volgens opgaaf van General Radio moeten de transformatoren van dat fabrikaat als volgt verbonden worden (zie fig. 143):

---

<sup>1)</sup> Het is ons gebleken, dat een vijf-lampversterker, waarbij, in verband met de genereer-neiging, de gloeistroom wat gereduceerd is, *minder* versterkt, dan een drielampversterker, welke geheel geen genereer-neiging vertoonde en waarbij dus volle gloeistroom toegepast kon worden.



K. C. van Rijn.

Fig. 141. Vierlamp-middelfrequentversterker met General Radio ijzerkern-transformatoren. De frontplaat is weggenomen om het inwendige te laten zien, dat in de onderste foto van boven gefotografeerd is.

Het blikken doosje links met geheel dichtgesoldeerde naden bevat de middelfrequentkoppelspoelen. (Zelfgemaakte inputtransformator).

Duidelijk zijn de stabilisatie-weerstanden, parallel op de secondairen van de transformatoren te zien. De versterker is in de kast op rubberspons gemonteerd, teneinde microfonische effecten te voorkomen.

- P naar plaat ;  
 B + naar plus-leiding naar hoogspanningbatterij ;  
 A — naar den arm van den potentiometer voor de negatieve roosterspanning ;  
 G naar het rooster (eventueel via roostercondensator en lekweerstand).

Tevens wordt opgegeven, dat het soms beter is, de verbindingen naar de primairen van de transformatoren te verwisselen.

Onze ervaring is, dat inderdaad de genereeroneiging eenigszins afneemt door *verwisseling van de verbindingen naar de primairen van één of meer transformatoren*. Overigens probeere een ieder zelf uit, wat in zijn geval het beste resultaat oplevert. Over de aansluitingen naar de secondairen spreken we straks.

Een tweede middel om de genereeroneiging en tevens de vervorming wat te doen afnemen, is het verhoogen van de demping

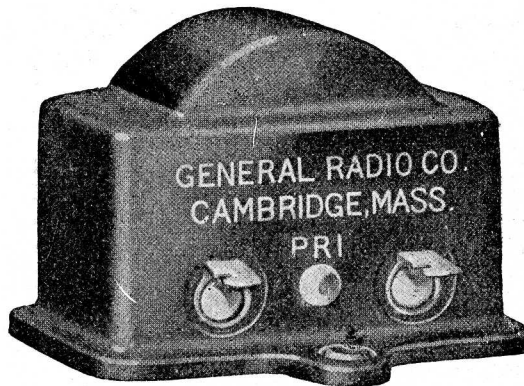


Fig. 142. General Radio middelfrequenttransformator met ijzerkern.

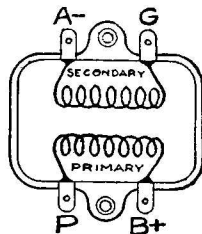


Fig. 143. Schakelschema General Radio middelfrequenttransformator.

van de kringen, gevormd door de zelfinductie en eigencapaciteit van de secundaire wikkelingen. Dit krijgt men het beste gedaan door *parallelschakeling van weerstanden*, die gesoldeerd moeten worden direct aan de secundaire klemmen van de transformatoren. De weerstanden moeten een waarde hebben in de orde van grootte van eenige honderdduizenden ohms. In den afgebeelden vijf lamp-versterker voldeed bijv. 300.000 ohm, parallel op de secundaire van elken transformator, reeds heel goed. (In de foto zijn deze weerstanden niet zichtbaar). Bij meer zorgvuldige montage kunnen de weerstanden wat grooter zijn, bijv. 0,5 megohm. Met 300.000 ohm was de vermindering in geluidsterkte niet noemenswaard, wèl met 100.000 ohm.

Theoretisch zou men misschien verwachten, hetzelfde effect te moeten kunnen verkrijgen door toepassing van lampen met zeer lagen inwendigen weerstand (en dan *zonder* weerstand op de secundaire). Praktisch blijkt dit evenwel niet geheel het geval te zijn, omdat de *koppeling* tusschen primaire en secundaire niet zeer vast is — althans niet zoo vast als bijv. bij goede laagfrequent-transformatoren. Vandaar dat men toch *secondairen* dempingsweerstand moet toepassen.

Een derde middel, dat vooral met lampen met tamelijk hoge spanningsversterking of rooster-anodecapaciteit vaak zeer effectief werkt, is het schakelen van hoge weerstanden direct in serie met de roosters (ca. 50.000 ohm).

Een vierde middel, dat we intusschen met mate *aanbevelen*, is: *verstemmen van de transformatoren onderling*. Bij toepassing van onderling gelijke transformatoren wordt één frequentie boven alle andere versterkt, doordat de pieken van alle transformatoren a.h.w. samenvallen. Ook is de genereer-neiging groot, doordat plaat- en roosterkringen van de lampen alle op elkaar afgestemd zijn.

Verstemt men nu de transformatoren onderling door parallel-schakeling van kleine, *ongelijke* condensatoren over de secundairen, dan wordt dus niet alleen de genereer-neiging verminderd, maar ook de vervorming, doordat de resulterende versterkingspiek door het naast elkaar vallen van de verschillende pieken minder scherp wordt, dan wanneer alle pieken precies samenvielen.

De condensatoren, parallel op de secundairen, mogen niet grooter zijn dan hoogstens 200 micromicrofarad en ze moeten alle ongelijk groot zijn. Voor een eerste proef kan men ze maken van twee eindjes in elkaar gedraaid, solide geëmailleerd koperdraad van ca. 0,5 mm. Ruwweg kan men schatten,

dat elke centimeter in elkaar gedraaid draad een capaciteit van omstreeks één micromicrofarad oplevert.

Een overeenkomstig effect als het verstemmen van de secondairen met condensatoren, heeft het *verwisselen van de verbindingen naar de secondairen* of primairen van de transformatoren. Voor een eerste proef is het wel gemakkelijk, eerst te probeeren, hoever men komt met het verwisselen van de verbindingen van de secondairen van één of meer *niet opeenvolgende* transformatoren, alvorens over te gaan tot het bijschakelen van condensatoren.

Bij toepassing van transformatoren is wel het eenvoudigste — hoewel niet altijd het beste —, de koppelingen vóór den middelfrequent-versterker te vervangen door precies zoo'n transformator als in den versterker gebruikt worden. De primaire van den eersten transformator is dan geschakeld in den plaatkring van de kortegolfdetectorlamp; de secundaire is verbonden aan den roosterkring van de eerste middelfrequent-versterkerlamp. De tweede, daaropvolgende transformator is dus eigenlijk de eerste transformator, behoorende tot den middelfrequent versterker. Bij toepassing van een drielamp-middelfrequent-versterker heeft men dus op deze wijze totaal drie transformatoren noodig, waarvan we den eersten den „filter- of input- of koppeltransformator” zullen noemen (zie bijv. fig. 150). Door General Radio wordt een zeer bruikbare filter transformator in den handel gebracht (zie fig. 144).

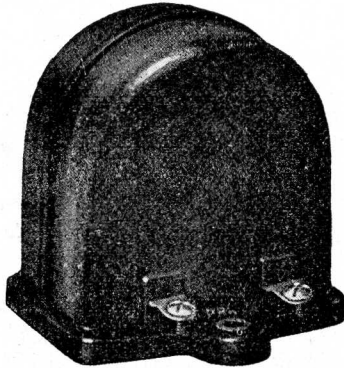


Fig. 144. G-R input-transformator (zonder ijzerkern) type 337.

Parallel op de primaire van dezen koppeltransformator moet een kleine condensator geschakeld worden (ca. 200 micromicrofarad), die den hoogfrequenten stroom in den plaatkring van de detectorlamp moet doorlaten, om het genereeren van den kortegolfontvanger



mogelijk te maken, behalve bij toepassing van Reinartz-Weagant terugkoppeling. Deze condensator veroorzaakt eenige verandering van de eigenfrequentie van den transformator.

Bij den G-R inputtransformator kan men dezen condensator wel weglaten.

Het is ons gebleken, dat een zeer voorname factor, die de genereer-  
neiging van den middelfrequentversterker bepaalt, is: de inwendige  
weerstand van de lampen. Deze moet vooral laag genoeg zijn  
— en dan heeft men vanzelf geen last van genereer-  
neiging bij maximale versterking. De inwendige weerstanden van de lampen  
vormen toch evenzoo vele dempingsweerstand parallel op de  
primairen van de transformatoren en brengen door de koppeling  
voor een deel ook demping in de secondairen.

Wanneer ook slechts één lamp teveel inwendigen weerstand  
heeft, treedt dadelijk onbedwingbare genereer-  
neiging op. Dat wil zeggen, dat ook te hooge  
weerstand van de eerste *detectorlamp*  
genereer-  
neiging van den middelfrequentversterker veroorzaakt!

Verder wordt de genereer-  
neiging in hooge mate bevorderd door  
ietwat hoogen weerstand in de gemeenschappelijke anodebatterij,  
bijv. doordat deze wat uitgeput raakt. We bevelen daarom ten  
sterkste aan, althans voor den ontvanger (generator plus detector)  
en den middelfrequentversterker een anode-*accu*-batterij te gebrui-  
ken, bijv. van 75 volt.

Ook kan men gescheiden batterijen gebruiken voor middel-  
frequent- en laagfrequentversterker. Beter is evenwel een *accu*-  
batterij van kleine celletjes. Een goed plaatstroomapparaat — liefst  
met detector-aftakking — is ook bruikbaar, mits de laatste afvlak-  
condensator voldoende groot is.

Wanneer men systematisch te werk wil gaan, — wat zeker wel het meest  
aan te bevelen is —, kan men de versterkings-karakteristiek vrij eenvoudig  
zelf opnemen, door plaatsing van een gevoeligen milli-ampèremeter in den  
plaatkring van de laatste lamp van den M-F versterker, in plaats van de  
telefoon. Als meetzender gebruikt men bijv. den middelfrequent-generator,  
op behoorlijken afstand van den ontvanger geplaatst. In plaats van de  
secondaire spoel van den kortegolf-ontvanger sluite men een raam aan, be-  
staande uit eenige windingen van ca. een vierkanten meter, en zette den  
parallelcondensator op nul. De raamkring wordt dus eenvoudig niet afge-  
stemd, aangezien afstemming complicaties zou veroorzaken. De daling in

plaatstroom van de laatste lamp van den versterker is binnen zekere grenzen een maat voor de versterking. Inplaats van te zenden met den M-F generator, kan men ook wel op de gewone wijze (super-heterodyne) afstemmen op een zeer constant ongedempt station, dat een lange streep geeft. Doet men dit laatste, dan krijgt men een kromme van den vorm van fig. 127. Voor telefonie-ontvangst is een dergelijke karakteristiek véél te scherp. Bij niet inachtneming van onze voorschriften verkrijgt men inderdaad met meer dan drie transformatoren een dergelijke karakteristiek.

Er valt op dit gebied nog heel wat te experimenteeren en te verbeteren. Wij leggen er evenwel den nadruk op, dat de momenteel op bovenbeschreven wijze bereikbare resultaten reeds tot tevredenheid mogen stemmen.

Genereeren openbaart zich gewoonlijk in den vorm van een doorlopend, onregelmatig geruisch in de telefoons, ook wanneer geen antenne aangesloten is. Vocht, slechte lampen (onzeker contact van de gloeidraad en onvoldoende isolatie van de elektroden onderling), slechte batterijen, slechte lekweerstand, (gebruik nooit siliestaafjes!), onzekere contacten en corrosie, ontstaan door het soldeeren met een ander vloeimiddel dan hars, kunnen ook de oorzaak van geruisch zijn.

Voor al met het soldeeren van de verbindingen aan de middelfrequent-transformatoren zij men voorzichtig; men gebruike alléén en uitsluitend hars als vloeimiddel, na voorzichtig met wat schuurpapier de metaaldeelen blank geschuurd te hebben.

## **DE MIDDELFREQUENT-KOPPELKRINGEN.**

### **(Ingangfilter).**

Bij toepassing van een middelfrequentversterker met tamelijk vlakke versterkingskarakteristiek van voldoende breedte — zooals voor telefonie gewenscht is — is het noodzakelijk, een z.g. „filter” toe te passen dat de niet-gewenschte frequentie's niet doorlaat, een z.g. „band-pass” filter dus, dat slechts een bepaalde frequentieband laat passeeren, welke uit den aard der zaak gelegen moet zijn binnen de frequentieband, die door den middelfrequentversterker wordt versterkt.

Om verschillende redenen, welke we reeds eerder aangestipt hebben, is het gewenscht, dit filter vóór den middelfrequentversterker te schakelen en het tegelijk te benutten als ingangstransformator, waarmee de middelfrequentversterker gekoppeld wordt met den eersten detector. De ingangszijde (input) wordt

geschakeld in den plaatkring van den eersten detector, (evenals bijv. een laagfrequenttransformator) met parallel een zeer kleinen condensator om den hoogfrequentstroom in den anodekring van den eersten detector door te laten. Men neme dezen parallelcondensator (vergelijkbaar met een gewonen „blok condensator”) liefst niet grooter dan ca. 200 micromicrofarad.

De uitgangszijde van het filter wordt geschakeld aan het rooster van de eerste middelfrequenttriode, evenals de secundaire van bijv. een laagfrequenttransformator.

Het spreekt vanzelf, dat de „doorlaat-karakteristiek” van het ingangfilter niet te smal mag zijn voor telefonie-ontvangst, maar toch smal genoeg om voldoende selectiviteit te waarborgen.

Meestal kan men een gewonen ijzerkern-middelfrequenttransformator ook wel als ingangfilter gebruiken, hoewel er ook speciale types (meestal zonder ijzerkern) voor in den handel zijn.

De meeste z.g. speciale ingangfilters bestaan gewoon uit twee sterk met elkaar gekoppelde spoeltjes. De demping wordt gevormd door den weerstand der wikkeling en voor een gering deel ook door den weerstand van de anodeketen van de eerste detectortriode. Het gebrek is meestal de onvoldoend sterke magnetische koppeling en te sterke capacatieve koppeling der wikkelingen onderling.

### **MIDDELFREQUENT-TERUGKOPPELING.**

Middelfrequent-terugkoppeling kan ALLEEN VOOR TELEGRAFIE-ONTVANGST toegepast worden. Elke terugkoppeling, die eenigszins effectief is, zou ernstige vervorming van telefonie tengevolge hebben, doordat met terugkoppeling op lage frequenties (lange golven) alleen de lage tonen flink verstrekt worden. Telefonie krijgt daardoor een hollen klank.

Elke middelfrequent-versterker kan men terugkoppelen door de terugkoppelspoel op te nemen in den plaatkring van de laatste lamp. De juiste richting van de terugkoppeling moet door probeeren vastgesteld worden.

Deze wijze van terugkoppelen brengt gewoonlijk bezwaren met zich mee in den vorm van dooden gang, waardoor niet precies op den rand van genereeren kan worden ingesteld. In het algemeen



van de terugkoppellamp te verbinden aan het rooster van de eerste versterkerlamp en de terugkoppellamp op dezelfde batterijen aan te sluiten als de versterker. Foto fig. 131 illustreert een en ander voldoende.

Deze methode maakt een werkelijk onovertroffen soepele regeling van de terugkoppeling mogelijk zonder den minsten „doode gang”.

### DE MIDDELFREQUENT-GENERATOR.

Alléén voor ontvangst van ongedempte telegrafie en om de draaggolf van een telefoniestation te kunnen hooren, is een middelfrequent-generator noodig.

Ook voor telefonieontvangst is het wel gemakkelijk, een middelfrequent-generator bij de hand te hebben.

Zonder middelfrequent-generator draait men zoo licht door een toevallig niet moduleerend telefoniestation heen, doordat men de draaggolf niet als een fluittoon hoort. Bepaald noodig is een middelfrequent-generator echter niet voor telefonie-ontvangst; men herkent de draaggolf ook wel aan een eigenaardig zacht ruischen, wanneer men er doorheen draait, evenals bij ontvangst met een gewonen, op den rand van genereeren ingestelden ontvanger.

Het schema kan geheel hetzelfde zijn, als aanbevolen voor den kortegolf-generator (zie aldaar). Aangezien het hier gewenscht is, dat de ontwikkelde energie zeer gering is, kan men — in tegenstelling met den kortegolf-generator — altijd volstaan met een gewone ontvanglamp, zelfs met verminderde anodespanning. De schakeling volgens fig. 46 is in de praktijk zeer bruikbaar gebleken, speciaal voor dit doel. Dit schema genereert op lange golf zóó gemakkelijk, dat bij gebruik van een 6 volt accu en 4 volt dubbelroosterlamp in het geheel geen extra anodespanning noodig is. In plaats van aan plus-hoogspanning kan men dan verbinden aan plus-accu. De lamp mag *nooit* volop branden ! Bij gebruik van een miniwatt-dubbelroosterlamp met 2 volt accu is één 4 volt droog batterijtje al voldoende als anodespanning. Men kan den generator natuurlijk ook op dezelfde batterijen aansluiten als alle andere lampen. Om de spanning te reduceeren, moet dan een hooge weerstand ingeschakeld worden, zooals aangegeven in fig. 128 en 150.

Bij dit genereerschema kan men *op lange golven* (middelfre-

quenties) het beste de plaat van de dubbelroosterlamp steeds direct verbinden aan plus-accu of plus-gloeidraad (dus niet zooals in fig. 128 aangegeven is!). Bij eventueele verandering van gloei-stroom of voorroosterspanning blijft de frequentie (dus ook de toonhoogte) dan absoluut *constant*.

De generator moet gekoppeld worden *uitsluitend* met den roosterkring van de laatste, als detector werkende lamp van den middelfrequent-versterker; — *in geen geval* met den roosterkring van de eerste lamp van den M-F versterker. Daardoor zou de toegevoerde trilling zóódanig versterkt worden door de M-F lampen, dat de M-F detectorlamp dichtslaat, waardoor de gevoeligheid sterk achteruit zou gaan.

Wanneer men voor den generator een gewone honingraatspoel gebruikt (bijv. spoel 1000), dan is de parasitaire koppeling met de kringen van den M-F-versterker al voldoende om de M-F detectorlamp te doen dichtslaan. Met zoo'n groote generatorspoel heeft men dan al gauw last, dat de door den M-F generator opgewekte harmonische trillingen (die dus van korte golf zijn) op de kortegolf-ontvangkringen terugwerken. Dat heeft hetzelfde effect, alsof een groot aantal kortegolf-stations een constant ongedempt sein afgeven. Bij draaien aan den condensator van den kortegolf-generator (of, bij super-autodyne ontvangst, van den kortegolf-ontvanger) hoort men dan een heele serie draaggolven.<sup>1)</sup>

Al die bezwaren kan men voorkomen, door de spoelen voor den middelfrequent-generator *klein van afmeting* te maken. Men kan ze bijv. wikkelen van dun, *dubbelomsponnen* draad, gewoon alle windingen over elkaar, op klosjes met 1 cm. kerndikte en van 1 cm. breedte. Bij toepassing van gewone genereerschema's moet men, alvorens te beginnen aan de eigenlijke spoel, nog eenige honderden windingen wikkelen voor de terugkoppeling. Bij toepassing van schema fig. 46 kunnen die windingen natuurlijk vervallen.

Met een draaicondensator van maximaal 500 micromicrofarad heeft men noodig:

voor 2500 tot 5500 meter golf: ca. 1200 windingen draad 0,25 mm. plus ca. 500 voor de terugkoppeling;

voor 6500 tot 15.000 meter golf: ca. 2500 windingen 0,15 mm. plus ca. 1000 voor de terugkoppeling.

Men *begint* dus met de windingen voor de terugkoppeling, maakt bij

---

<sup>1)</sup> Overigens komt dit verschijnsel slechts onder zeer abnormale omstandigheden voor. Normaal behoeft men er niet bevreesd voor te zijn.

het juiste aantal een aftakking (zonder den draad te verbreken) en wikkelt gewoon door. Het juiste aantal voor dit laatste gedeelte probeere men zelf nader uit. Voorloopig begint men maar met een ruim voldoende aantal windingen, geschat met behulp van bovenstaande opgaaf. Naderhand verwijdere men zóóveel windingen, totdat, met den condensator voor een derde ingedraaid, de middelfrequent-generator afgestemd kan worden op den M-F versterker. Voor ontvangst moet de generator ca. 1000 perioden verstemd worden.

Wil men het zuinig aanleggen, dan kan men zeer goed een vasten condensator gebruiken (ca. 300 micromicrofarad; bijv. een roostercondensator) en het aantal windingen van het spoeltje zóó uitprobeeren, dat de gewenschte verstemming verkregen is.<sup>1)</sup> Het bezwaar is, dat men voor maximale sterkte steeds in dezelfde toonhoogte moet ontvangen, hetgeen op den duur vermoeiend werkt.

Het instellen van alle middelfrequentkringen wordt hierna uitvoerig behandeld.

Men doet gewoonlijk het beste, den middelfrequent-generator te bouwen in hetzelfde kastje als den middelfrequentversterker. De koppeling met de laatste, als detector werkende lamp van den M-F versterker geschiedt door het spoeltje van den M-F generator op te stellen in de nabijheid van den roosterkring van die lamp. Gewoonlijk is die losse koppeling al te sterk, waardoor de detectorlamp dichtslaat. In dit geval zou de middelfrequent-generator afgeschermd moeten worden, hetgeen overigens lang geen gemakkelijk werkje is! Gemakkelijker is, anodespanning en gloeispanning van de generatorlamp te verlagen en de afmetingen van de spoel(en) te verkleinen. Ook kan men het spoeltje steken in een *ruim* metalen doosje. Het komt er vooral op aan, dat in het doosje geen enkele naad voorkomt. De toevoerdraden naar het spoeltje moet men in elk geval als een snoer in elkaar draaien en de overige onderdeelen van den M-F generator niet te dicht bouwen bij de onderdeelen van den M-F versterker. Natuurlijk worden alle toestellen in de lengte gemonteerd; goede werking is anders bepaald onmogelijk.

Links komt de eerste M-F lamp, rechts de laatste (M-F detector). Daarop volgt, met eenige tusschenruimte (ingenomen bijv.

---

<sup>1)</sup> Men heeft dan noodig 2 spoeltjes, gewikkeld bijv. op een koperen mal met afneembaren flens en conische kern (doorsnede 10 mm.), breedte 15 mm. — na afloop in paraffine gedompeld — op elk hoogstens 2000 windingen dubbel zij omwonden draad 0.2 mm. De golflengte (ca. 10.000 meter) kan men regelen met den stand der spoeltjes onderling.

door den draaicondensator van den middelfrequent-generator) de generatorlamp.

Is bovenbeschreven koppeling daarentegen niet sterk genoeg, dan kan men in den roosterkring van de M-F detectorlamp een spoeltje opnemen met ca. 100 windingen dun draad (diameter ca. 4 c.m.) en hiermee het generatorspoeltje koppelen. Dit koppelspoeltje schakele men, bij toepassing van een transformator-versterker, in serie met de secondaire van den laatsten transformator *aan de gloei-draadzijde*. Bij toepassing van een smoorspoelversterker (of een smoorspoel in de laatste trap) schakele men het koppelspoeltje in serie met deze laatste smoorspoel, aan de zijde van de hoogspanningbatterij.

Of de koppeling al dan niet te sterk is, kan men controleeren door een gevoelige milli-ampèremeter te schakelen in plaats van de telefoon in den plaatkring van de M-F detectorlamp. Het in- en uitschakelen van den (afgestemden) generator mag maar weinig effect hebben op den uitslag van den meter. In elk geval mag de anodestroomvermindering bij inschakeling van den generator niet méér zijn dan bij afstemming op een sterk ongedempt station (of de draaggolf van een sterk telefoniestation). Gewoonlijk is dat niet meer dan ca. 0,3 milli-ampère.

## DE KORTEGOLF-GENERATOR.

### De Koppeling met den Eersten Detector.

Een zeer belangrijk punt is, de *koppeling* van den generator met den ontvanger. Verkeerd is, den ontvanger met den generator te koppelen, door bijv. een spoeltje, opgenomen in den roosterkring van den ontvanger, te koppelen met de spoel van den generator. Op deze wijze zouden de verliezen in den ontvanger belangrijk toenemen tengevolge van de altijd vrij lange aanhangende draden.

Beter is, een spoeltje van *dun* draad, opgenomen bijv. *in den plaatkring van de generatorlamp*, te koppelen met den secundairen kring van den ontvanger. De verliezen in den ontvanger nemen hierdoor niet noemenswaard toe en of de verliezen in den generator wat toenemen is van weinig belang, zoolang genereeren maar goed mogelijk blijft.

Met den generator volgens fig. 46 kan men direct de spoel van



den trillingskring koppelen met de secundaire spoel van den ontvanger. Dit heeft het voordeel, dat men nooit koppelspoeltjes behoeft uit te wisselen bij overgang van zeer korte op lange golf. Op golven boven 1000 meter mogen de spoelen elkaar niet meer naderen dan ca. 2 cm. en op golven onder 1000 meter moeten de spoelen minstens 15 cm. van elkaar verwijderd zijn.

De spoelhouders kan men bijv. volgens fig. 146 uitvoeren, waarbij de generatorspoel zijwaarts gedraaid kan worden om lossere koppeling te verkrijgen. Een eenigszins andere methode is te zien op de afbeeldingen van fig. 148 en 152. Nog weer een andere mogelijkheid toont fig. 147, waarbij de generatorspoel achterwaarts gedraaid wordt. De regeling hiervan zou bijv. met een wormoverbrenging kunnen geschieden vanaf de frontplaat.

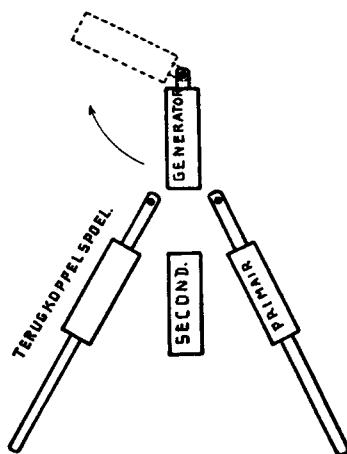


Fig. 146. Bovenaanzicht.

In de praktijk is gebleken, dat de koppelingsgraad niet variabel behoeft te zijn, zoolang de koppeling altijd zeer los is, de generator voldoende energie kan ontwikkelen en deze laatste regelbaar is (bijv. met de plaatsspanning).

*Losse koppeling is een absolute vereischte, omdat met te vaste koppeling de afstemmingen van den generator en den secundairen kring van den kortegolf-ontvanger elkaar beïnvloeden — en dat mag absoluut niet.*

Beïnvloeden de kringen elkaar in de afstemming, dan is het

praktisch onmogelijk, iederen kring afzonderlijk precies af te stemmen. Aan dit euvel gaan niettemin verschillende super-heterodyne's uit den handel mank.

Men kan de fout alleen duidelijk merken bij telegrafie-ontvangst dus met een middelfrequent-generator. Voor deze proef zou men ook den middelfrequentversterker kunnen laten genereeren. Bij ontvangst van een ongedempt station mag de „interferentie"-toonhoogte dan niet het minste veranderen bij draaien aan den condensator van den kortegolf-ontvanger. De toonhoogte moet alléén veranderen bij draaien aan den condensator van den kortegolf-generator.

Wanneer op lange golf de afstemmingen van de kringen elkaar nog net niet beïnvloeden, zal dat bij denzelfden stand van de spoelen op korte golf wél het geval zijn. Den kleinst toelaatbaren spoelenafstand moet men dus op korte golf uitprobeerden; dan weet men zeker, dat de koppeling op lange golf in elk geval niet te vast is. Het kan echter voorkomen, dat de koppeling op korte golf zóó los moet zijn, dat met diezelfde koppeling op lange golf de door den generator opgewekte energie niet toereikend is. Dan moet men twee standen uitprobeerden: één voor zeer korte en één voor lange golven (boven 1000 meter).

Op korte golf (onder 1000 meter) kan men met goed succes *capacitieve koppeling* toepassen door een plaatje bladkoper van ca.  $1\frac{1}{2}$  bij  $2\frac{1}{2}$  cm. te schroeven vlakbij de roosterklem van den lampvoet van de detectorlamp en dit metaalplaatje te verbinden met het

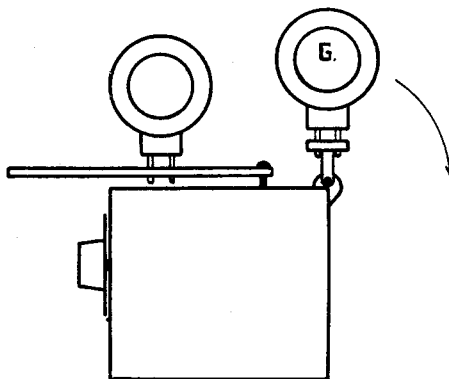


Fig. 147. Zijaanzicht.

hoogspanningeinde (plaatzijde) van den afgestemden kring van den generator. De kleine condensator, gevormd door dit metaalplaatje en de metaaldeelen van den lampvoet, geeft voldoende capacitieve koppeling op korte golven. (Op lange golven, boven 1000 meter, hebben wij op deze wijze praktisch niet altijd even goede resultaten verkregen). Bruikbaar is een z.g. micro-condensator, zooals in den handel verkrijgbaar is, van het kleinste soort.

Onder 1000 meter is inductieve koppeling wel bruikbaar, maar bovenbeschreven wijze van capacitieve koppeling is eenvoudiger en gemakkelijker. Onder 100 meter is de koppeling met zoo'n metaalplaatje gewoonlijk reeds te sterk, wat merkbaar is, doordat de afstemmingen van de beide kringen elkaar gaan beïnvloeden. Men kan dan het beste alle extra koppeling weglaten. Het feit, dat ontvanger en generator op dezelfde batterijen zijn aangesloten, geeft dikwijls al voldoende koppeling.

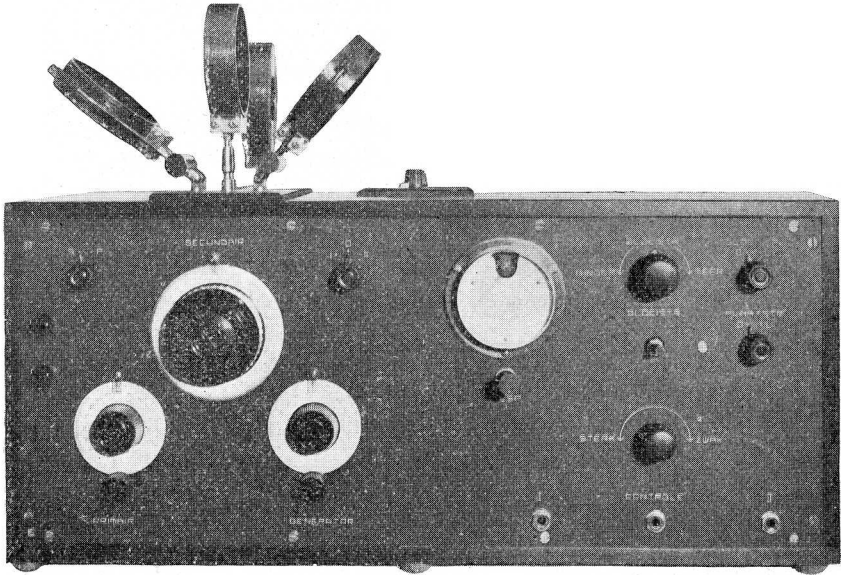
Is de generator voldoende sterk, dan kan men natuurlijk steeds vrij losse koppeling toepassen. De kans op moeilijkheden wordt dan vanzelf veel geringer dan met een zwakken generator, dien men — om voldoende energie te verkrijgen — altijd tamelijk sterk moet koppelen.

Een alleszins bevredigende wijze van koppelen, waarbij zoowel voor zeer korte als voor zeer lange golven koppelingsgraad en energie niet veranderd behoeven te worden en toch *maximum*-effect verkregen wordt, is nog niet gevonden. Toch is het voor den eenvoud in de bediening (voor omroepuisterraars) zeer gewenscht, dat aan een ingebouwd toestel in dit opzicht niets instelbaar behoeft te zijn.

Een bijzondere wijze van koppelen wordt in de z.g. Ultradyne-schakeling van Lacault toegepast, waarbij de eerste detector-anode gevoed wordt met de door den generator opgewekte trilling, in plaats van met gelijkspanning. (Men vergelijk hiermee de superregeneratief-schakeling van fig. 162 van het volgende hoofdstuk.) Het bezwaar van deze methode is de groote gevoeligheid voor handcapaciteit-effect en de geringere geluidsterkte. Vermoedelijk is deze schakeling bedacht in het bijzonder met het oog op octrooi-moeilijkheden !

Weer een andere schakeling, de Tropadyne, combineert eerste

detector en generator, waarmee dus een lamp bespaard wordt. Als bezwaren hiervan kunnen genoemd worden, dat speciale spoelen met elektrische middenaftakking noodig zijn, terwijl op korte golven beïnvloeding van de kringen onderling optreedt.



G. J. Eschauzier.

Fig. 148. Superheterodyne ontvanger voor ontvangst met raam of binnenshuisantenne.

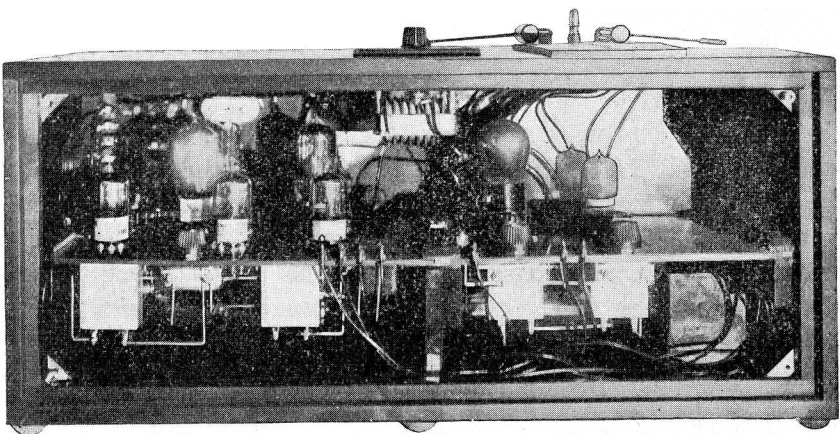


Fig. 148a. Achteraanzicht van het toestel van fig. 148.

Het is van belang dat de generator ruim voldoende energie kan ontwikkelen — opdat de koppeling steeds los genoeg kan blijven — dat de door den generator ontwikkelde energie zoo constant mogelijk is, d.w.z. zoo min mogelijk afhankelijk is van de golflengte — opdat de koppelingsgraad met den eersten detector zoo mogelijk eens voor altijd ingesteld kan worden.

Het schema van fig. 46, hoewel in andere opzichten voordeelen biedend, heeft de eigenschap, slechts tamelijk geringe energie te ontwikkelen, vooral doordat de gloeispanning niet maximaal kan zijn, in verband met de genereeroneiging. Zooals men weet is dat een karakteristieke eigenschap van dit schema, vermoedelijk in verband staand met z.g. tweede ruimteladingeffecten (aanwezigheid van ruimtelading tusschen de roosters), welke uit den aard der zaak afhankelijk zijn van de gloeispanning, en welke het vermogen begrenzen. Meer vermogen bereikt men met een speciale dubbel-roosterlamp van groot vermogen.

Overigens geldt dit bezwaar alleen op lange golf — op korte golf heeft men steeds ruim voldoende energie, wanneer slechts de koppelingsgraad met den eersten detector variabel is.

Wenscht men in elk geval meer energie, dan zou men een der andere generatorschakelingen volgens hoofdstuk V kunnen toepassen, met een triode, welke flink energie kan ontwikkelen, dus een triode met groote verzaadigingsemisatie van den gloeidraad.

Teneinde een constant vermogen te verkrijgen is het gewenscht in zooverre van fig. 43 af te wijken, dat de draaicapacitatoren zowel over anode- als over roosterspoel geschakeld worden, evenals bijv. in fig. 45 het geval is. (z.g. Hartley-schema). Het bezwaar is, dat de draaicapacitator handcapaciteit-effect vertoont. Dit kan verholpen worden, door den draaicapacitator achter in het toestel te monteeren, de as met een isoleerend stuk te verlengen en het geheel electrisch af te schermen met geaard koperblik.

Op deze wijze tewerkgaand, kan men den generator steeds zóó los koppelen, dat de afstemmingen van de kringen elkaar niet beïnvloeden en toch voldoende spanning op het detector-rooster verkregen wordt. De koppeling behoeft dan niet regelbaar te zijn. De sterkte van de trilling regelt men bijv. met een regelbaren weerstand in de anodeketen van den generator, bijv. een van maximaal ca. 50.000 ohm.

Het behoeft zeker geen betoog, dat de condensator van den generator minstens even goed moet zijn en voorzien van een even-groote overbrenging voor de fijnregeling als de secundaire condensator van den kortegolf-ontvanger. *Op korte golven komt het voor de bedrijfszekerheid zeer aan op voldoende grootte van de overbrenging.*

Om ook super-autodyne te kunnen ontvangen, moet de generator voorzien zijn van een inrichting om de lamp te kunnen dooven, zonder daarbij den gloeistroomweerstand te moeten verdraaien. Het eenvoudigste is wel, een schakelaartje in serie met den gloeistroomweerstand.

### **HET AFREGELLEN VAN DEN SUPER, VOOR TELEGRAFIEONTVANGST.**

Nadat alle toestellen geconstrueerd zijn, moeten nog de middelfrequentkringen ééns voor al geregeld worden, alvorens men kan beginnen te ontvangen.

Om te beginnen, moet de frequentie vastgesteld worden, die den middelfrequent-versterker het meest versterkt, d. w. z. waar deze versterker een voorkeur voor vertoont.

Hierna moeten de middelfrequentkringen op deze frequentie afgestemd worden.

Nadat dit allemaal geschied is, kan men telefonie ontvangen en ongedempte stations met wisselstroomtoon; niet zuiver ongedempte.

*Wanneer men in plaats van de middelfrequent-koppelkringen precies zoo'n transformator gebruikt als in den versterker, behoeft er niets afgeregeld te worden.*

Om te beginnen, kan men op de telefonie instellen alléén met den kortegolf-ontvanger, door een telefoon te steken in plaats van spoel Lx, dus gewoon in den plaatkring van den kortegolf-ontvanger. Men lette er op, dat een blokcondensator geschakeld is over de telefoon. Op dezelfde wijze als met iederen anderen gewonen ontvanger stelle men in op telefonie, eventueel op het nulpunt van de draaggolf, waarna men de terugkoppeling wegdraait, een *flink eind* buiten genereeren. Of de telefonie daardoor onhoorbaar wordt, kan geen kwaad. Door deze manipulaties is nu in elk geval de kortegolf-ontvanger precies op het telefonie-station afgestemd.

De telefoon wordt nu vervangen door de koppelspoel Lx of

inputfilter, en de middelfrequent-versterker in werking gesteld. Draait men nu aan den condensator van den kortegolf-generator, dan zal men twee punten vinden, waarbij de telefonie krachtig versterkt hoorbaar wordt. Daarbij mag men nooit interferentietonen te hooren krijgen. Eventueel kan men nog den kortegolf-ontvanger definitief bijregelen.

Worden bij het afstemmen wel „interferentie-tonen” hoorbaar, dan genereert òf de ontvanger, òf de middelfrequent-versterker. Dit kan men eenvoudig uitmaken door, om te beginnen, de terugkoppelspoel van den ontvanger een flink eind weg te draaien. Hoort men nu nog een „interferentie-toon”, die van hoogte verandert bij draaien aan den condensator van den kortegolf-generator, dan is het de middelfrequent-versterker, die genereert. Wat daartegen te doen is, is reeds eerder beschreven.

Is daarentegen de toonhoogte steeds constant, hoe men ook draait, dan is de oorzaak een storend ongedempt station.

Kortegolf-telefonie (onder 500 meter, liefst lager) kan men ook super-autodyne ontvangen door den kortegolf-generator buiten werking te stellen en alleen in te stellen met den draaicondensator van den nu wèl genereerenden kortegolf-ontvanger. Het kan daarbij voorkomen, dat men zwakke interferentie-tonen te hooren krijgt, ontstaande doordat men met den ca. 10 meter verstemden ontvanger toevallig op een ander station op iets verschillende golflengte afgestemd is. Of dit inderdaad het geval is, kan men constateeren door op super-heterodyne ontvangst over te gaan. De daarvoor benoedigde manipulaties zijn reeds eerder, op pag. 239 beschreven.

Wij kunnen niet sterk genoeg aanbevelen, zich eerst wat handigheid te verschaffen in de bediening van dit type ontvanger, alvorens over te gaan tot de instelling van den middelfrequent-generator.

Het instellen van den M-F generator gebeurt als volgt:

Om te beginnen stelt men super-heterodyne in op een telefoniestation of op een telegrafie-station met niet geheel afgevlakt toon. Men stelt daarbij in op het nulpunt, d.w.z. waar het station het sterkst is en waar telegrafie in den laagsten „klank” doorkomt. Op zéér korte golven kan men hiertoe ook wel super-autodyne

ontvangen. Onder 150 meter golflengte is dat zelfs wel het meest aan te bevelen. Men zoekt een vooral *constant* station uit.

Nu zet men den middelfrequent-generator in werking en stelt hiermee in op het nulpunt van den interferentie-toon. Deze stand van den condensator van den generator noteert men als „nulpunt”. Hierna zoekt men nog twee punten ter weerszijden van dit nulpunt op, waarbij de interferentie-toon een aangename hoogte heeft <sup>1)</sup>.

Voor telegrafie-ontvangst moet de middelfrequent-generator ingesteld worden op een van deze beide punten.

Wanneer de middelfrequent-generator niet voorzien is van een draaicondensator, vervangt men voor de instelling den vasten condensator tijdelijk door een draaicondensator. Na hiermee op de juiste toonhoogte afgestemd te hebben, haalt men zooveel windingen van het spoeltje van den M-F generator af, totdat op de gewenschte toonhoogte kan ingesteld worden, met den draaicondensator op dezelfde capaciteit ingesteld als de capaciteit van den te gebruiken vasten condensator bedraagt. Hierna kan de draaicondensator dus definitief door den vasten condensator vervangen worden, eventueel met het windingtal van het spoeltje nog wat bijregelende.

Hiermee is de eigenlijke afregeling van den telegrafie-super afgelopen.

Een laatste proef bestaat in het controleren, of de koppeling tusschen kortegolf-ontvanger en K-G generator niet te sterk is. Daartoe wordt de middelfrequent-generator in werking gesteld en een ongedempt telegrafie-station opgezocht, of er wordt ingesteld op de draaggolf van een telefonie-station. Draait men nu aan den condensator van den kortegolf-generator, dan gaat de hoogte van den interferentie-toon op en neer. Dit is normaal. Draait men aan den condensator van den kortegolf-ontvanger, dan mag alléén de sterkte veranderen, *niet de toonhoogte*.

Ontvangt men super-autodyne, dus met genereerenden ontvanger, dan veranderen bij draaien aan den condensator van den kortegolf-ontvanger gelijktijdig sterkte en toonhoogte, evenals bij een gewonen, autodynen ontvanger. Men stelle in op dien toon, waarbij

---

<sup>1)</sup> Tenslotte kan men nog twee punten noteeren, waarbij de interferentie-toon onhoorbaar hoog wordt.



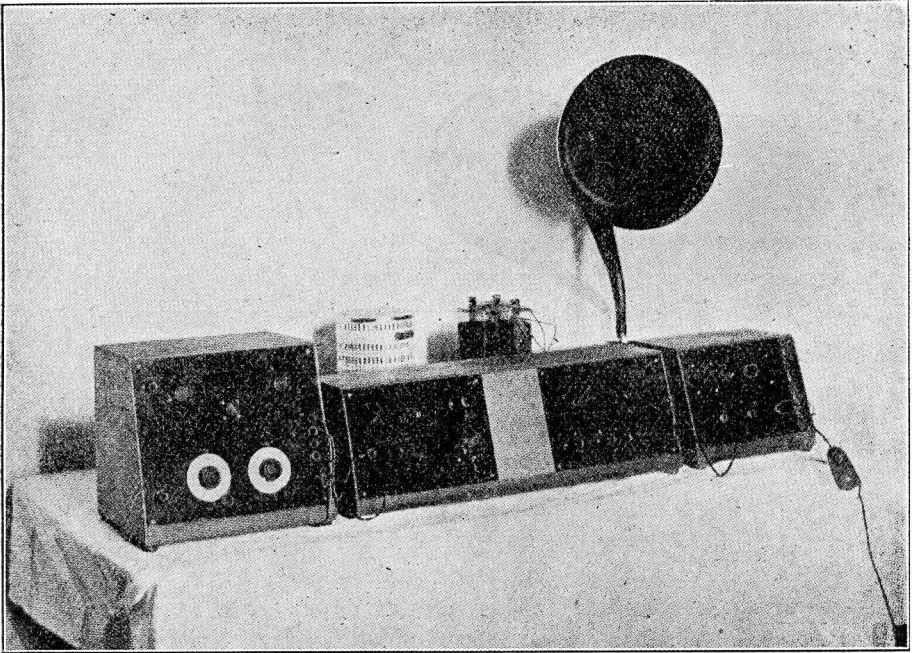


Fig. 149. Ontvangstoestel met frequent-transformatie (Superheterodyne) uitsluitend voor omroep-ontvangst; voor den heer van Marle gebouwd door den heer K. C. van Rijn. Duidelijk zijn te onderscheiden: ontvanger met generator, middelfrequentversterker en laagfrequentversterker.

de sterkte het grootst is. Nadat alles ingesteld is en men eenige ervaring heeft opgedaan, leze men nog eens aandachtig pag. 206 e.v. na. Het begrijpen van hetgeen daar meegedeeld is, is bepaald noodzakelijk, om goed met den super te kunnen omgaan.

#### **De Selectiviteit.**

Omdat bij super-heterodyne ontvangst, vooral op korte golven, bijna nooit van terugkoppeling gebruik wordt gemaakt, is het voor de storingvrijheid van het grootste belang, dat de demping van den secondairen kring een minimum is. De versterking is nml. ook zonder terugkoppeling al zóó groot, dat die extra instelling (van de terugkoppeling) voor ongeoeffenden niet opweegt tegen de daarmee bereikbare winst in geluidsterkte.

Die kwestie van de geringe demping van den secondairen kring

is werkelijk van veel grooter belang dan men wellicht zou vermoeden. Juist bij dergelijke groote versterkingen als met frequentie-transformatie mogelijk zijn, is de selectiviteit, naast de vervorming-vrijheid voor telefonie, wel de meest belangrijke factor, waaraan nog te verbeteren valt. Immers, alléén de sterkte van gedempte storingen bepaalt, of men een station al dan niet kan ontvangen; de sterkte kan welhaast willekeurig worden opgevoerd.

*En selectiviteit kan alléén verkregen worden door de demping van den secondairen kring van den kortegolf-ontvanger klein te maken, — niet door de demping van de middelfrequentkringen te verminderen, omdat telefonie daardoor vervormd zou worden.*

De selectiviteit van een goeden super-heterodynen ontvanger is in het algemeen grooter dan van welk ander ontvangsysteem ook — juist doordat men het in de hand heeft, het middelfrequentfilter zóó te dimensioneerden, dat uitsluitend de gewenschte frequentiestrook doorgelaten wordt zonder voorkeur voor een bepaalde frequentie (zie fig. 133). Met een cascadeschakeling van afgestemde kringen — zooals in een meervoudigen hoogfrequentversterker — lukt dat niet zoo volmaakt.

#### **Voorbeelden van Superheterodyne ontvangers.**

Bij wijze van voorbeeld zullen we hieronder een super-heterodyne ontvanger bespreken, welke we voor experimenteele doeleinden geconstrueerd hebben.

Met dit toestel kan men met een binnenshuisantenne, bestaande uit één draadje van 5 à 10 meter lengte, door het vertrek gespannen, de voornaamste Europeesche omroepstations met ruim voldoende luidsprekersterkte te hooren krijgen. De werking staat minstens gelijk met een „normaal” vierlampstoestel met normale buitenshuisantenne.

Het toestel in den hier gegeven vorm is uitsluitend geschikt voor telefonie-ontvangst. Door toevoeging van een middelfrequentgenerator kan men het geschikt maken voor telegrafie-ontvangst.

Het schema geven we in fig. 150, terwijl fig. 151 een afbeelding is van het complete toestel. Zooals men ziet, is het apparaat gesplitst in drie gedeelten, nml. eerste detector plus generator, de middelfrequentversterker en de laagfrequentversterker.

De laagfrequentversterker is *niet* in schema fig. 150 opgenomen, zooals men dadelijk opmerken zal. Het schema hiervan is geheel normaal.

De weerstanden in de anodeketens van generator, eersten detector en tweeden detector dienen om de anodespanning hiervan afzonderlijk regelbaar te houden, terwijl toch het heele apparaat op één anodespanning aangesloten kan worden.

De negatieve roosterspanning voor den middelfrequentversterker wordt verkregen met een viervolt droog batterijtje (op de foto duidelijk zichtbaar links achter) en een potentiometer over de accu geschakeld. Op deze wijze behoeft de roosterspanningbatterij nooit stroom te leveren !

Alle drie middelfrequenttrioden zijn op één gemeenschappelijken gloeistroomweerstand aangesloten, terwijl generator en eerste detector **afzonderlijke** gloeistroomweerstand hebben.

De dimensie's van de onderdeelen van het hier afgebeelde apparaat zijn hieronder opgegeven. Hierbij willen we er den nadruk op leggen, dat het zeer goed mogelijk is, met andere dimensie's wellicht nog betere resultaten te verkrijgen — afhankelijk van de onderdeelen welke men gebruikt.

De meeste middelfrequenttransformatoren uit den handel vertoonen niet een voldoende vlakke frequentiearakteristiek. Terwille van de selectiviteit en eenvoud van constructie is de resonantiepiek nogal scherp — telefonie zal daardoor eenigszins „hol” klinken, vooral hinderlijk bij spraak. Men kan dit gebrek eenigszins corrigeren met een z.g. „klankfilter”, dat het eenvoudigste kan bestaan uit een smoorspoel met weerstand in serie, tezamen parallel geschakeld over de primaire van den eersten laagfrequent-transformator.

Men kan er het beste een smoorspoel met eenige aftakkingen voor nemen, met een maximum zelfinductie van ca. 20 henry (bijv. de kern van een beltransformator met maximum ca. 4000 windingen). De weerstand moet eveneens regelbaar zijn, tot maximum ca. 10.000 ohm — en dient om de werking van de smoorspoel in de allerlaagste tonen wat te beperken. Men trachte het gewenschte effect in het algemeen steeds te bereiken met zooveel mogelijk weerstand en zoo min mogelijk zelfinductie. De toepassing van

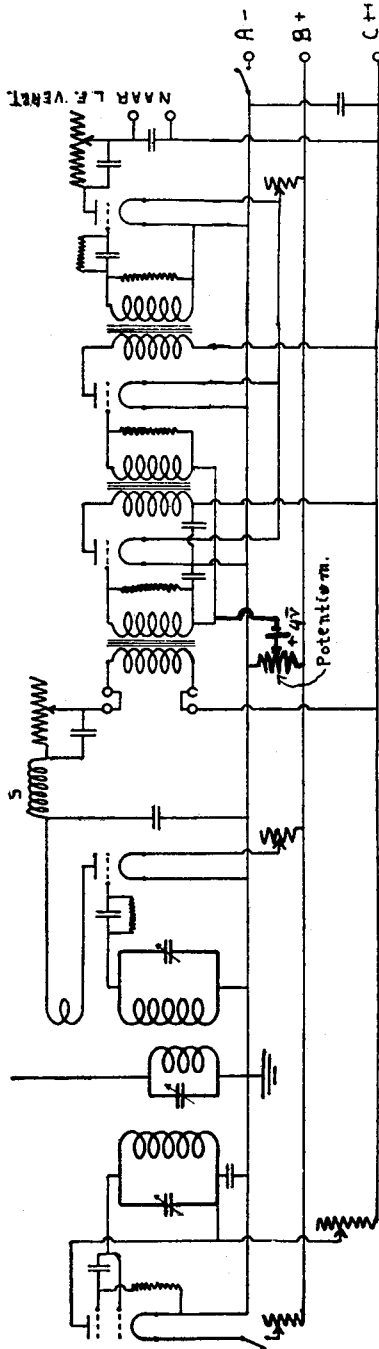


Fig. 150. Schakelschema Superheterodyne ontvanger (zonder laagfrequent-versterker).

Aan A min-accu.

Aan B plus-accu en min-anodespanning.

Aan C plus-anodespanning.

De negatieve roosterspanningbatterij (4 volt) is in het toestel gebouwd en is met de plus-pool verbonden aan den arm van den potentiometer.

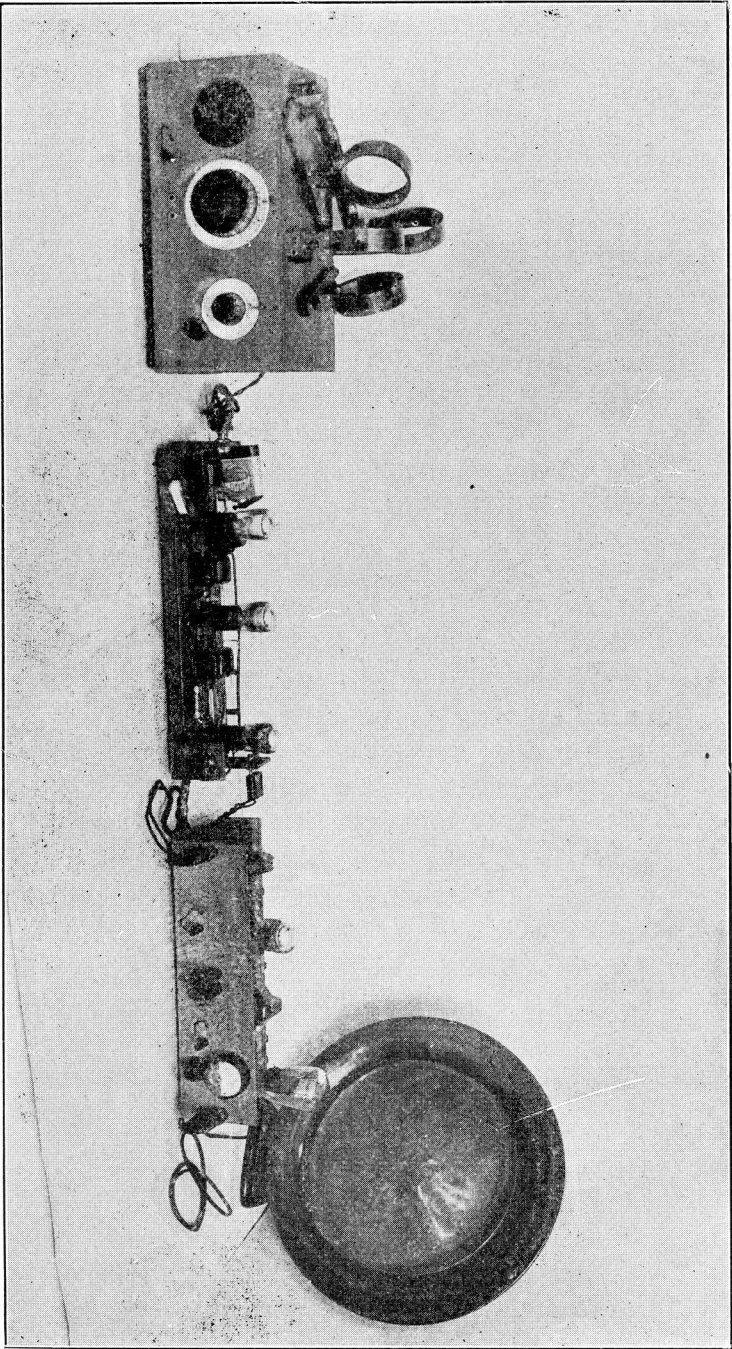


Fig. 151. Experimenteele Superheterodyne Ontvanger.

Links: Eerste detector en generator.

Midden: Middelfrequentversterker en tweede detector.

Rechts: Laagfrequentversterker en luidspreker.

dit filter geeft als extra voordeel, dat de karakteristiek van den eersten laagfrequenttransformator in de hooge frequentie's wat gaat oploopen, zoodat ook de zeer hooge tonen wat meer tot hun recht komen.

Het effect van dit filter kan onder de meeste omstandigheden waarbij spraak te „hol” klinkt, werkelijk verrassend goed zijn.

#### **Eerste Generator:**

Roostercondensator: 300 micromicrofarad.

Afstemcondensator: 1000 micromicrofarad.

Blokcondensator: 10.000 micromicrofarad.

Lekweerstand: 100.000 tot 500.000 ohm. Men gebruike hiervoor een *draadgewonden* „anodeweerstand” om „ruischen” te voorkomen.

Anodeweerstand: regelbaar van 10.000 tot 100.000 ohm. (Bradley of Royalty).

Gloeistroomweerstand: 30 ohm.

Tetrode: Philips A 441 (dubbelroosterlamp).

#### **Eerste Detector:**

Primaire condensator: 500 micromicrofarad.

Secondaire condensator: 250 micromicrofarad.

Roostercondensator: 150 micromicrofarad.

Lekweerstand: 1 megohm. Men gebruike hiervoor een *draadgewonden* weerstand om ruischen te voorkomen.

Anode-blokcondensator: 200 micromicrofarad.

Anodeweerstand: 10.000 tot 100.000 ohm regelbaar.

Condensator over anodeweerstand: 10.000 micromicrofarad.

Gloedraadweerstand: 30 ohm.

Triode: A 409.

#### **Middelfrequentversterker:**

Transformatoren: General Radio met ijzerkern.

Dempingsweerstand: 500.000 ohm maximum, de eerste regelbaar tot 50.000 ohm.

Roostercondensator 250 micromicrofarad.

Lekweerstand: 3 megohm, liefst draadgewonden.

Anodeweerstand detector: regelbaar van 5000 tot 50.000 ohm.

Condensator over anodeweerstand: 0,5 microfarad.

Blokcondensator: 2000 micromicrofarad.  
 Condensator over batterijen: 2 à 5 microfarad.  
 Potentiometer: 200 ohm.  
 Gloeidraadweerstand: 10 ohm.  
 Trioden: A 409.

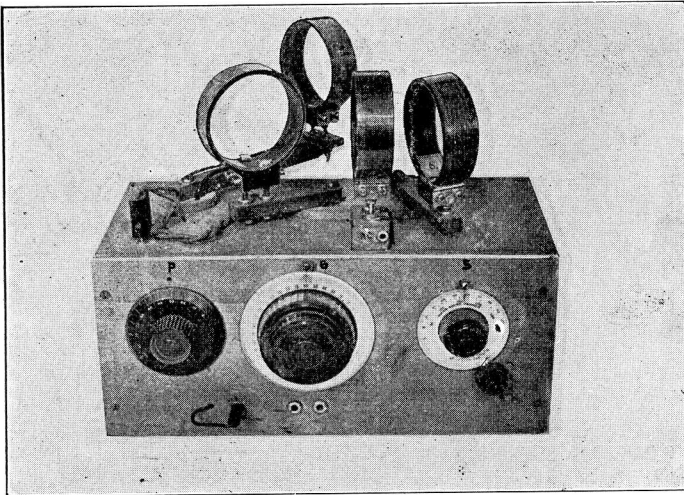


Fig. 152. Generator-detector. Vooraanzicht.

Links: primaire draaicondensator met daarboven serie-parallelschakelaar (dubbelpolige steker).  
 Midden: generator-draaicondensator met Accuratune fijnregelknop.  
 Links beneden: eenpolige steker, dienende om den gloeistroom van den generator te kunnen uitschakelen.  
 Rechts: ontvanger-draaicondensator met fijnregeling 1 : 6.  
 De spoelen zijn: vooraan van links naar rechts; primaire, secondaire en terugkoppelspoel. Achter, zichtbaar tusschen primaire en secondaire, is de generator-spoel.

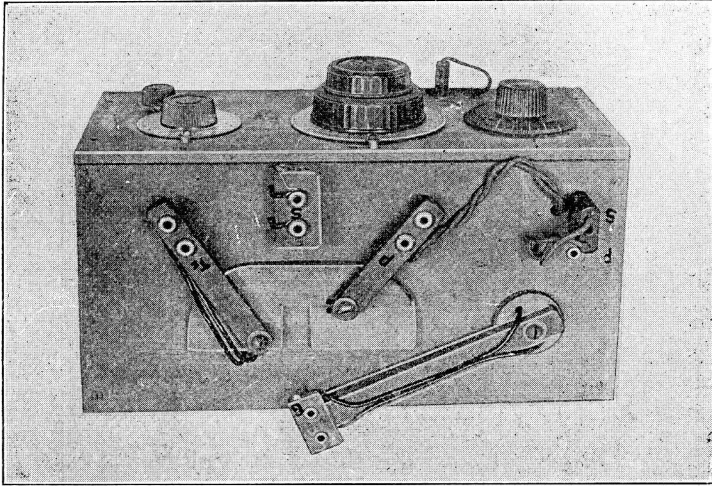


Fig. 153. Generator-detector. Bovenaanzicht.

Vooraan zijn de houders voor primaire, secondaire en terugkoppelspoel. De houder voor de generator-spoel is achterwaarts draaibaar. Links vooraan is zichtbaar de dubbelsteker voor serie- of parallelschakeling van den primairen condensator. Voor omroepontvangst is de terugkoppeling meestal geheel overbodig. De antennekoppeling kan meestal ook wel vast ingesteld worden onder ongeveer  $30^\circ$ . Alleen de generatorkoppeling behoeft variabel te zijn. Bij ontvangst van zeer korte golven moet de generatorspoel zoover mogelijk weggedraaid worden.

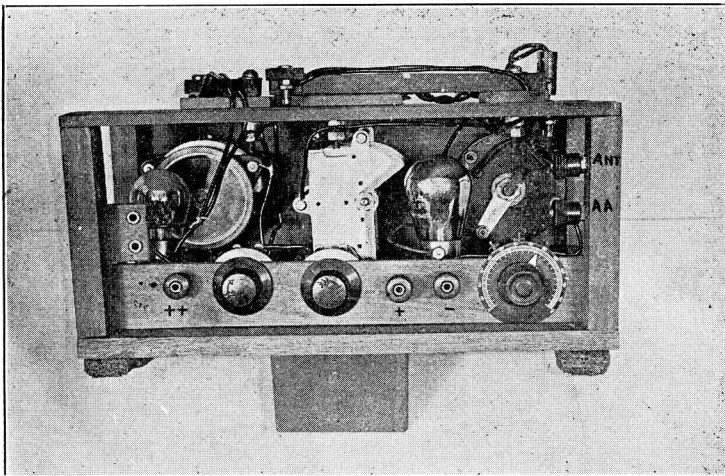


Fig. 154. Generator-detector. Achteraanzicht.



Bij fig. 154:

Beneden zijn zichtbaar de gloeistroomweerstand en batterijaansluitklemmen. Rechts boven de aansluitingen voor antenne en aarde. Duidelijk zichtbaar zijn de strooken rubberspons (1 cm. dik), waarop het toestel gemonteerd is.

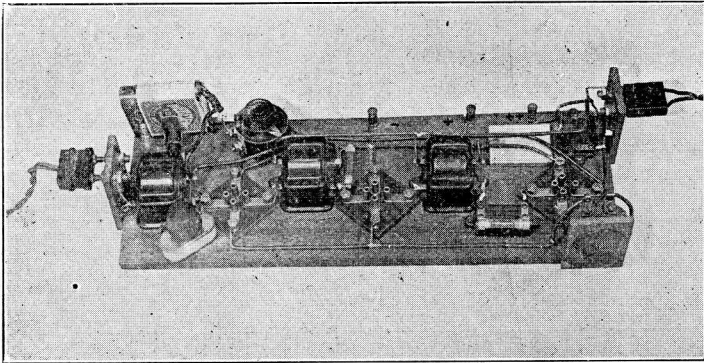


Fig. 155. Middelfrequentversterker met tweeden detector.

Men lette op de korte verbindingen van transformatoren naar roosters. Links achter: negatieve roosterspanningbatterij en potentiometer. Duidelijk zichtbaar is de dempingsweerstand over de secundaire van den tweeden transformator.

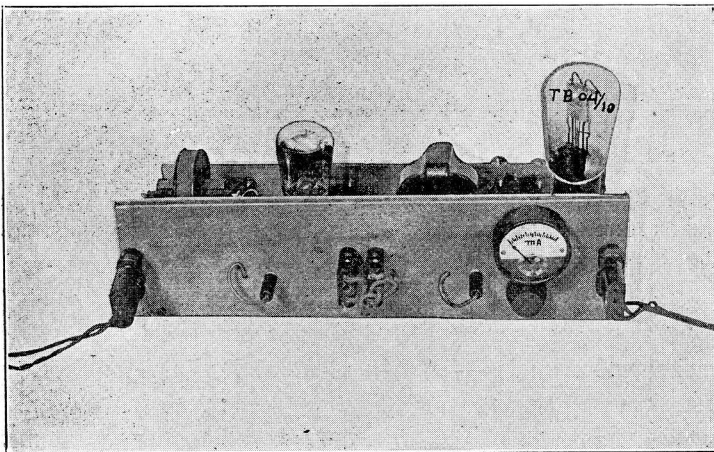


Fig. 156. Laagfrequentversterker. Vooraanzicht.

Duidelijk zichtbaar zijn de beide enkelpolige stekers, waarmee de gloeidraden uitgeschakeld worden. De beide dubbelpolige stekers met kort verbindingssnoer in het midden, dienen om de output van de eerste trap te ver-

binden met de input van de tweede. De beide trappen kunnen dus geheel gescheiden gebruikt worden. Rechts is zichtbaar de milliampèremeter in de anodeketen van de eindlamp, welke dient om den anodestroom hiervan op de juiste waarde in te stellen en om overbelasting door te groote signaalsterkte te kunnen constateeren. Zoodra de triode overbelast wordt, schommelt de naald van den meter.

Vlak hieronder is zichtbaar de knop van een Bradleyohm 50 (weerstand regelbaar van 50.000 tot 500.000 ohm) welke over de secondaire van den laatsten transformator geschakeld is en als sterkteregeling dient. De sterkte van telefonie kan hiermee binnen zeer wijde grenzen geregeld worden.

Als eerste triode dient A 409, B 406 of B 403 en als eindtriode TB 04/10 (amateur-zendtriode) met 300 à 400 volt anodespanning en ca. 35 mA anodestroom.

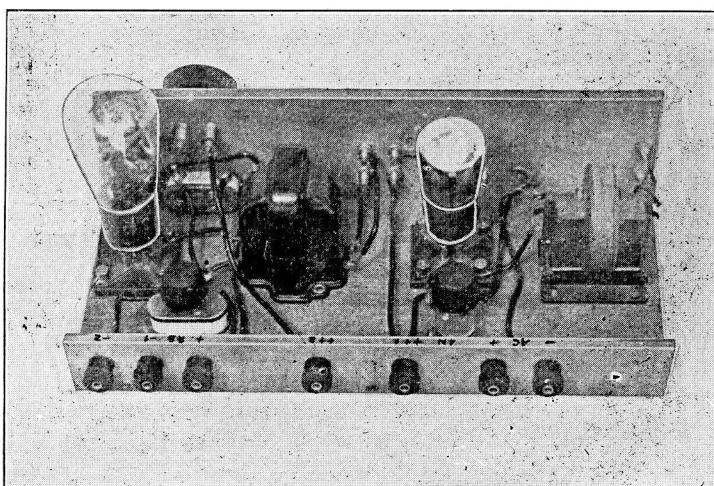


Fig. 157. Laagfrequentversterker. Achteraanzicht.

Vooraan zijn zichtbaar de aansluitklemmen voor gloeispanning, anodespanning en negatieve roosterspanning, welke voor beide trappen afzonderlijk instelbaar zijn.

### De General Radio Superheterodyne.

Verscheidene firma's — Baltic, General Radio, Van Seters, e.a. — verstrekken op verzoek volledige gegevens voor het bouwen van een super-heterodyne of daarmee overeenkomend apparaat met de door hen in den handel gebrachte onderdeelen. Door tusschenkomst van den importeur zijn we in staat gesteld, enkele afbeeldingen met schema op te nemen van de General Radio „superhet”.

Het toestel is voorzien van één trap laagfrequentversterking.

De derde middelfrequenttransformator is tevens filter-transformator — zonder ijzerkern.

Fig. 158 is een afbeelding van het complete toestel, terwijl fig. 159 het achteraanzicht geeft. Men lette op de elektrische afscherming van de draaicondensatoren met geaard bladkoper. Handcapaciteit-effect wordt daardoor voorkomen.

De aansluitingen zijn als volgt: van links naar rechts:

Aan A antenne.

Aan G aarde (ground).

Aan plus A plus accu.

Aan min-A min accu.

Aan min-B, doorverbonden met plus-A, min anodespanning.

Aan de volgende klemmen gemerkt B de verschillende aftakkingen voor anodespanning; de getallen slaan op de voltages (berekend op Amerikaansche trioden UV-199 of C-299. Overeenkomstige trioden levert Philips Radio).

Aan plus-C plus-roosterspanning.

Aan min-C min-roosterspanning.

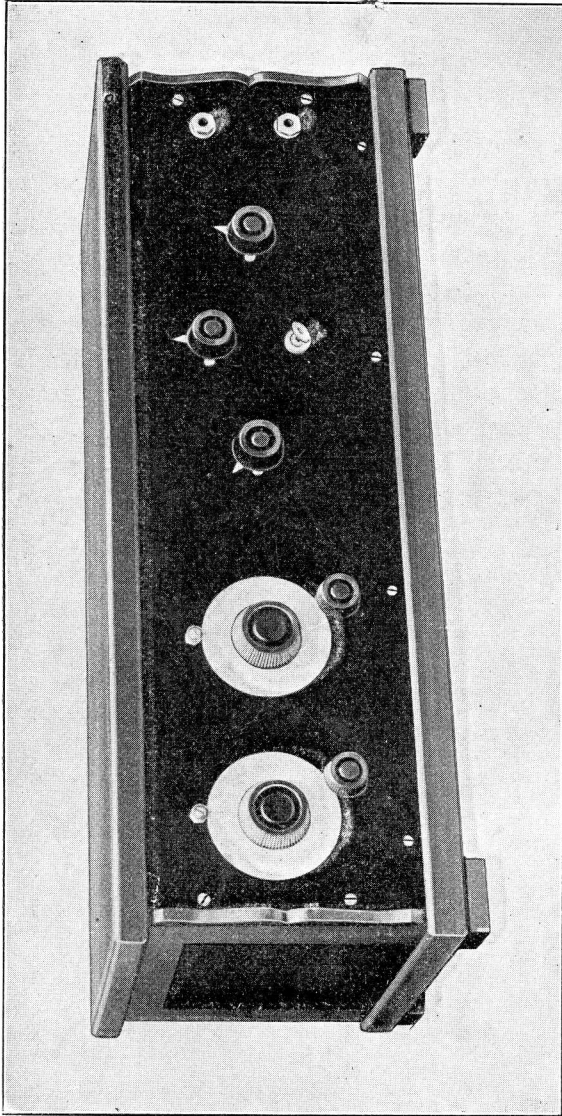


Fig. 158. Vooraanzicht G-R-superheterodyne. De knoppen zijn voor KG-generator en ontvanger.

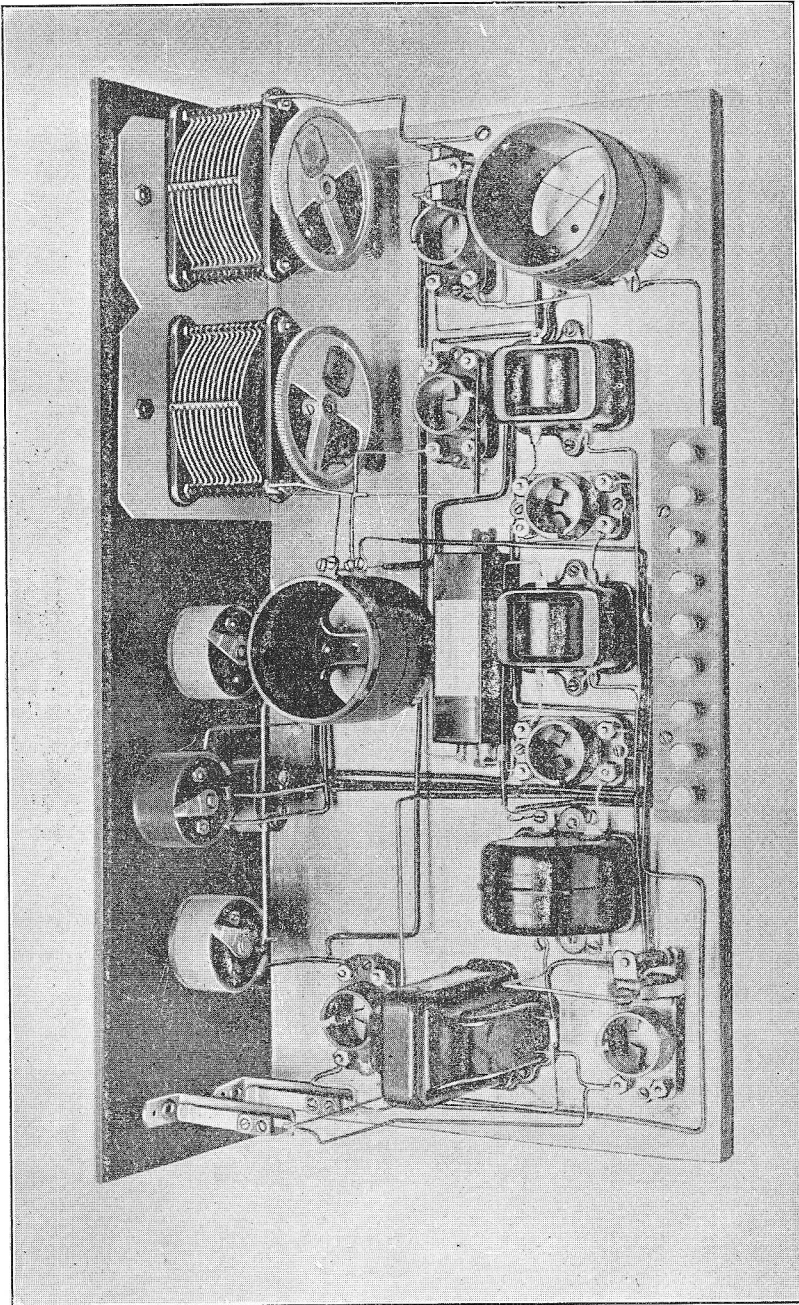


Fig. 159. Achteraanzicht G-R-superheterodyne.



## SUPER-REGENERATIEVE ONTVANGST.

### Het Armstrong-systeem.

Volgens het super-regeneratieve principe van Armstrong is met een betrekkelijk klein aantal lampen een fenomenale versterking mogelijk, speciaal van telefonie. De reden, dat dit ontvangstelsysteem niettemin geen grooten ingang gevonden heeft, is deze, dat er vele bezwaren aan kleven, die het voor de praktijk vrijwel waardeloos maken. Voor maximale versterking moet een doorlopende hooge pieptoon hoorbaar blijven, die op den duur verdoovend werkt. Verder is het systeem onbruikbaar voor lange golven. Volgens Armstrong neemt de werking af, omgekeerd evenredig met de golf-lengte. Praktisch is gebleken, dat op golven, langer dan ca. 500 meter, de versterking niet meer opweegt tegen de bezwaren van het systeem. Voor korte golven zou de versterking dus wel zeer groot zijn.

In Nederland is het voornamelijk de heer J. Corver geweest, die er het eerst geruimen tijd mee heeft geëxperimenteerd en die er inderdaad zelfs mee heeft kunnen demonstreeren. De beschrijving van de daarbij gebruikte inrichting vindt men in Radio-Nieuws, Augustus 1923. Het daarbij toegepaste schema geven we nog eens

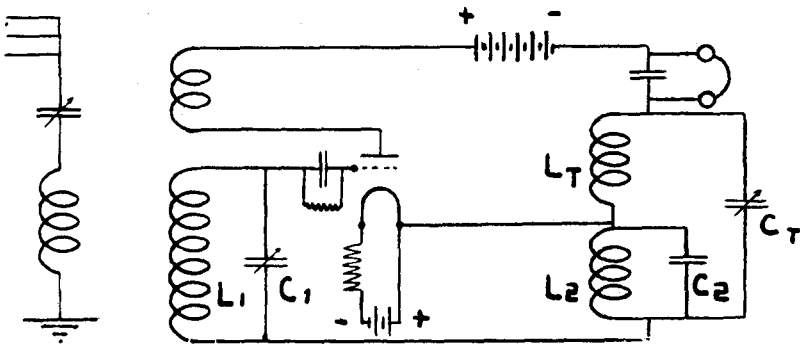


Fig. 161.

als fig. 161, aan de hand waarvan we het Armstrong-systeem zullen toelichten.

Wellicht is het niet overbodig, er hier den nadruk op te leggen, dat het superregeneratieve systeem nog vol geheimzinnigheden is. Een alleszins bevredigende verklaring is nog niet gevonden.

Met een gewoon ontvangtoestel is de versterking van telefonie het grootst op den rand van genereeren. Hoe sterker men terugkoppelt, des te grooter is de versterking, maar heelemaal genereeren mag het toestel niet, omdat dan de opgevangen trillingen door de terugkoppeling aan den gang gehouden worden, zoodat alles in elkaar loopt en de telefonie erg vervormd wordt.

De *bedoeling* van de Armstrong-schakeling is nu, de door terugkoppeling aan den gang gehouden trillingen in een betrekkelijk lage frequentie telkens af te breken, waardoor de mogelijkheid bestaat, telefonie met sterke terugkoppeling — dus met zeer groote versterking — en toch onvervormd te ontvangen.

Wij cursiveerden: *bedoeling*, want inderdaad komt het bij de Armstrong-schakelingen zelden of nooit tot een volledig afbreken, maar wordt de sterkte van het hoogfrequente genereeren slechts periodiek *gevarieerd*. Bij de Armstrong-schema's wordt die variatie verkregen, door de detectorlamp niet alleen hoogfrequent te laten genereeren in de frequentie van den kring  $L_1-C_1$ , maar tegelijk laagfrequent in de frequentie van den kring  $L_2-C_2$ . Men kan dan telefonie ontvangen, werkelijk enorm versterkt.

De bezwaren, met dit en dergelijke schema's ondervonden, zijn:

1e. Dat de sterkten van hoogfrequent- en laagfrequent-geneereen elkaar beïnvloeden en dat op een gunstigste verhouding daartusschen moet ingesteld worden. Geneereert de lamp laagfrequent, dan gaat het hoogfrequente genereeren soms zeer moeilijk.

2e. Dat de doorgaande laagfrequente piepton verdoovend werkt en een werkelijk effectief filter lang niet eenvoudig te maken is. Voor een goede versterkerwerking moet de lamp beslist laagfrequent genereeren. Maakt men den toon onhoorbaar hoog, dan wordt de ontvangst meestal onhoorbaar zwak.

3e. Het schema werkt in het geheel niet op lange golf. Boven



circa 800 meter golflengte is de ontvangst praktisch ondoenlijk gebleken.

4e. Men moet liefst een zendlamp, in elk geval een lamp met vrij groot plaatstroomvermogen, gebruiken. Gewone ontvanglampen zijn haast onbruikbaar. Zoo'n groote *genereerende* lamp veroorzaakt natuurlijk zeer sterke storing, kilometers ver.

5e. In schema fig. 161 zijn plaatbatterij en gloeistroombatterij van elkaar gescheiden. Men kan dus niet dezelfde batterijen gebruiken als voor den versterker.

6e. De instelling is moeilijk en de werking in één woord zeer grillig. Nu eens gaat het zelfs goed, dan weer om onverklaarbare redenen niet of zeer slecht.

Dit zijn allemaal heel ernstige bezwaren en het gevolg van een en ander is dan ook geweest, dat bijna niemand dergelijke schema's is gaan toepassen. Amerikaansche tijdschriften hebben indertijd groote prijzen uitgelooft voor een zoodanige verbetering van het systeem, dat het praktisch bruikbaar zou worden, echter tevergeefs.

Ons inziens spruit de grillige werking van het Armstrong-systeem voort uit het feit, dat de onderdrukking van het hoogfrequente genereren niet voldoende zeker geschiedt, door het laagfrequente genereren.

Door Flewelling is en schema bedacht, waarbij de onderdrukking van het hoogfrequente genereren geschieden moet door de lamp te laten „gillen”, d.i. periodiek dichtslaan door gebruik van te sterke terugkoppeling en te hooge waarde voor den lekweerstand. Er zijn nog vele andere schema's bedacht in dezen geest. Geen van alle werken bevredigend. Het gaat met de meeste heel mooi op papier, maar in de praktijk zeer slecht.

Armstrong zelf gebruikte o. a. een schema, waarbij de laagfrequente trilling opgewekt werd door een afzonderlijke krachtige triode, welke met den rooster- of anodeketen van de detector-triode gekoppeld is. Hiermede laat zich wel betere werking verwachten.

Wenscht men op dit gebied te experimenteren, dan bevelen we voor deze generator-triode een kleine zendlamp aan van 5 à 10 watt vermogen.

Terwille van de stabiliteit schijnt het van belang te zijn — onze eigen experimenten wezen o.a. daarop — dat het genereeren van de laagfrequente trilling niet beïnvloed wordt door de detectortriode, m. a. w. er mag *geen terugwerking* plaats vinden. Vandaar dat zoo'n krachtige generatortriode noodig is.

### Een andere Schakeling.

In October 1924 bedachten we een andere schakeling, waarmee practisch een groote versterking mogelijk is gebleken naast *een stabiele werking*. Vooropgesteld zij, dat ook met dit schema nog lang niet alle wenschen vervuld zijn.

De betere werking van dit systeem is vermoedelijk te danken aan het feit, dat hiermee de verbreking van het hoogfrequente genereeren op volkomen zekere wijze geschiedt en dat de momenten, gedurende welke de detectorlamp hoogfrequent kan genereeren, kort zijn, vergeleken met de momenten gedurende welke het genereeren onmogelijk gemaakt is.

Het automatisch afbreken en weer toelaten van het genereeren zou men kunnen bereiken door den plaatstroom periodiek te verbreken. Een mechanisch apparaat, dat in staat is, die manipulatie 15.000 of meermalen per seconde te verrichten, zou zeer moeilijk of in het geheel niet te construeeren zijn.

Na deze uiteenzetting ligt onze oplossing wel voor de hand: *de plaatkring van de detectorlamp wordt uitsluitend met wisselstroom gevoed en wel van de bekende lage frequentie, opgewekt door een andere genereerende lamp.*

De detector genereert alleen dan, wanneer de door de eerste lamp opgewekte wisselende plaatspanning positief is. Gedurende de andere helft van de laagfrequente periode is de plaatspanning van de detectorlamp negatief en is er dus geen plaatstroom en is genereeren vanzelf onmogelijk. *De detectorlamp krijgt dus in het geheel geen gelijkstroom voor de plaatketen toegevoerd.* <sup>1)</sup> Dat laatste is het verschil met de bekende Armstrong-schema's. Aan het kortegolf-ontvangtoestel wordt dus, *in plaats* van de hoogspanning-

<sup>1)</sup> Althans geen zoo hooge plaatgelijkspanning, dat daarmee genereeren kan optreden.

batterij, de plaatspoel van een ongedempten generator aangesloten, afgestemd op de bekende lage frequentie.

Zoo'n toestel moet beslist ook hoogfrequent kunnen genereeren, zonder eenig bezwaar. In alle met wisselstroom gevoede zenders gebeurt toch eigenlijk precies hetzelfde; daarbij genereert de lamp toch ook hoogfrequent, terwijl de plaatkring gevoed wordt met laagfrequenten wisselstroom van 50 of 500 perioden. Slechts is die frequentie hier ca. 20.000 perioden per seconde.

### Iets over de Theorie.

Het is niet dan met een zekeren schroom, dat we ertoe overgaan, over dit punt te discussieeren — immers, omtrent het super-regeneratieve verschijnsel is nog maar heel weinig met eenige zekerheid bekend. De daarbij zich afspelende processen zijn buitengewoon ingewikkeld en haast niet voor berekening vatbaar.

Onderstaande verklaring dient dan ook opgevat te worden als een zeer populaire uiteenzetting van hetgeen men op dit gebied meent te weten gekomen te zijn, — door middel van berekeningen en oscilogrammen.

Zoals men reeds opgemerkt zal hebben, is de werking van dit systeem eenigszins verschillend van de bekende Armstrong-schema's. De *theorie* van Armstrong kan hier echter wel gedeeltelijk op toegepast worden.

Volgens die theorie wordt van het genereerende stelsel de positieve weerstand, òf de negatieve weerstand,<sup>1)</sup> of wel beide, ten opzichte

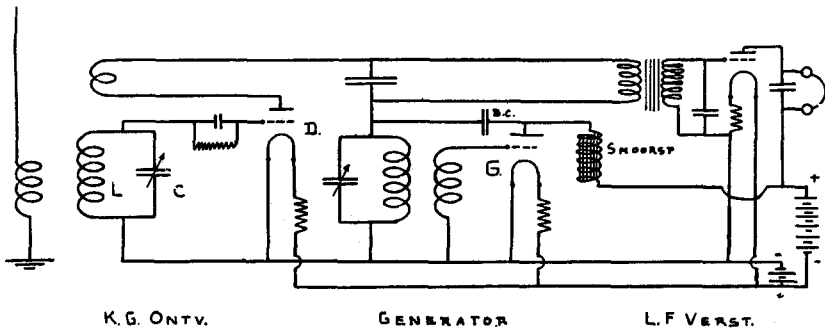


Fig. 162.

<sup>1)</sup> Hieronder verstaan we wiskunstig den invloed van de terugkoppeling op de dempingsreductie.

van elkaar *gevarieerd* en voor de goede werking komt het natuurlijk zeer aan op de grootte van die variaties. De eene lamp *beïnvloedt* daar de andere in meer of minder sterke mate.

Volgens het nieuwe systeem genereert de detectorlamp alléén gedurende de momenten, dat de wisselpotential ter plaatse van de plaat positief is. In de rest van de laagfrequente periode *houdt het genereren geheel op*. Het gaat hier dus niet om een variatie, maar om een *volledige onderdrukking*, die volkomen *zeker* geschiedt, doordat de detectorlamp met negatieve plaatsspanning eenvoudig geen plaatstroom neemt. Er bestaat hier dus een volkomen *afhankelijkheid* van het genereren van de detectorlamp van het genereren van de generatorlamp.

Dat men nu toch telefonie kan ontvangen, hoewel de detectorlamp telkens even genereert, zou men als volgt kunnen verklaren, aan de hand van fig. 163.

Gedurende de momenten dat de ontvanger in genereersterkte toeneemt, is de totaal-weerstand van het systeem negatief.<sup>1)</sup> Gedurende de momenten, dat de ontvanger niet genereert, is de weerstand positief. Nu is dus de weerstand snel achtereenvolgend positief en negatief, en of nu het *gemiddelde* positief of negatief zal zijn, hangt eenvoudig af van de sterkte van het genereren *en van de tijden van het positief en negatief zijn*.

Gedurende de momenten dat de weerstand negatief is, slingeren de trillingen in den kring L-C (fig. 162) tot groote sterkte op,

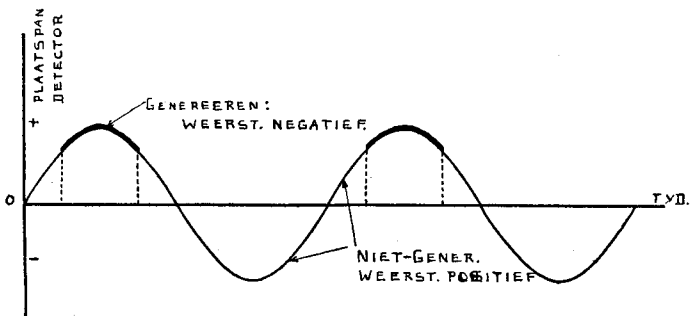


Fig. 163.

<sup>1)</sup> Zoodra de evenwichtstoestand bereikt is, d.w.z. dat de ontvanger met constante sterkte genereert, is de totaalweerstand juist nul -- bij afwezigheid van een signaal.

nml. zoover, totdat de lamp „vol” is — *bij een groote lamp met ruime karakteristiek en sterke terugkoppeling dus ook tot grootere sterkte dan bij een kleine.*

Gedurende de momenten, dat de weerstand positief is, krijgen de trillingen gelegenheid, weer uit te dooven.

Voor telefonie-ontvangst is het noodig, zóó terug te koppelen, dat het stelsel wél hoogfrequent zou willen genereeren, maar zoo zwak of gedurende zoo korte momenten, dat de gemiddelde weerstand nog positief is. Men krijgt dan geen draaggolf te hooren.

Voor telegrafie-ontvangst moet men zoo sterk terugkoppelen, dat de gemiddelde weerstand negatief is. Waarom men ook dan nog veel meer versterking krijgt dan met een genereerende detectorlamp, is nog niet recht duidelijk. Een feit is het blijkens het experiment.

Nu is het zeer moeilijk, alleen door regeling van de terugkoppeling een lamp „zwak” te laten genereeren. Hieraan moeten dan ook o. i. de moeilijkheden met het Armstrong-systeem geweten worden.

Het eigenaardige van het nieuwe systeem is, dat de detectorlamp slechts gedurende een zeer klein deel van de geheele laagfrequente periode genereert, — dus slechts gedurende zeer korte momenten, vergeleken met den totalen tijdsduur van een periode. Het gemiddelde is dus klein, niet doordat de waarde van den negatieve weerstand zoo klein is, maar de tijden, waarin de negatieve weerstand een rol speelt, zoo klein zijn ! Daarbij komt, dat de tijden, dat de weerstand positief is, vanzelf veel grooter zijn. De trillingen hebben daardoor dus beter gelegenheid, volledig uit te dooven. Een en ander maakt, dat de werking veel soepeler wordt.

De geheele werking zou men eenigszins kunnen vergelijken met die van een bioscoop. Trok men daarbij de film zonder meer door het projectie-apparaat, dan zouden alle beelden in elkaar vloeien. Juist het periodieke verbreken van de projectie door den vlinder in een zoo hooge frequentie, dat het oog het bijna niet merkt, maakt, dat de beelden niet in elkaar vloeien en dat de film tóch beweegt!

Ten slotte volgt uit bovenstaande theorie, dat alle signalen, zoowel sterke als zwakke, tot eenzelfde hoogte versterkt worden en wel zooveel als de krommingen in de karakteristiek van de detectorlamp toelaten. Dit klopt eenigszins, doch lang niet geheel met de praktijk. Sterke signalen worden inderdaad versterkt tot een

bepaalde maximale sterkte en ook zwakke signalen worden haast tot dezelfde sterkte opgevoerd, echter niet geheel.

We dienen hierbij nog op te merken, dat bovenstaande verklaring niet geheel juist is, althans in zoover dat het ook met de Armstrong-systemen mogelijk is, slechts gedurende een *kort* deel van de laagfrequente periode den detector te laten oscilleeren, — nml. door een sterke laagfrequente hulptrilling en een hooge waarde voor den detector-lekweerstand toe te passen.

#### Bij de Foto's.

In fig. 164 ziet men links de spoelen, den draaicondensator en de lamp van den laagfrequenten wisselstroom-generator. Wij gebruikten een Philips E-lamp met ca. 150 volt anodespanning. De plaatspoel is afgestemd, zooals fig. 162 laat zien. Het was een zelfgemaakte honingraatspoel 1000, ongeveer overeenkomende met spoel 1250 of 1500 uit den handel. De terugkoppeling wordt gevormd door spoel 750 of 600 er direct tegenaan. Een variabele terugkoppeling kan van voordeel zijn, maar is niet direct noodzakelijk. Het is wèl van groot belang, de frequentie te kunnen regelen met een grooten draai-condensator, parallel op de plaatspoel. Deze condensator mag echter ook niet te groot zijn, omdat anders de door den generator opgewekte wisselspanning onvoldoende is. Wij gebruikten een Telefunken type CV 53;

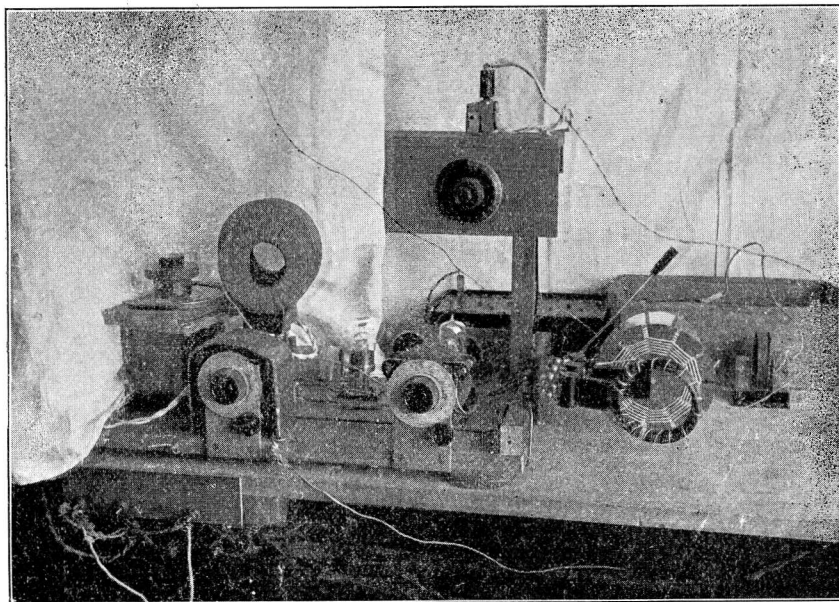


Fig. 164. Eerste proeven met super-regeneratieve ontvangst volgens schema fig. 162. De laagfrequentversterker is niet op de foto zichtbaar.

minimum-capaciteit 80 micromicrofarad; maximum-capaciteit ca. 2900 micromicrofarad, schaal van  $0^\circ$  tot  $180^\circ$ . De toon was net onhoorbaar bij  $30^\circ$  (500 micromicrofarad) en bij normaal gebruik werd de geheele condensator ingeschakeld. Dit genereer-schema heeft parallelvoeding door een ijzerkern-smoorspoel, gevormd door de secondaires van twee laagfrequent-transformatoren in serie. Eén transformator was wel voldoende, maar doordat het ijzer daarvan mechanisch in trilling kwam, werd aanvankelijk een hinderlijke pieptoon hoorbaar.

De kortegolf-ontvanger is heel normaal; alleen is er wel voor gezorgd, dat alle verbindingen zeer kort zijn. Als detector gebruikten wij een gewone D II (hoogvacuum enkelrooster). Steeds werd een trap laagfrequentversterking gebruikt met een blok-condensator (1500 à 3000 micromicrofarad) parallel op de secundaire van den laagfrequent-transformator. Daardoor werd de pieptoon zoodanig verzwakt, dat hij niet hinderlijk meer was. Natuurlijk werden hierdoor de hooge tonen van telefonie zeer verzwakt — het is dan ook een lapmiddel, bij gebrek aan een speciaal filter. Wij gebruikten een PYE laagfrequent-transformator (2nd stage) met parallel 1500 micromicrofarad en een RE 26 dubbelroosterlamp met negatieve rooster-spanning. *Een rooster-condensator met lekweerstand mag in den laagfrequent-versterker niet gebruikt worden, omdat de lamp dan dicht zou slaan door den doorgaanden generator-wisselstroom.*

Het opmerkelijke is, dat onmiddellijk goede resultaten verkregen werden met gewone onderdeelen en gewone ontvanglampen. Met dubbelroosterlampen als detector en generator gaat het slecht.

*Voor goede werking is het van groot belang, dat de generator voldoende energie kan leveren.*

Wanneer de detector moeilijk genereert, is dat gewoonlijk een teeken, dat de generator te zwak is. Men gebruike dan meer anodespanning hiervoor en voor de plaatspoel een grootere spoel en kleineren condensator en regele bijv. de terugkoppeling van den generator.

Foto fig. 165 toont een toestel volgens dit principe door den heer J. Corver vervaardigd, overeenkomstig schema fig. 166 (dat precies hetzelfde is als fig. 162). De proef is genomen met een bestaanden primairen ontvanger en éénlamps-versterkertje (op de foto rechts), waarmee verbonden — in plaats van de hoogspanningbatterij — de langegolf-generator, op de foto links. „Twee meter koperdraad aan een boekenkastgordijnroe als antenne bracht vrijwel oogenblikkelijk Brussel uit den luidspreker” — schrijft de heer Corver (Radio Nieuws, Nov. 1924).

*Wanneer in het ontvangtoestel de blok-condensator over de batterijen is geschakeld, of wanneer een aparte condensator over de batterijen is geschakeld (zie fig. 5 e.v.) moet deze condensator eerst verwijderd worden, omdat die anders parallel zou komen te staan op den draaicondensator van den laagfrequenten generator.* Een condensator over de primaire van den laagfrequent-transformator is noodzakelijk om den laagfrequenten wisselstroom door te laten.





### Hoe men ermee werkt.

Met een toestel volgens dit schema werkt men als volgt:

Draai alle lampen aan, vooral niet te laag, en sluit de hoogspanning van den generator aan, minstens 100 volt. *In dit schema kunnen alle lampen, generator en laagfrequent-versterkers, op dezelfde batterijen aangesloten worden.* Het is dan echter van belang, de hoogspanningbatterij te shunten met een zeer grooten condensator, — minstens 4 microfarad —, omdat anders de laagfrequente pieptoon te sterk doorkomt. Ook moeten de batterijen weinig inwendigen weerstand hebben; ze mogen dus niet te oud zijn.

Stel den condensator van den generator zóó, dat een hooge pieptoon hoorbaar wordt. Men stelle, om te beginnen, den toon vrij laag in, echter niet zóó laag, dat het erg hinderlijk is. Hoe lager de toon, des te sterker is de ontvangst. Probeer, of de detector gemakkelijk genereert. Gaat het genereren veel moeilijker dan met gelijkstroomvoeding, dan is dat een teken, dat de door den generator opgewekte plaatspanning onvoldoende is (zie boven).

Men gebruike voorloopig liever niet de buitenshuis-antenne, maar spanne, om te beginnen, één draadje van ca. 10 meter (of zelfs van 5) door de kamer. Begin met primaire ontvangst en probeer of het toestel hoogfrequent wil genereren op de golflengte, bijv. van een kortegolf telefonie-station. Gaat dat niet, dan passe men inductieve antenne-koppeling toe met onafgestemden antennekring. *Bij inductieve ontvangst mag de terugkoppelspoel vooral niet grooter zijn dan de secundaire spoel*, omdat men anders kans heeft op allerhande krijtschtonen. Het super-schema genereert *iets*, maar niet noemenswaard veel moeilijker dan een gewoon toestel. Het genereren merkt men aan een eigenaardig zacht ruischen, nogal luid bij condensatorstand nabij minimum. Het ruischen is afkomstig van luchtstoringen en gedeeltelijk uit het toestel. Ook hoort men zwakke interferentietoontjes bij draaien aan den kortegolf-condensator; en bij draaien aan den generator-condensator hoort men een snelle opeenvolging van die toontjes, — vooral als de generator-frequentie wat hoog is en men op een te lange golf tracht te ontvangen. De mogelijkheid van het optreden van die tonen, zij het weliswaar zwakke, is natuurlijk een bezwaar van dit en dergelijke schema's. Misschien valt er nog wel een middel tegen te bedenken (bijv. een kortegolfsmoorspoel in de voedingleiding van generator naar ontvanger).

Het merkwaardige is, dat men sterke telefonie bijna altijd sterker ontvangt dan de draaggolf. Men kan daarom gewoonlijk beter direct op de telefonie instellen, dan eerst de draaggolf zoeken. Men zij er ook op verdacht, van sterke stations ineens de telefonie te hooren, in het geheel zonder draaggolf! Ook met sterke terugkoppeling hoort men die soms niet als een fluittoon, — wèl als een eigenaardig bijgeluid. Om een zuiveren fluittoon te hooren, moet de antenne-koppeling dan wat lossier gemaakt worden.

Ook is het eigenaardig, dat men van ongedempte stations niet slechts éénmaal den interferentietoon hoort, maar van elk station eenige opeenvolgend. Men stelle dan in op den sterksten.

Opvallend is, dat de onderlinge afstand van die draaggolven afhankelijk is van de frequentie van de laagfrequente trilling — en bij nader onderzoek blijkt die daaraan gelijk te zijn, zooals we met een golfmeter konden constateeren. Dit kan men vrij gemakkelijk doen, door de frequentie van de hulptrilling nogal hoog in te stellen — de versterking is dan wel geringer, maar de meting wordt eenvoudiger. Er is zeer zeker voor dit verschijnsel een plausibele verklaring te geven — we zullen er echter niet nader op ingaan.

Nadat men het station gevonden heeft, probeere men bij sterke luchtstoringen de gunstigste instelling van de generator-frequentie. Men stelle deze zóó hoog, dat de luchtstoringen flink verzwakken, maar het station nog net niet. Erg kritisch is deze instelling niet, maar het kan vaak aanzienlijke verbetering geven. Bij een te hooge generator-frequentie, die voor korte golven hooger mag zijn dan voor lange, hoort men vele zwakke interferentie-toontjes, waarschijnlijk harmonischen, van den generator-wisselstroom. Men onderscheidt deze gemakkelijk van een station reeds door hun zwakte, en bovendien doordat draaien aan den generator-draaicondensator de toonhoogte sterk doet veranderen, terwijl de draaggolf van stations daardoor bijna niets verandert.

De terugkoppeling make men niet sterker dan voor ontvangst van het station bepaald noodig is, omdat anders de storingen te veel versterkt worden. Overigens zijn juist alle instellingen met dit toestel weinig kritisch.

Het interessante van den super-generator is, dat men de grootste versterking krijgt, juist op de korste golven! De versterkingsgraad

is volgens Armstrong omgekeerd evenredig met het *kwadraat* van de golflengte, dus op 20 meter golf 100 maal zoo groot als op 200 meter ! althans volgens de theorie van Armstrong. Praktisch klopt dit evenwel zeker n i e t.

Ten slotte bedenke men, dat dit systeem nog in een proefstadium verkeert. Vele verbeteringen zouden wellicht nog mogelijk zijn. De groote versterking, mogelijk met een betrekkelijk klein aantal lampen, maakt het aantrekkelijke uit van het experimenten met dit systeem.

We bevelen het aan voor experiment, — niet als een toestel, dat in alle opzichten af is. Dàt kan het misschien nog worden !

---