

Radio-Nieuws.

ORGAAN VAN DE NED. VER.

Onder Redactie van J. CORVER,
BURNIERSTRAAT 38,
DEN HAAG.



VOOR RADIO-TELEGRAFIE.

Uitgever: N. VEENSTRA,
LAAN VAN MEERDERVOORT 30,
DEN HAAG. Tel. 32112.

Abonnementsprijs voor niet-leden f 9.— per jaargang van 12 nummers. Buitenland f 10.—
Leden der Vereeniging (contributie f 8.— per jaar) ontvangen het maandblad gratis.
Secretaris-Penningmeester: B. Silkkerveer, Columbusstraat 187, den Haag.

INHOUD: Het radiostation Kootwijk. — Antennes voor verkeer op groote afstanden. — Hoe zijn de ultra korte golven voor verkeersproeven te gebruiken? — Radio-Lampen. — Hoogfrequent Versterking. — Welke capaciteitsmaat? — Een draagbaar telefonie ontvangertje. — Het binaurale hooren.

Het radiostation Kootwijk.

Door Ir. E. F. W. VÖLTER.

Waar dit seinstation tot de krachtigste der wereld gerekend mag worden en thans sinds ruim een jaar een geregeld verkeer met Ned. Indië onderhoudt, zal het menig lezer belang inboezemen eenige bijzonderheden omtrent dit station te vernemen.

Het ligt in de bedoeling in een aantal nummers van „Radio-Nieuws” eene technische beschrijving der installatie te doen volgen.

Zooals de meesten uwer bekend zal zijn, is het station gelegen op 3 K.M. ten Zuiden van de spoorlijn *Amersfoort—Apeldoorn* tusschen de haltes *Kootwijk* en *Assel*.

Men bevindt zich hier in het hartje van de Veluwe; een onafzienbare heuvelenrij, afgewisseld met heidevlakten en dennenbosches doet zich aan ons oog voor. En reeds van verre ontwaart men de slanke ijzeren vakwerkmasten, aan welker toppen een spinneweb van draden is opgehangen, hetwelk tegelijk als reservoir en voor uitstraling der hoogfrequente elektrische energie dient.

Een terrein van 300 H.A. is hier voor den radiodienst gereserveerd. Dit kon gemakkelijk geschieden, aangezien dit terrein een deel uitmaakte van de houtvesterij *Kootwijk* van het Staatsboschbeheer, m.a.w. zich reeds in handen van het Rijk bevond. Aankoop of onteigening van terreinen behoefde dus niet te geschieden, terwijl hier bovendien een practisch onbegrensde mogelijkheid voor uitbreiding aanwezig was.

Aan den voet van den middelsten der 6 torens is het eigenlijke seingebouw opgetrokken, waarin de opwekking der hoogfrequente stroomen plaats heeft.

Van den bouw eener eigen krachtcentrale heeft men afgezien, aangezien het economischer voorkwam zich aan te sluiten bij een groote bestaande centrale, welke over voldoende reserve-capaciteit beschikken kon. Wat in het seingebouw geschiedt, is dus feitelijk niet anders dan een omzetting der toegevoerde energie van lage frequentie (50 per.) in radio-frequente stroomen, welke voor de uitstraling der verschillende golven vereischt worden.

De benodigde primaire energie wordt dus van buitenaf geleverd en wel door de centrale Nijmegen der Provinciale Geldersche Electriciteits Maatschappij. Van hieruit leidt een 50.000 Volts-lijn naar een onderstation te Wormen (nabij Apeldoorn), van waar de stroomvoorziening van het radiostation plaats heeft. Een 10.000 Voltslijn, welke gedeeltelijk als kabel, gedeeltelijk als bovengrondsche geleiding is uitgevoerd, verbindt bovengenoemd onderstation met een transformatorgebouw te *Kootwijk*. Het geheele hoogspanningsnet *Nijmegen-Kootwijk* is in duplo uitgevoerd, ten einde steeds over eene volledige reservelijn te kunnen beschikken. Ook in genoemd transformatorstation zijn alle apparaten en geleidingen in tweevoud aanwezig. Men treft hier een dubbel railsysteem aan, elk met bijbehorende olieschakelaars en automaten, benevens een tweetal transformatoren 10.000—3000 Volt bij een vermogen van 1000 K.W. elk.

Van dit transformatorgebouw, hetwelk op circa 600 M. van het seinstation verwijderd is, voeren twee 3000 Voltskabels naar den beganen grond van dit gebouw.

Hier bevinden zich een zestal hoogspanningscellen waarin de verdeling en beveiliging der 3000 Volts-geleidingen plaats heeft.

In cel V worden de beide bovengenoemde kabels binnengevoerd. Vandaar wordt de stroom geleid over 2 scheidingschakelaars (waarvan slechts één van beide in kan staan) via een blokschakelaar naar het 3000 Volts railsysteem, van waaruit de verdeling naar de overige cellen plaats heeft.

Genoemde blokschakelaar is zoodanig met de in andere cellen aanwezige olieschakelaars electricch gekoppeld, dat geen dezer laatste ingezet kan worden, alvorens de blokschakelaar in staat, en omgekeerd deze laatste niet uitgezet kan worden zoolang nog een olieschakelaar in staat.

Dientengevolge kan de blokschakelaar nimmer onder belasting in of uitgezet worden.

Voorts bevinden zich in deze cel nog 2 stroom- en 2 spannings-transformatoren voor de benodigde meetinstrumenten benevens 2 roode signaallampen met bijbehorende zekeringen ter contrôle der kabels. Ook de magneetspoel van genoemden blokschakelaar is tweevoudig gezekeerd.

Aan de voorzijde van de cel zijn aangebracht een Voltmeter 0-4000 Volt, een Amp. Meter 0-200 Amp. en een K.W.U. meter; voorts het handel voor bovengenoemden blokschakelaar en een drukknopschakelaar, waarmee in geval van nood alle olieschakelaars uitgezet kunnen worden.

In cel VI is opgesteld een 50 K.V.A. transformator (3000— $380/220$ Volt), welke dient voor verlichting van het machinegebouw en tevens voor stroomlevering ten behoeve van licht en kracht daarbuiten, zooals pompen voor de watervoorziening, werkplaats, telegraafkantoor enz.

Deze transformator wordt gevoed vanuit cel V, met een aftakking vóór den blokschakelaar, waarna de stroom geleid wordt over een scheidingsschakelaar, hoogspanningszekeringen, transformator en laagspanningszekeringen naar het lichtverdeelbord.

Genoemde scheidingsschakelaar is zoodanig geblokkeerd, dat bij het uittrekken eerst de automaat op het lichtverdeelbord uitvalt en omgekeerd niet kan worden ingezet, alvorens de automaat ingeschakeld is.

Aan de voorzijde van deze cel bevinden zich 2 Voltmeters 0—12.000 Volt, welke de spanningen der beide bovengrondsche lijnen *Wormen—Kootwijk* aangeven, 2 drukknoppen voor het uitschakelen der beide 1000 K.V.A. transformatoren in het transformatorgebouw, de hierbij behorende signaallampen, benevens een signaallamp, welke aangeeft of de cel onder spanning staat.

Cel IV bevat een olieschakelaar ter beveiliging van een der 800 P.K. draaistroommotoren welke zich op de eerste verdieping van het station bevinden en direct gekoppeld zijn met de generatoren van den hoogfrequenten wisselstroom. Deze motoren worden direct met 3000 Volt op den stator gevoed.

De stroomloop in deze cel is als volgt :

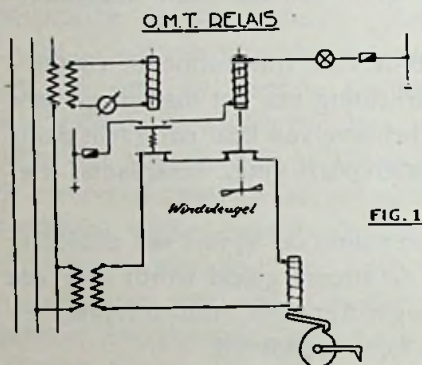
Van het 3000 Volt railsysteem wordt de stroom afgetakt via een scheidingsschakelaar en 2 stroomtransformatoren door den olieschakelaar met voorcontacten (uit koolstaven bestaande) en via den storkabel naar den motor van den hoogfrequentie-omvormer. Genoemde stroomtransformatoren dienen voor de voeding der beide onafhankelijke maximaal-tijdrelais behorende bij den olieschakelaar. Dit zijn relais, welke den olieschakelaar zowel bij plotselinge

overbelasting, alsook bij het wegvallen der netspanning uitschakelen. Zij worden op tijd ingesteld.

De O. M. T. relais zijn ingesteld op 3 sec. en 5.5 Amp. De stroomtransformatoren hebben eene verhouding 5/150, zoodat de relais beginnen te werken bij circa 165 A, hetgeen overeenkomt met eene belasting van $165 \times 3000 \times \sqrt{3} = 850$ K.W.

Het schema dezer relais is als volgt: (zie fig. 1.)

Op de as van den olieschakelaar bevinden zich contacten, welke



Bij het wegblijven van de wisselstroomspanning valt de uitschakelmagneet en dus ook de olieschakelaar automatisch uit; terwijl bij overschrijding van de toelaatbare stroomsterkte de gelijkstroomtijdspool ingeschakeld wordt, welke op haar beurt het tijdscontact aantrekt. De tijdsduur wordt door een windvleugel geregeld. Bij een plotselinge, zeer krachtige stroomstoot wordt de stroomkring van den uitschakelmagneet onmiddellijk verbroken.

5e. een contact, dat de signaallampen op den schakellessenaar doet gloeien al naar den stand van den olieschakelaar (in of uit). Aan laagspanningszekeringen zijn aanwezig 1 zekering voor den gelijkstroom van den inschakelmagneet, 1 zekering voor den wisselstroom-uitschakelmagneet en een voor de beide signaallampen. Aan de voorzijde van de cel bevindt zich de automaat van den olieschakelaar met handwiel. De groote cylinder bevat de gelijkstroominschakelspoel, de kleine de wisselstroomuitschakelspoel. Het in en uitschakelen kan zoowel uit de hand met genoemd handwiel alswel electrisch vanaf den schakellessenaar geschieden. Dit laatste heeft volgens onderstaand schema plaats (zie fig. 2).

Naast den automaat bevinden zich de beide relais. Cel III is

den automatischen aanloopweerstand van den omvormer zoodanig blokkeeren, dat:

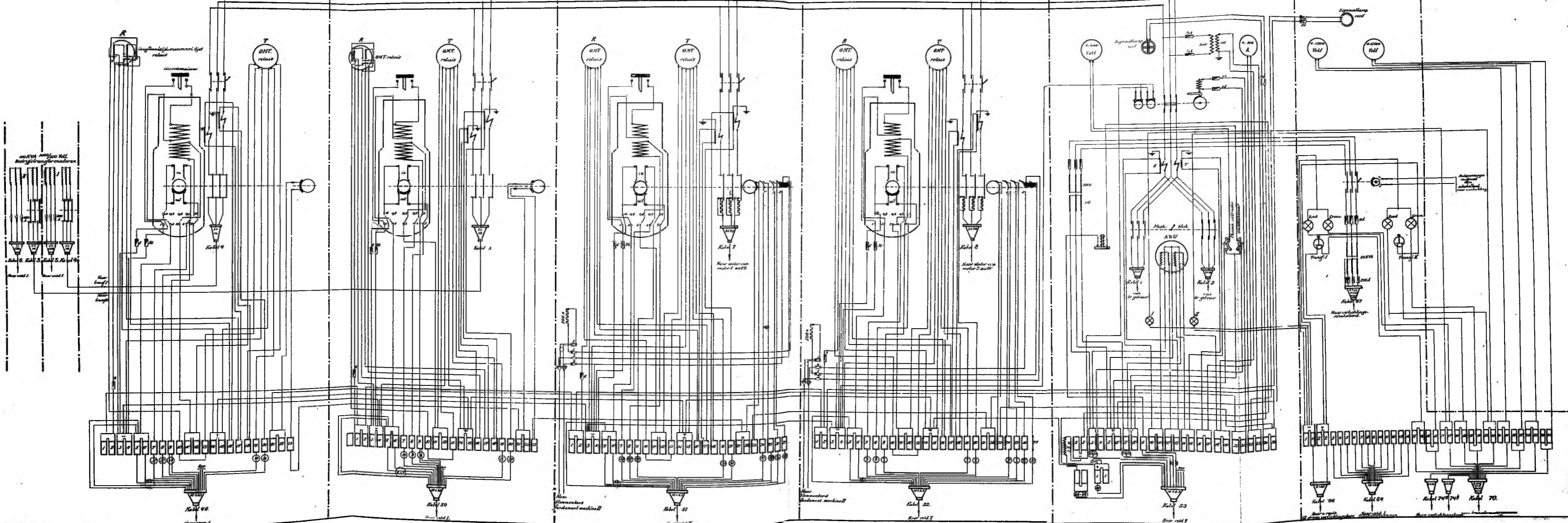
1e. de aanloopweerstand eerst dan ingeschakeld kan worden wanneer de olieschakelaar in staat;

2e. de olieschakelaar niet kan worden ingezet, wanneer de aanloopweerstand niet op nulstand staat;

3e. de aanloopweerstand op nul terugloopt, wanneer de olieschakelaar uitgezet wordt;

4e. een contact, dat dient om indien gedurende het bedrijf de olieschakelaar uitvalt, het veld van den hoogfrequentie-generator kort te sluiten over een kaolin weerstand van 500 Ohm;

3000 V Rails



geheel overeenkomstig cel IV ingericht ten behoeve van een tweede hoogfrequentie aggregaat.

Cel II bevat een olieschakelaar voor een 100 K.V.A. transformator 3000/220 Volt. Van de 3000 Volt rails wordt afgetakt over een scheidingsschakelaar, 2 stroomtransformatoren voor de tijdrelais via den olieschakelaar naar de zich in een gemetselde cel bevindenden 100 K.V.A. transformator.

Op de as van dezen olieschakelaar bevindt zich één contact voor signaallampen op den lessenaar (in en uit).

Aan de voorzijde der cel wederom de automaat met gelijkstroominschakelspoel en wisselstroomuitschakelspoel benevens 2 relais, voor 2 der fazen. Deze relais zijn ingesteld op $3\frac{1}{2}$ sec. bij 5 Amp. met eene stroomverhouding 5/25.

In genoemde transformatorcel gaat de stroom over een hoogspanningsscheidingschakelaar, transformator primair en secundair, laagspanningssmeltzekeringen, naar de 220 Volt rails in den schakellessenaar.

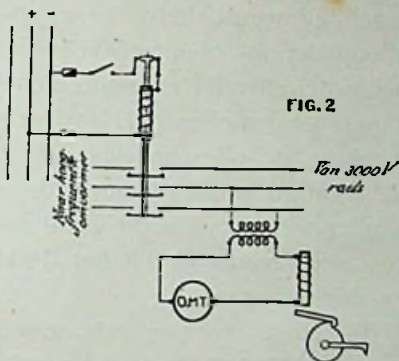
Cel I is wederom geheel overeenkomstig cel II.

De beide 100 K.V.A. transformatoren, waarvan één als reserve gedacht is, dienen voor voeding van alle hulpmachines en apparaten in het seingebouw.

Ten slotte voegen wij als uitslaande figuur hier bij een volledig schakelschema der 6 hoogspanningscellen (fig. 3).

Op den beganen grond van het machinegebouw zijn verder nog opgesteld de automatische aanloopweerstanden voor de 800 P.K. motoren bestaande uit 3 weerstandskasten en één schakelkast.

Deze laatste bevat een aandrijvende gelijkstroommotor met wormwiel-overbrenging op het sterpunt der 3 contacten welke over de 3 weerstandssegmenten glijden. De aanlooptijd is op 8 minuten ingesteld, de uitschakeltijd op 5 minuten.



De stroomstoot voor den inschakelmagneet duurt slechts een kort oogenblik, daar de olieschakelaar door middel van een nok blijft instaan en de magneetspoel zich zelf uitschakelt.

De uitschakelmagneet staat voortdurend onder spanning, zoolang de rails onder spanning staan en zoolang de stroom niet hare maximaal toelaatbare waarde overschrijdt.

Het inschakelen geschiedt met schokken door middel van een veer met pal en palrad.

Het inschakelen geschiedt met behulp van drie relais zoodanig, dat bij bediening drukknop op schakeltafel het hoofdrelais bekrachtigd wordt, hetwelk het in- of uitschakelrelais bedient. Na afloop der in- of uitschakelperiode worden door een contact de beide betreffende relais uitgeschakeld. Het inschakelrelais is zoodanig met den olieschakelaar verbonden, dat dit eerst stroom krijgt wanneer de olieschakelaar in staat, terwijl het uitschakelrelais bekrachtigd wordt, wanneer de olieschakelaar uit valt, zoodat de aanloopweerstand in dit geval automatisch terug loopt. Dit zelfde geschiedt natuurlijk bij het drukken van den uitschakeldrukknop op den lessenaar.

Bij iedere machine behooren 3 weerstandskasten (voor iedere fase één) à 1.8 Ohm, gebouwd voor een stroomsterkte van 225 Ampère.

Voorts bevinden zich gelijkvloers de weerstanden voor den automatischen toerenregelaar (welke later beschreven zal worden), benevens een aantal hulpapparaten zooals reserve-pompen voor de waterkoeling der huizen en lagers van de hoogfrequentie-generatoren en centrifugaalpompen voor de circulatie der transformatorolie. Tengevolge n.l. van de hoogfrequente stroomen in deze frequentie-transformatoren, moet de daarin aanwezige olie voortdurend gekoeld worden. Dit geschiedt in serpentinevormige buizen welke zich in een bassin vóór het machinegebouw bevinden.

(Wordt vervolgd.)

Antennes voor verkeer op groote afstanden.

Door Ir. L. H. M. HUIJDTS.

I.

In zeer korten tijd heeft zich het radio-verkeer over groote afstanden tot een economisch stelsel ontwikkeld, dat in vele gevallen concurrerend optreedt naast de diverse kabelverbindingen.

De oorzaak hiervan moet gezocht worden zoowel in de mogelijkheid tot grootere seinsnelheid als in de verlaging der exploitatiekosten, dit laatste voornamelijk als gevolg van het opvoeren van het totale rendement der zendstations.

Meer speciaal weer heeft de snelle ontwikkeling der antenneconstructies tot dezen vooruitgang bijgedragen.

De tijd dat de meest wonderlijke combinaties als antenne opgededen is grootendeels voorbij en het wordt steeds duidelijker welke wegen bij het ontwerpen van een goed stralingssysteem moeten gevolgd worden.

Althans voor de grootere golflengten!

Op het gebied der *zeer* korte golven hebben zich de laatste twee jaren nieuwe perspectieven geopend, waaruit nog moeilijk te voorspellen valt, tot welke mogelijkheden deze zullen leiden.

Het schijnt evenwel reeds vast te staan, dat een geregeld dagen nachtverkeer over zeer groote afstanden alleen met golflengten van 6 K.M. en hooger betrouwbaar is; hiermede is dan ook bij de groote radio-routes rekening gehouden.

Het gebruik van zulke groote golflengten en dus relatief lage frequenties vereischt den bouw van enorme antennes. De uitgestraalde energie wordt n.l. bij benadering aangegeven door

$$A = \left(\frac{h \times I}{\lambda} \right)^2 \times 1600 \text{ watt}$$

en hieruit blijkt dat voor een bepaalde golflengte deze energie evenredig is met het quadraat van het product van effectieve hoogte h en stroomsterkte I . Veelal geeft men het effect eener antenne door dit product in meter-ampère aan.

De hoogte eener antenne is in de praktijk aan de kosten der constructie gebonden, zoodat men zelden hooger gaat dan tot antenne-masten van 250 meter. Bij bergantennes komt men wel tot grootere hoogten en wel daar, waar eene gunstige situatie van het terrein dit mogelijk maakt, zonder in onevenredige kosten te vervallen.

Zeer bekend is o.a. de antenne welke door Dr. Ir. de Groot over de Malabarkloof op Java is ontworpen en uitgevoerd.

Om het product $h \times I$ zoo groot mogelijk te maken, is men derhalve erop aangewezen de stroomsterkte in den verticalen antenne-draad op te voeren.

De stroom nu hangt voor eene bepaalde frequentie weer af van de antenne-capaciteit en de toelaatbare antennespanning. Van deze twee is de laatste in verband met isolatie- en ionisatieverliezen aan een maximum gebonden, dat op ongeveer 120.000 volt kan gesteld worden, maar o.a. afhangt van het niveau waarop de antenne geplaatst is en van het gebruikte antenne-materiaal.

Er blijft dus feitelijk niets anders over dan de capaciteit te vergrooten om een behoorlijke uitstraling te verzekeren en bij de grootere golflengten is men zodoende gekomen tot antenne-oppervlakten van 50—80 H.A.

Het is merkwaardig om te constateeren, dat men langen tijd genoeg heeft genomen met uiterst geringe effecten bij antennes voor groote golflengten.

Stellen we als definitie van het antenne-rendement de verhouding tusschen de uitgestraalde energie en de door de antenne opgenomen hoogfrequentie-energie, dan waren een vijftal jaren geleden nog diverse antennes van groote stations aan te wijzen, die nauwelijks een rendement van 2 % haalden.

De toegevoegde energie ging in hoofdzaak verloren in het aardnet, de antenne-verlengspoelen en het isolatie-materiaal.

De laatste jaren heeft men bijzonder veel moeite gedaan om de verliezen in het aardnet te reduceeren. Deze bleken een zeer belangrijk aandeel in de totale verliezen uit te maken en zodoende heeft men ten slotte, mede ook door diverse andere verbeteringen, een antenne-rendement verkregen van 15 % voor golflengten van ongeveer 15 K.M. en van ruim 30 % voor golflengten van 8 K.M.

Bij de kortere golven bereikt men veel gunstiger resultaat daar de (nuttige) stralingsweerstand der antenne veel sneller stijgt bij hogere frequentie dan de verliesweerstand. (Voor golflengten van 100 M. meer dan 80 %!).

De oplossing van het groote-afstandsprobleem heeft men een tijdlang gezocht in het richteffect der antennes; hieruit is de lang-gerekte marconi-antenne ontstaan welke in fig. 1 is aangeduid. Fig. 2 stelt het diagram van de richtwerking voor.

Het bezwaar der gewone stralingssystemen, dat van alzijdige electro-magnetische energiespreiding, is hier eenigszins opgeheven. De pijlen in het diagram geven de sterkte aan van de signalen als functie van de richting. De grootste straling blijkt plaats te hebben in de richting tegenovergesteld aan de horizontale draden, terwijl de geringste straling optreedt bij iets meer dan loodrecht stand en wel bij ongeveer 110 graden.

Uit het diagram zou men allicht afleiden, dat deze antenne eene groote verbetering beteekent; uit proeven is echter gebleken, dat het richteffect wel sterk merkbaar is op niet te grooten afstand van het zendstation, maar dat, wanneer het om radio-routes van meer dan 1500 K.M. gaat, van de richtwerking weinig meer te bespeuren valt. Toevallige omstandigheden zooals bergketens, groote zeevlakten e.d. hebben dan veel meer beteekenis.

Tegelijk met het verbeteren der zendinstallaties heeft men getracht betrouwbare verbindingen over afstanden van 10.000 K.M. en meer te verwezenlijken door het zoeken naar ideale ontvangers welke vóór alles eene groote storingsvrijheid bezitten.

Wanneer het ontvangen der radiosignalen niet door luchtstoringen of door andere zendende stations bemoeilijkt werd, dan zou met de tegenwoordige versterkingsmiddelen eene luttel energie

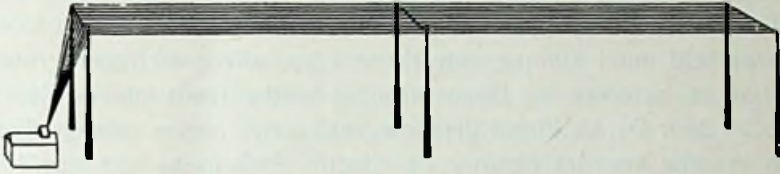


Fig. 1

van enkele honderd watt voldoende zijn om de grootste afstanden te overbruggen.

Bij het radioverkeer is dan ook de verhouding van de sterkte der signalen tot die der storingen van het grootste belang. Ondanks

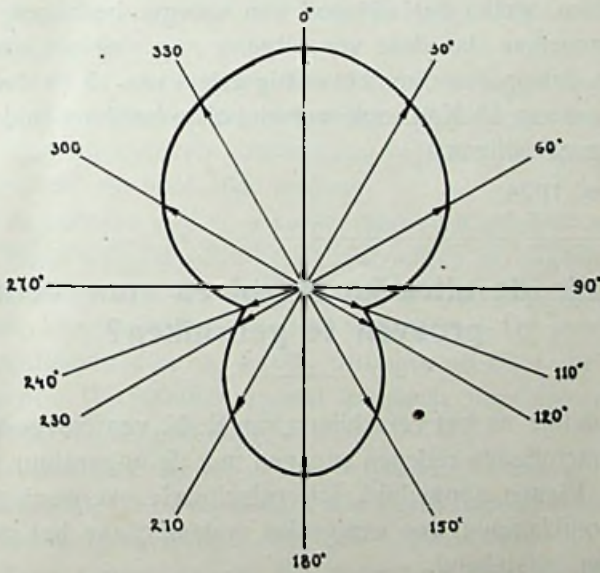


Fig. 2

allerlei selectiemiddelen is men er niet in geslaagd om met eene zendenergie van verscheidene honderden kilowatt (zooals b.v. te Kootwijk), deze verhouding zoodanig op te voeren, dat de telegrammen ten alle tijde behoorlijk kunnen opgevangen worden.

Een groot deel van het jaar (in den zomertijd) kan men bij de Holland-Indië-verbinding slechts gedurende een klein deel van het etmaal op wederzijdsch verkeer rekenen.

De pogingen om de selectiviteit der ontvangschakelingen te ver-

hoogen hebben tallooze octrooien opgeleverd, doch geene oplossing van het probleem gebracht. Men begint integendeel tot de overtuiging te komen, dat het vraagstuk der relatieve storingsvrijheid niet met ontvangmiddelen kan opgelost worden¹⁾, doch dat een volledig verkeer op grooten afstand, waarbij tevens met groote seinsnelheid moet kunnen gewerkt worden, alleen met zeer groote energie te bereiken is. Deze meening welke reeds diverse jaren geleden door Dr. de Groot gepropageerd werd, is nog onlangs door hem in eene voordracht voor de Electro Technische afd. van het Koninkl. Instituut van Ingenieurs naar voren gebracht.

Het opvoeren der zendenergie behoeft niet uitsluitend gezocht te worden in het vergrooten der primaire energie. Er is gelukkig nog eenig perspectief waar het betreft het vergrooten van het antenne-rendement. Het juistere inzicht in den aard der antenneverliezen heeft reeds in vrij korten tijd bij de lange golflengten geleid tot rendementen, welke het vijfvoud van vroeger bedragen; men kan gerust aannemen dat deze vooruitgang nog niet ten einde is gekomen en dat op den duur het nuttig effect van 15 % der antennes voor golven van 15 K.M. ook met niet al te kostbare middelen zeer zeker nog zal stijgen.

October 1924.

Hoe zijn de ultra korte golven voor verkeersproeven te gebruiken?

Onmiddellijk na het Verschijnen van R. N. van November begon ik om verschillende redenen proeven met de apparatuur, door den heer van Vianen aangeduid. Uit principieele overwegingen is dit schema, om lampen, zoo eenigszins mogelijk, aan het genereeren te brengen, uitstekend.

De einden van een trillingketen zijn slechts met een rooster of plaat verbonden, waardoor zeer hooge spanningen mogelijk zijn. De voeding in 't midden der spoelen geschiedt in het nulpunt der wisselspanningen en geeft, mits de voedingsdraden loodrecht op het windingsvlak staan, de minst mogelijke afleiding. Verder nog een combinatie van terugkoppeling en gelijkheid van afstemming in rooster en plaatketens. Als ooit een lamp genereeren wil, moet

¹⁾ Men leze hierover Dr. A. Koerts: De methoden voor het elimineeren van Luchtstoringen. Tijdschrift van het Nederlandsch Radiogenootschap, deel II, Oct. 1924.

het zóó gelukken. Ik slaagde er ook aanstonds in om korte golven voort te brengen. Met twee windingen van 6 c.M. diam. in beide ketens ontstond een golf van 2.80 M., met twee windingen van 4 c.M. diam. eene van 1.90. Eén winding van 6 c.M. leverde een golfje van 1.60 meter waar beneden ik tot op heden niet kon komen.

De energie der kleinste golven is gering.

Waar echter niet de uiterste grens wordt genomen, is deze energie vrij aanzienlijk. Zoo verkreeg ik direct, bij $\lambda = 2.80$ M. 50 milliampère in de „antenne” bij 160 volt op de platen. Bij toepassing van ca. 700 volt op de anoden en 5.5 volt gloeispanning kwam er 100 milliamp., en bij dezelfde golf, met 8 volt negatieve rooster-spanning 300 milliampère. Dit was dan ook voldoende om in de „antenne” een zaklantarenlampje te doen branden.

Bij 300 milliamp. bedroeg de *uitstraling* ca. 4 watt.

Van buitengewoon belang bij deze proeven is de juiste montage der voedingsleidingen, precies in 't midden der spoelen en loodrecht op het windingsvlak.

Verder wordt de werking slechter indien de lampen elkaar te veel naderen. De ondervlakken der voetjes moeten ca. 6 à 8 c.M. van elkaar zijn. Bij kleineren afstand zijn blijkbaar de spoel-einden te dicht bij elkaar en gaat alles slechter.

Hoe kan nu zulk een golf voor verkeersproeven gebruikt worden? Gewoon teruggekoppeld (autodyne) ontvangen is uitgesloten, 1e omdat de lamp niet genereren wil, en 2e indien deze al genereerde, zou de heele interferentietoon niet te vinden zijn. De breedte van het interferentiegebied is ca. 40.000 trillingen en bij $\lambda = 3$ Meter is de frequentie 100.000.000, zoodat het heele interferentiegebied slechts 0.04 % van de golflengte is.

Het is dus duidelijk dat we moeten overgaan tot een golflengte-transformatie, aangezien we daar in alle geval tweemaal het interferentiegebied krijgen, en dit door juiste keuze van de „lange” golf handelbaar kunnen maken, d.i. zóódat de twee interferenties niet overlappen, doch aan elkaar grenzen. Van superautodyne ontvangst is uitteraard weer geen sprake, superheterodyne, biedt meer mogelijkheden. De kort golf-generator kan gelijk zijn aan den zender, doch de moeilijkheid is om een continu variabele golf in een gebied van b.v. $2\frac{1}{2}$ tot $3\frac{1}{2}$ meter te hebben.

Aansluiten van een gewonen condensator valt buiten alle mogelijkheid. De toevoerdraden zijn al meer dan genoeg om alles onmogelijk te maken. Bovendien houdt het genereren onmiddellijk op bij aansluiting van zulk en kolos.

Om dit laatste te ontgaan, sluiten we den condensator aan op

een deel der zelfinductie. Dit wil zeggen, voor een spoel met 1 winding, dat we een krom stukje draad van ca. 4 c.M. lang met een capaciteit overbruggen.

De punten van aansluiting moeten symetrisch liggen t.o.v. het middelpunt van de spoel.

De aan te sluiten condensator behoeft niet groot te zijn; op de eindpunten is met 1 micromicrofarad al veel te regelen, doch dit is constructief te lastig. Op $\frac{1}{4}$ van de spoel kunnen we regelbaar 16 à 30 $\mu\mu F$ opstellen. Deze regelcondensator wordt geconstrueerd door twee sectorvormige plaatjes op de spoel gesoldeerd, met daartegenover draaibaar, twee overeenkomstige sectoren van zink op een ebonieten asje. Als de draaibare sectoren volkomen zuiver tegenover de vaste stonden, zou de as van metaal mogen zijn, doch dit is niet in voldoende mate zuiver uit te voeren, zoodat men „handeffect” zou krijgen.

Deze generator dient nu om de ontvangen golf te überlagern. De ontvanger bestaat voorts uit een ontvangtoestel met 1 winding in de secondaire en kortgesloten terugkoppeling (deze doet toch niets). De koppeling met antenne geschiedt door er een draad langs te voeren, van een lengte van ongeveer de helft van de te ontvangen golf.

Deze antenne is daarom een buisje, met uitschuifbaar er in een staaf. Nadere proeven moeten nog aanduiden wat hiermede te bereiken is, doch de eerste schreden zijn gedaan.

12 November 1924.

Ir. MAK.

Radio-Lampen.

Door H. NILLESEN en H. C. A. VAN DUUREN.

(Vervolg.)

De lamp als versterker.

In dit artikel zullen we bespreken, wat er in de anodeketen van de lamp geschiedt, als we aan de roosterketen wisselspanningen toevoeren. Er zij nog eens de aandacht gevestigd op de reeds bij de afleiding van de formules gemaakte onderstelling, dat I_g te verwaarloozen moet zijn ten opzichte van de andere stroomen. Om dezen toestand te verwezenlijken, is het blijkens formule I noodig, om met de roosterspanning beneden ongeveer — 1 Volt te blijven. Dan zal in de roosterketen alleen eenige verschuivingsstroom op-

treden tengevolge van de inwendige lampcapaciteit. Het zal dus afhangen van de amplitude van de in de roosterketen optredende wisselspanningen hoe groot we de rooster-voorspanning moeten kiezen. Werken we echter bij die vereischte negatieve roosterspanning in het rechte deel der karakteristiek? In het algemeen zal deze bij een middelmatige plaatsspanning te veel naar rechts liggen.

Reeds werd aangetoond, dat bij een verhooging van de plaatsspanning van E_a op E_a' , een verschuiving naar links optreedt, groot $D (E_a' - E_a)$. Nu is in het onderhavige geval de plaatsspanning de factor die we, bij een gegeven lamp, beheerschen. Deze zullen we dus zoodanig moeten verhoogen, dat het heele rechte deel iets links van de I_a -as komt te liggen. Deze verhooging zal bij kleine D groot moeten zijn en bij groote D klein.

Beschouwen we nu eens het geval, dat in de anodeketen een impedantie Z_a is opgenomen. We gaan nu voorloopig uit van de onderstelling, dat Z_a alleen weerstand biedt aan stroom-*veranderingen*.

Volgens (2) geldt:

$$d I_a = S d E_g + \frac{1}{R_i} d E_a \dots (12)$$

Neemt echter I_a toe met $d I_a$, dan zal E_a afnemen met $d I_a \times Z_a$, dus toenemen met $- d I_a \times Z_a$, dus is

$$d E_a = - d I_a Z_a \dots (13)$$

Dit in (12) gesubstitueerd geeft

$$d I_a = \frac{S d E_g}{1 + \frac{Z_a}{R_i}} \dots (14)$$

Indien we dus op de roosterspanning een periodieke wisselspanning superponeeren, zal in de anodeketen een periodieke stroomverandering optreden, tusschen welke beide het verband bestaat

$$i_a = \frac{S e_g}{1 + \frac{Z_a}{R_i}} \dots (15)$$

Indien we sinusvormige wisselingen onderstellen zullen i_a en e_g de effectieve waarden van den anodestroom resp. van de rooster-*spanning* kunnen voorstellen.

We kunnen nu drie gevallen onderscheiden: we wenschen, dat de lamp, bij een gegeven grootte van de roosterwisselspanning

- 1o. Een zoo groot mogelijken stroom in de anodeketen geeft;
- 2o. Een zoo groot mogelijke spanning aan de klemmen van Z_a geeft;
- 3o. Een zoo groot mogelijke energie afgeeft.

Eerste geval.

Het is zonder meer in te zien, dat i_a maximaal zal zijn, indien $Z_a = 0$ is, 't geen bovendien uit (15) blijkt.

Tweede geval.

Laten we eens nagaan welk verband er bestaat tusschen e_a en de overige grootheden.

Volgens (15) is te schrijven

$$e_a = V_e e_g \dots \dots \dots (16)$$

waarin e_a de wisselspanning (effectieve waarde) aan de klemmen van Z_a voorstelt en

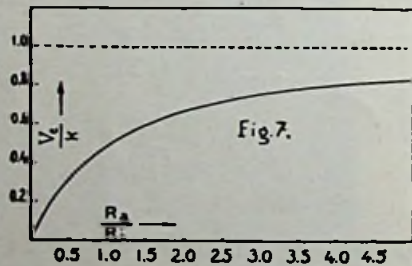
$$V_e = \frac{S Z_a}{1 + \frac{Z_a}{R_i}} \dots \dots \dots (17)$$

Wanneer is nu e_a (bij bepaalde waarde van e_g), dus V_e , een maximum?

Bij een gegeven lamp hebben we in dit geval alleen nog de grootte van Z_a in onze macht. Laten we derhalve beschouwen

$$V_e = f(Z_a)$$

We zullen op de X-as uitzetten $\frac{Z_a}{R_i}$, en op de Y-as V_e . Bij

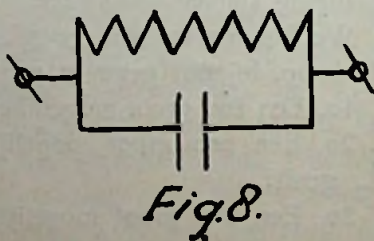


onderzoek blijkt de kromme dan een hyperbool te zijn met asymptoten $x = -1$; $y = 1$. Het deel dat fysische beteekenis heeft, is in fig. 7 geteekend. We zien, dat V_e (dus e_a) maximum wordt voor $Z_a = \infty$ en wel is dan

$$\text{Limiet } V_e = \frac{1}{D} \text{ voor } Z_a = \infty$$

Het ligt nu voor de hand om de grootheid $\frac{1}{D}$ de (maximum) *spanningsversterking* te noemen. In Engelse literatuur vindt men wel de notatie $k (= \frac{1}{D})$.

Voor een zoo groot mogelijke spanningsversterking is ons dus de voorwaarden opgelegd dat $Z_a = \infty$ moet zijn. Dit zal in de meeste gevallen beteekenen, dat $Z_a \gg R_i$ moet zijn; terwijl we verder een lamp met



flinke k zullen kiezen. Wat deze laatste conditie betreft merken we op, dat een groote waarde van k , bij de tegenwoordig gebruikelijke constructie van gewone triodes, de noodzakelijkheid van een groote spanningsbatterij met zich meebrengt.

Hoe bereiken we nu dat $Z_a = \infty$ wordt?

α) Het zal duidelijk zijn, dat dit te verwezenlijken is met behulp van een LC keten (fig. 8). Deze beteekent n.l. voor wisselingen

met een cirkelfrequentie $\omega = \frac{1}{\sqrt{LC^1}}$ een oneindig groote weerstand. Dit ideale geval zal onder gewone omstandigheden niet optreden. Vanwege de aanwezige R zal een afvlakken der resonantie-kromme plaats hebben. Deze keten is van toepassing zoowel voor hoog- als voor laagfrequentversterking. Een hoogfrequentversterker voorziet men wel van afgestemde kringen, maar voor meerslampsversterkers geeft dit heel wat werk om een station te vinden en af te stemmen. Wel is deze methode te gebruiken indien men slechts een bepaald station wenscht te ontvangen en daarop dus steeds afgestemd blijft of met golflengtetransformatie als we alles naar één golf transformeeren.

Voor laagfrequentversterking vindt men een toepassing in den toonversterker van Dr. Koomans waarbij door middel van laagfrequente dempingsreductie bereikt wordt dat R ongeveer 0 is.

β) Door middel van een smoorspoel. Deze zal niet voor alle frequenties dezelfde impedantie hebben terwijl bovendien de eigen-capaciteit van de spoel een rol gaat spelen. Vooral bij hoogfrequentversterking ondervinden we van die eigencapaciteit veel last bij de korte golven, waarvoor ze een flink lek vormt. Alleen bij resonantiefrequentie van het systeem treedt 't verschijnsel onder (α) genoemd bij benadering op. Telefunken past een „sluitkring” toe op de smoorspoel van de eerste hoogfrequentlamp. Deze stelt ons in staat het systeem smoorspoel — eigen capaciteit — sluitkring op de te ontvangen golf af te stemmen, zoodat we weer bij (α) terecht komen.

Ook bij de universeel smoorspoel van Ir. Mak wordt dit bezwaar op handige wijze ondervangen. We blijven daar uitsluitend smoorspoelkoppeling houden.

γ) Door een Ohmschen weerstand in de anodeketen te plaatsen. Natuurlijk weer van toepassing op hoog en laagfrequentversterking. De eigencapaciteit van den weerstand kan hier buitengewoon klein gehouden worden. Immers men kan als weerstand een eenvoudige grafietstreep op eboniet gebruiken. Maar nu begint voor

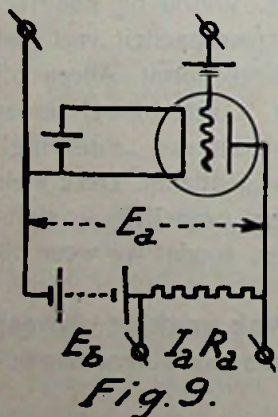
hoogfrequentversterking voor zeer korte golven de inwendige capaciteit van de lamp haar invloed te doen gevoelen, benevens de capaciteit van de verbindingsdraden. Voor de frequenties, die optreden bij spreekstroomen, zijn deze factoren vermoedelijk van geen invloed op de zuiverheid van versterking. Een nader onderzoek zal dit uitmaken.

Op de toepassing van weerstandskoppeling voor de versterking van audio-frequenties zullen we speciaal onze aandacht vestigen, mede in verband met het zoo actueele *vraagstuk van vervormingslooze versterking van telefonie*. Bij onze beschouwingen willen we voorloopig *onderstellen*, dat, wat de ethertrillingen ons brengen aan de telefoonklemmen van onzen detector, onvervormde telefonie is; en verder, dat de geluidsweergever ons een getrouw beeld geeft in luchttrillingen, van wat we er als elektrische trillingen aan toevoeren.

Indien we nu tusschen de telefoonklemmen en den geluidsweergever wenschen te versterken, zal de versterker moeten voldoen aan vier voorwaarden, die we aldus kunnen formuleeren:

Indien we aan den versterker sinusoidale trillingen toevoeren met frequenties $n_1, n_2, n_3 \dots$ met de amplitudes resp. $A_1, A_2, A_3 \dots$ en de verschuivingen $\psi_1, \psi_2 \dots$, moeten deze weer te voorschijn treden als sinusoidale trillingen met frequenties $n_1, n_2, n_3 \dots$, amplitudes $m A_1, m A_2, m A_3 \dots$ en verschuivingen $\psi_1, \psi_2 \dots$.

Hierin is $m = \text{constant}$ en $m > 1$, de z.g. „versterking” van den versterker.



Er kunnen zich n.l. vier *soorten* vervorming voordoen.

1o) De hogere frequenties worden meer versterkt dan de lagere.

2o) De vorm van de kromme, die uit den versterker komt is niet meer gelijk aan die van de kromme die we aan den versterker toevoerden.

3o) Niet alle amplitudes worden evenveel versterkt, 't geen meest met een vervorming van de kromme gepaard zal gaan.

4o) De onderlinge verschuiving tusschen de verschillende frequenties is door de versterking veranderd.

Een systeem als in fig. 9 aangegeven zal hieraan zeer tennaastebij voldoen, indien we wat de triode betreft in het rechte deel blijven en roosterstroom vermijden. Als we echter in de anodeketen een Ohmschen weerstand R_a opnemen, zal deze niet alleen weer-

stand bieden aan stroomwisselingen, doch ook aan den plaatgelijkstroom.

De gelijkstroom in de anodeketen is dan bepaald door (vergelijk fig. 9):

$$I_a = S E_g + \frac{E_a}{R_i} + C = S E_g + \frac{E_b - I_a R_a}{R_i} + C \dots (18)$$

Hieruit is makkelijk af te leiden, dat we kunnen schrijven

$$I_a = S' E_g + \frac{E_b'}{R_i} + C' \dots (19)$$

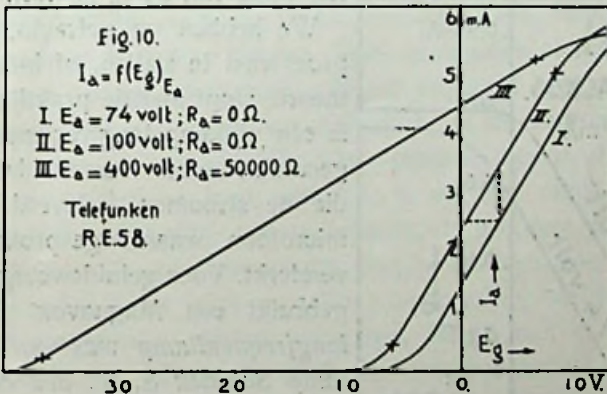
Waarin

$$S' = \frac{R_i}{R_a + R_i} S \dots (20)$$

$$E_b' = \frac{R_i}{R_a + R_i} E_b \dots (21)$$

$$C' = \frac{R_i}{R_a + R_i} C \dots (22)$$

Met behulp van vergelijking (19) kunnen we dus uit twee karakteristieken bij verschillende plaatspanningen en $R_a = 0$ de karakteristieken berekenen indien er weerstand in de plaatketen is opgenomen. In fig. 10 is dit uitgevoerd voor de Telefunkenlamp



R. E. 58 (amplifier tube). De daar geteekende karakteristieken zijn alle opgenomen, terwijl tevens III met behulp van I en II is uitgerekend. Er blijkt een goede overeenkomst te bestaan tusschen de opgenomen en uitgerekende rechte.

Uit I en II lezen we af, dat

$$R_i = 28300 \Omega$$

$$S' = 318 \cdot 10^{-6} \frac{1}{\Omega}$$

$$D = 0,111 \quad (k = 9.0)$$

$$C = -1,1$$

Nu is bij III gekozen

$$E_b = 400 \text{ Volt}$$

$$R_a = 50.000 \ \Omega$$

Dus $R_a = 1.8 R_i$. Uit fig. 7 lezen we nu af, dat $V_e = 0,66 k = 0,66 \times 9 = 6$.

En verder volgt dat:

$$S' = \frac{k}{R_a + R_i} = 115.10^{-6}$$

terwijl het snijpunt met de I_a -as wordt

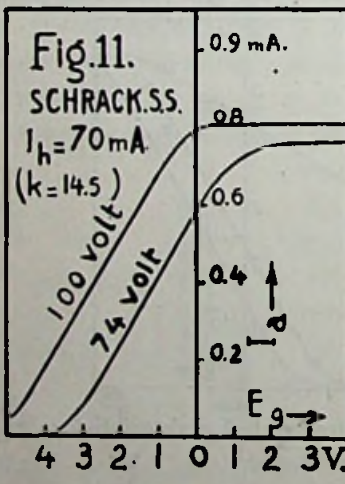
$$I_a = \frac{1}{R_a + R_i} E_b + \frac{R_i}{R_a + R_i} C = 4.7.$$

Door deze twee gegevens is III volkomen bepaald.

Bij het aanschouwen van III merken we op, dat de karakteristiek van het systeem veel ruimer geworden is.

De lamp kon eerst een roosterspanningsvariatie van 14 Volt velen, doch nu zijn we bij — 43 Volt nog in het rechte deel.

Wat de verhooging van de batterijspanning betreft, deze zullen we, voor 't geheel gebruiken der karakteristiek (rechte deel ervan), in verband met R_a , zoo hoog nemen, dat het rechte deel geheel iets links van de I_a -as valt.



We hebben nu getracht, door een proef vast te stellen, of inderdaad de theorie klopt met de praktijk. Daartoe is een vijfslagslaagfrequentversterker gemaakt, met weerstandskoppeling, die de stroomen, geleverd door een microfoon waarin gesproken wordt, versterkt. Voor geluidswaargever werd gebruikt een Magnavox. *De vierde laagfrequentlamp was een miniwatt-lamp Schrack S. S., dus een lampje met zeer nauwe karakteristiek.* (Zie fig. 11).

Nu moeten we vooropstellen, dat de proef buitengewoon gebrek-
kig is te noemen; immers er treedt zeer groote vervorming op door
de microfoon en den luidspreker. Of dus de lamp ook nog vervormt,
is moeilijk te constateeren.

De vijfde lamp, die de energie voor de Magnavox moest leveren
was uit den aard der zaak groot gekozen (Philips E).

Om de vervorming van den Magnavox wegens overbelasting te
verminderen, werd een weerstand er op geshunt, zóó dat slechts
ongeveer $\frac{1}{10}$ deel van de totaal geleverde energie door den luid-

spreker ging. 't Geluid was daarbij nog vrij hard, de verstaanbaarheid overtrof verre die, welke men bij de gebruikelijke transformatorversterking pleegt aan te treffen. En dat met als vierde lamp een Schrack S. S. Deze nu werd vervangen door een Philips E (er voor zorg dragend den uitwendigen weerstand, roosterspanning en batterijspanning bij deze lamp aan te passen). 't Gaf in 't geheel geen verbetering. 't Schijnt ons dus niet gelukt te zijn om, ondanks het „zeer keiharde geluid” (O, ware er een eenheid van geluidsterkte!) het lampje over te belasten.

Op dit gebied worden echter metingen verricht die, naar we hopen, tot een meer positief resultaat zullen leiden.

Een tweede vraag is natuurlijk: zou de lamp bij transformatorversterking wel overbelast zijn geworden indien we dezelfde wisselspanning aan het rooster toevoerden. Ook hieromtrent valt nog niets positiefs te zeggen. Wel bleek een transformatorversterking met 3 lampen (van behoorlijke ruimte) reeds formidabel te *vervormen*. Maar dit zal ons inziens voor verreweg het grootste deel *aan de transformatoren te wijten zijn*.

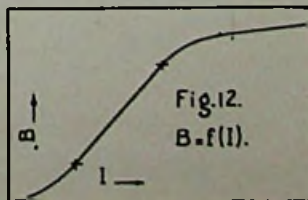
't Is misschien in dit verband niet ondienstig daar nu reeds even dieper op in te gaan.

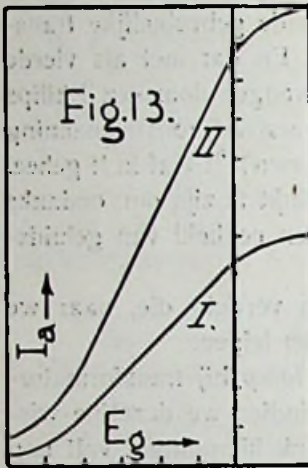
Stel men deed de volgende proef: men heeft een versterker met transformatoren en kleine lampen. Voor eenigszins sterke geluiden treedt er een hevige vervorming op. Nu vervangt men de lampen door lampen met z.g. ruime karakteristiek, en de vervorming verdwijnt voor het grootste gedeelte. De conclusie hieruit, dat de vervorming in de lampen heeft gezeten, is op zijn minst genomen voorbarig, zoo niet geheel *onjuist*. Immers, de grootere plaatstroom heeft invloed op de transformatoren. Het is dus zeer goed mogelijk dat deze minder zullen vervormen. De transformator wordt door den grooteren plaatstroom sterker verzadigd. Heeft men nu een B. I. kromme als in fig. 12 geteekend is, dan kan het dus zijn, dat men met de grootere lampen van het kromme deel (vervorming van de tweede soort) in het rechte deel geraakt. Ook verandert men door het inschakelen van een andere lamp de verhouding van R_a tot R_i (algemeen zal de R_i van de grootere lamp verschillen van die van een kleinere).

Het parallel schakelen van twee lampen kan hetzelfde effect opleveren.

Dit zijn niets meer dan onderstellingen, maar in ieder geval moet men voorzichtig zijn met het trekken van conclusies.

Als methode tot het opheffen van de overbelasting van een lamp vindt men wel





het parallel schakelen van twee lampen. *Echter als één lamp overbelast is, zullen twee lampen parallel ook nog overbelast zijn.* Immers wat verstaat men onder het overbelast zijn van een lamp? Dit wil toch zeggen: er treden aan het rooster dusdanige spanningsvariaties op, dat men buiten het rechte deel van de karakteristiek komt. Stel, men schakelt nu twee gelijke lampen parallel. Wat heeft dit voor gevolg? De plaatstroom wordt, bij dezelfde roosterspanning, twee maal zoo hoog. Aan de beide roosters treden dezelfde spanningen op alsof er slechts een lamp ware, omdat wij in een zoodanig punt werken, dat geen roosterstroom optreedt. Teneinde de karakteristiek van het stelsel te krijgen heeft men dus niets anders te doen dan de ordinaat van ieder punt met 2 te vermenigvuldigen. Stelt dus kromme I fig. 13 de karakteristiek van één lamp voor, dan zal II de karakteristiek van 2 lampen parallel voorstellen. We zien duidelijk, dat het rechte deel van II door dezelfde verticale lijnen begrensd wordt als het rechte deel van I waaruit dus blijkt, dat we bij II even gauw boven de toelaatbare roosterspanningsvariatie zijn als bij I. Een andere kwestie is natuurlijk, dat 2 lampen parallel meer energie leveren.

(Wordt vervolgd.)

ERRATA.

In het vorige artikel moeten de formules (5) (7) (11) en ook de beide vergelijkingen boven aan bladz. 366 een constante (C) in het tweede lid hebben.

In fig. 6 moet de roosterspanningsmeter links van den I_g meter verbonden worden, anders meet I_g het verbruik van E_g mee.

Regels 11 en 12 van boven, bladz. 366 moeten luiden: „Zoodat dus de afstand van III tot II gelijk is aan den afstand van II tot I.

Hoogfrequent Versterking.

Is de afgestemde anode-keten effectief?

De vraag lijkt haast overbodig, daar het gebruik van ontvanger-toestellen bestaande uit één lamp hoogfrequent met afgestemde anode-keten en één detectorlamp (waarna nog al of niet laagfrequentversterking) vrij algemeen mode is. En uit de veelvuldige

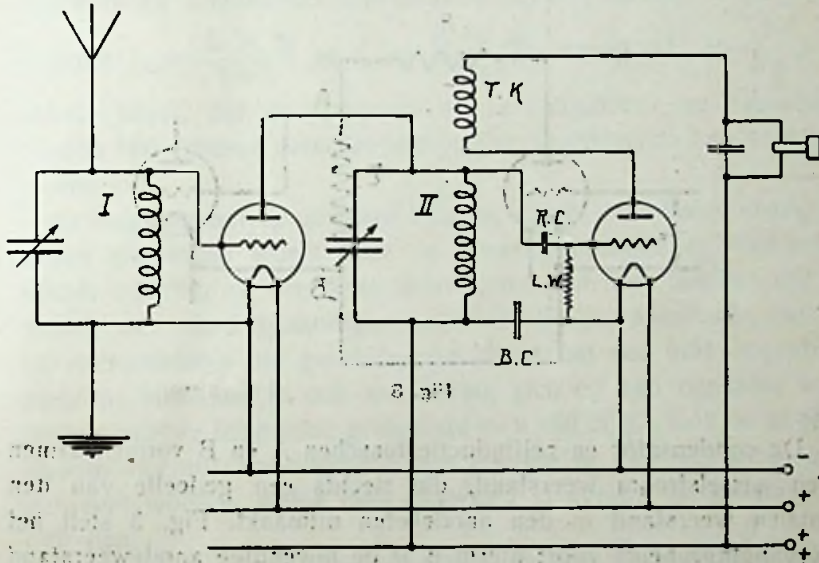


Fig. 1

toepassing kan men terecht wel besluiten, dat deze schakeling zeker één van de meest effectieve moet zijn.

De schakeling is werkelijk ook effectief. D.w.z. wanneer men eenige vlotheid heeft in het juist instellen van primairen en anodekring, dan kan men (althans bij de zwakke en middelmatig sterke stations) meer geluid en selectiviteit verkrijgen, dan met één detector plus één laagfrequentlamp.

Voor de hand liggend is dit niet; eer integendeel! Zet men een berekening op touw dan vindt men, dat de toepassing van de afgestemde anodeketen *minder* effectief is.

Wij zullen daarvoor de normale hoogfrequentversterking, het

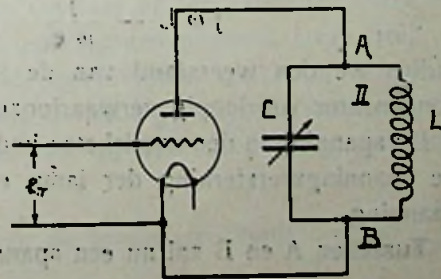


Fig. 2

schema Koomans, in fig. 1 voorgesteld, in onderdeelen nagaan.

Wat de hoogfrequentlamp betreft, de werking daarvan volgt uit fig. 2. Aan het rooster worden door den primairen betere spanningen toegevoerd, welke in den anodeketen wisselstroomen veroorzaken waarvan de grootte van de instelling van kring II afhangt. Daar de punten A en B aan de volgende lamp komen, gaat het er om tusschen A en B de grootst mogelijke potentiaalverschillen te krijgen.

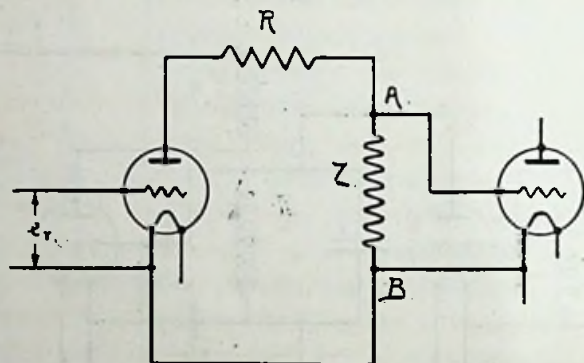


Fig. 3

De condensator en zelfinductie tusschen A en B vormen samen een wisselstroom weerstand, die slechts een gedeelte van den totaleñ weerstand in den anodeketen uitmaakt. Fig. 3 stelt het vervangingschema voor; hierin is R de inwendige anodeweerstand van de lamp (die uit de lamp karakteristieken te vinden is) en Z is de impedantie van den anodekring.

Deze Z heeft de waarde

$$Z = \frac{j\omega L \times -\frac{j}{\omega e}}{j\omega L - \frac{j}{\omega e}} = \frac{L/e}{j\left(\omega L - \frac{1}{\omega e}\right)}$$

indien we den weerstand van de spoel en de verliezen in den condensator voorloopig verwaarloozen.

De spanning in den anodeketen bedraagt $k \times e_r$; en wel is k dan de spanningsversterking der lamp en e_r de aangelegde rooster-spanning.

Tusschen A en B zal nu een spanning optreden

$$k e_r \frac{Z}{Z + R}$$

Men ziet direct, dat het maximum hiervan $k e_r$ is, doch daarvoor moet Z een waarde hebben, welke groot is 40 van R . We vinden dat

$$Z = \frac{L/e}{j \left(\omega L - \frac{1}{\omega e} \right)}$$

is; en dit wordt een maximum voor $\omega h = \frac{1}{\omega e}$, m. a. w. wanneer de anodekring afgestemd is op de frequentie van de roosterspanning. Voor dat geval wordt de Z oneindig groot.

De anodestroom is bij resonantie nul en de stroomen in den afgestemden anodeketen zijn maximum. Dit laatste is mogelijk

doordat $i_L = \frac{L \times e_r}{j \omega L}$ en $i_e = \frac{L \times e_r}{j/\omega e}$, terwijl $\omega L = \frac{1}{\omega e}$, zoodat blijkt, dat de stroomen in de zelfinductie en capaciteit precies 180° fasen verschoven zijn. De resulterende anodestroom is dus nul.

Er mag nog wel op gewezen worden, dat in deze beschouwingen alleen gesproken wordt over de wisselspanningen en stroomen, zooals die zich na zeer kort tijdsverloop instellen. Hebben wij te maken met roosterspanningen van veranderlijke amplitude, zooals bij radiotelefonie het geval is, dan duurt het een kort oogenblik aler de stroomen in den anodekring zich op een bepaalde amplitude hebben ingesteld; gedurende dien tijd is o.a. ook de anodestroom niet nul, daar anders geen energie in den h C keten kan gebracht worden, welke toch aanwezig is zoodra er stroomen in optreden.

Bij de gewone ontvangschakeling is de tijd van instelling praktisch zoo kort, dat we, ter beoordeeling van het resultaat, geen rekening er mede behoeven te houden.

Behalve de grootte der spanning tusschen de punten A en B bij resonantie interesseert ons eveneens de verandering van deze spanning wanneer de opgedrukte ω (dus de golflengte) verandert. Zet men dit grafisch uit dan ontstaat er een kromme, welke men spanningsresonantiekromme zou kunnen noemen. Deze heeft een ander karakter dan de resonantiekromme, welke bij h en C in serie optreedt. Denken we ons in beide gevallen de ketens verliesvrij, dan is de „afstemscherpte” bij den anodekring aanzienlijk minder.

De resonantiekromme voor de anodeketen vindt men uit $\frac{Z}{Z+R}$ als functie van ω .

Na invulling van Z wordt deze verhouding

$$\frac{L/e}{L/e + R \left(j \omega L - \frac{j}{\omega e} \right)} = \frac{1}{1 + \frac{cR}{L} j \left(\omega L - \frac{1}{\omega c} \right)}$$

Wanneer ω afwijkt van ω bij resonantie, dan gaat de noemer van 1 verschillen en dit des te meer naar gelang R groot is en h klein.

Voor het ideale geval, d.w.z. voor een verliesvrije anodeketen krijgt men de beste resonantiekromme indien de anodeweerstand van de lamp groot is en een kleine h met derhalve relatief groote C gekozen wordt.

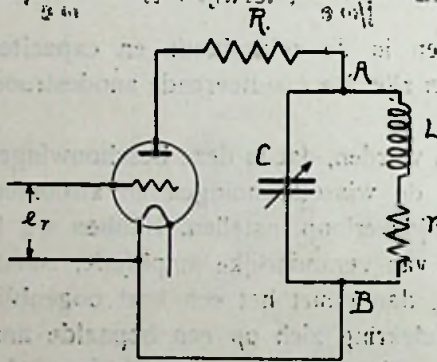


Fig. 4

Dit laatste lijkt eenigszins paradoxaal doch kan eenvoudig ingezien worden door te bedenken, dat in het geval van resonantie de energie in den anodekring $\frac{1}{2} c V^2 = \frac{1}{2} C (k e_p)^2$ bedraagt en deze is grooter naarmate C grooter genomen wordt. Er zal dus meer tijd noodig zijn om deze energie te doen opnemen, hetgeen tevens op grootere selectiviteit wijst.

Het is van veel belang nu ook te gaan naar te gaan wat voor invloed de weerstand in den anodekring heeft op de spanningsversterking en de selectiviteit.

Veronderstellen we, dat alleen in de zelfinductiespoel verliezen optreden en wel door een weerstand r, zie fig. 4, dan wordt de vervangingsimpedantie,

$$Z = \frac{j(\omega L + r) \times \frac{j}{\omega c}}{j\omega L + r - \frac{j}{\omega c}}$$

Om de spanning tusschen A en B te kennen, hebben we noodig de verhouding $\frac{Z}{Z + R}$.

We krijgen een eenvoudiger uitdrukking door de omgekeerde waarde te gebruiken, dus het aantal malen dat $k \times e_p$ grooter is dan de spanning tusschen A en B.

$$\text{Deze is } 1 + \frac{R}{Z} = 1 + \frac{R \left(j\omega L + r - \frac{j}{\omega c} \right)}{j(\omega L + r) \times \frac{-j}{\omega c}}$$

De maximale versterking treedt weer op bij resonantie, dus als $\omega L = \frac{1}{\omega c}$ en wel met den bovenstaande verhouding.

$$1 + \frac{Rr}{\frac{L}{c} - \frac{jr}{\omega e}} = 1 \times \frac{Rr}{\frac{1}{c} \left(L - \frac{jr}{\omega} \right)}$$

Na een kleine verwaarloozing komen we tot

$$1 \times \frac{RrC}{L}$$

Uit deze eenvoudige uitdrukking zien we, dat voor een goede versterking h zoo groot mogelijk moet zijn en zoowel R als r klein moet wezen.

In het algemeen is aan deze voorwaarden bij korte golven moeilijk te voldoen. Men kan dit op de volgende wijze inzien:

De waarde r stelt den hoogfrequentieweerstand van de zelf-inductie voor en al wordt bij de kleinere golflengten eene veel kleinere h genomen, toch vindt men praktisch, dat de r vrijwel niet afneemt.

Globaal genomen vindt men voor groote en kleine spoelen bij de erbijhoorende frequenties (golflengten) een weerstand, die meestal tusschen 10 en 30 Ω ligt. Bij de speciaal gewikkelde en van goed draad vervaardigde spoelen kan men wel beneden de 10 Ω komen en bij de slechte soorten komt men alleen boven de 30 Ω , wanneer men voor de groote spoelen al te dun draad gebruikt.

Voor golflengten beneden de 600 M. krijgt de factor $\frac{RrC}{L}$ eene waarde van 3 à 4, zoodat dan de versterking slechts $\frac{1+4}{1} = \frac{1}{5}$ bedraagt.

Is dus de versterkingsfactor 10, dan wordt in dat geval de spanning tusschen A en B slechts $10/5 \times e_r$, hetgeen vrij pover is.

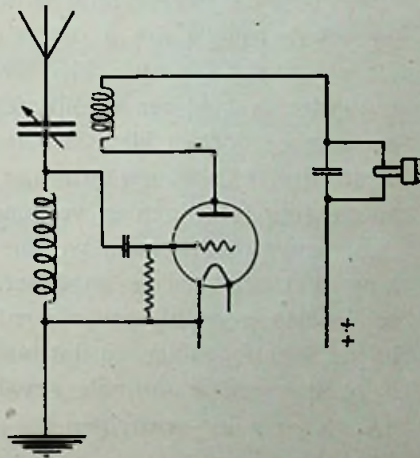


Fig. 5

Zonder de hulp eener terugkoppeling van de volgende lamp, levert de afgestemde anodekring, althans voor de kortere golven, minder versterking op dan de andere methoden.

Ook blijkt de selectiviteit zeer ongunstig beïnvloed te worden door een verliesweerstand in den anodekring. Men krijgt weer de resonantiekromme door $\frac{Z+R}{Z}$ als functie van ω te bepalen. Nu is:

$$\frac{Z}{Z+R} = \frac{1 + R/Z}{1} = \frac{1}{1 + \frac{R \left(j \omega L + r - \frac{j}{\omega C} \right)}{j \left(\omega L + r \right) - \frac{j}{\omega C}}}$$

met eene kleine benadering wordt dit

$$\frac{1}{1 + \frac{RC}{L} \left\{ r + j \left(\omega L - \frac{1}{\omega C} \right) \right\}}$$

Wanneer de tweede term in den noemer snel aangroeit t/o van 1 en wel als functie van ω , dan is er een scherpe resonantiekromme. De weerstand r heeft echter hierop een zeer ongunstigen invloed.

Verder is het wenschelijk, zooals uit de formule volgt, dat R en C groot doch h klein is. Dit is echter, zooals we boven zagen, in strijd met de voorwaarde om een behoorlijke spanning aan den anodekring te krijgen en vermindert de versterking der schakeling.

Samenvattend kunnen we dus zeggen, dat hoogfrequent versterking met afgestemde anodeketen en zonder terugkoppelingsverschijnselen geen bijzonder goede resultaten oplevert speciaal niet bij de kortere golven en dat bovendien ook de selectiviteit niet die is, welke men in normale gevallen van een tweeden afgestemden hC keten zou verwachten.

De invloed der terugkoppeling.

Door zooals in fig. 1 is aangegeven de terugkoppelspoel op den anodekring te laten werken bereikt men, dat de weerstand γ van dezen keten kan opgeheven worden. Stelt men in op den rand van genereeren dan krijgt men weer het besproken ideale geval, dat in fig. 2 is voorgesteld en wordt de spanningsversterking bepaald door den spanningsversterkingsfactor en de eerste lamp.

Vergelijken we dit geval met een ontvangschakeling waarbij één detector en directe terugkoppeling gebruikt wordt.

Bij hoogfrequentversterking treedt aan de eerste lamp een spanning op, welke afhangt van de selectiviteit van den primairen kring

en deze spanning komt 6 maal vergroot aan de tweede, de detectorlamp.

In het andere geval, treedt in den primairen keten (zie fig. 5) een spanning op, die eveneens van de selectiviteit van dezen keten afhangt, doch welke door de terugkoppeling ongeveer op het tienvoud verhoogd wordt. (Dit getal is natuurlijk aanvechtbaar maar toch zeker niet te hoog).

Hieruit volgt dan, dat de terugkoppeling in dit geval veel effectiever is en dat met de twee lampen van het eerste geval niet meer bereikt wordt, dan hier met één lamp.

De vraag aan het hoofd van dit artikel is dus alleszins gerechtvaardigd.

Welke echter de oorzaken zijn, dat praktisch de hoogfrequent-versterking met afgestemden anodeketen toch effectiever is, zullen wij in een vervolg nagaan.

Ir. L. H. M. HUIJDTS.

Welke capaciteitsmaat?

Door H. D. A. E. A. BONTEKOE.

Gaarne wilde ik nog een en ander opmerken naar aanleiding van het artikel „Welke capaciteitsmaat?” in „Radio Nieuws” van September j.l. door den heer J. J. Numans, die de condensatorcapaciteit niet in centimeters wil uitdrukken doch in Farads of onderdeelen daarvan.

De capaciteitsmaat „centimeter” is uit Deutschland naar hier overgewaaid.

Rein-Wirtz zegt in zijn „Radiotelegraphisches Praktikum op blz. 160 (dritte Auflage):

„In der Hochfrequenztechnik wird der Selbstinduktionskoeffizient meist in Einheiten des *elektromagnetischen c—g—s Systems*, die **Kapazität in Einheiten des elektrostatistischen c—g—s Systems gemessen**.

Druckt man mittels der Beziehung: 9.10^{20} elektrostatische Einheiten der kapazität oder 9.10^{20} c.m. = 1 elektromagnetische Einheit der kapazität, C in Einheiten des **elektrostatischen** Maszsystems aus so erhält man den *einfachen* Ausdruck:

$$\lambda \text{ c m} = 2 \pi \cdot \sqrt{C_{\text{c m}} \cdot L_{\text{c m}}}$$

Praktisch kunnen we voor 2π zetten 6,283.

W krijgen dan

$$\lambda_{cm} = 6.283 \sqrt{C_{cm} \cdot L_{cm}}$$

Voor den doorsnee amateur en den omroepuisteraar is het volgens mijn inzien, en de praktijk heeft het mij bewezen, veel gemakkelijker het centimetersysteem te onthouden dan het Faradsysteem.

Verder geven Rein-Wirtz en Prof. Dr. E. Nesper achter in hun boeken tabellen en grafieken waar het centimeter-systeem wordt toegepast. Iemand die eenmaal zijn condensatoren geijkt heeft in centimeters heeft aan deze grafieken een groot gemak, vooral wat laboratorium-werk betreft.

J. Erskine Murray en Scott Taggart geven alles in Farads en Henry's aan in hun boeken. Het is slechts de kwestie: ieder voor zich moet weten, welk systeem hij gebruiken wil. De een vindt dit het practische, de ander dat. Beide systemen voeren ons tot berekening der golflengte en daarom gaat het toch maar.

Prof. Dr. Eugen Nesper haalt in zijn boek „der Radio Amateur” beide systemen volgens mijn inzien door elkaar door op blz. 86 onder het hoofdstuk „Abhängigkeitstabelle der Wellenlänge von der Kapazität und der Selbstinduktion”, C in microfarads en L in centimeter uit te drukken !!

Deventer.

T. I. S.

Laboratorium

Centraal Radio Station.

Wij hebben den indruk, dat het hier aangehaalde, eerder de onverdedigbaarheid van de centimetermaat aantoonde, dan omgekeerd. Als in Rein-Wirtz niets beters gezegd kan worden, dan dat men *gewoonlijk* (in Duitschland dan) eenheden van twee stelsels door elkaar gebruikt, welnu, dan volgt daaruit, dat met deze verkeerde, onwetenschappelijke gewoonte moet worden gebroken.

De centimeter als capaciteitsmaat en de centimeter als zelfinductie-eenheid behooren n.l. niet bij elkaar in één systeem.

De eenvoud van de uitdrukking $2 \pi \sqrt{C_{cm} \cdot L_{cm}}$ is heelemaal geen argument. Waarom is

$$\lambda_m = 600 \pi \sqrt{C_{\mu F} \cdot L_{\mu H}} = 1885 \sqrt{CL}$$

minder eenvoudig? En dit is geen geknoei met maatstelsels, wat 't andere wel is.

Op radio-gebied werken wij in Nederland minstens evenveel met Engelsche boeken als met Duitsche.

Wij willen wel zeggen, dat wij voor het voorstel van den heer Numans om met micro-microfarads te rekenen, zeer veel gevoelen. Alleen zijn we het eens met den heer van Vianen, die er ons ook nog over schreef, dat het goed zou wezen, voor micro-micro één voorvoegsel aan te nemen. Wil men „pico”, of wil men „billi” (biljoenste)?

Intusschen wordt micro-micro in Amerika al heel veel gebruikt.

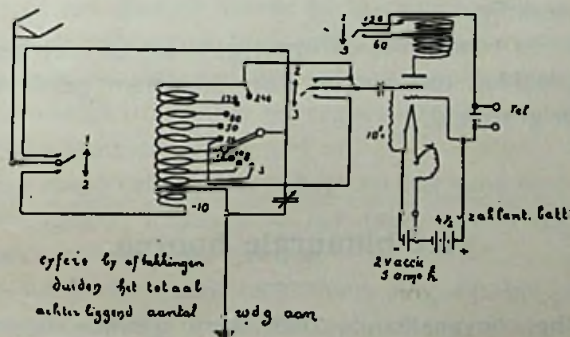
Afgezien van alle andere overwegingen achten we „centimeter” een ongelukkige benaming voor een elektrische eenheid, omdat daardoor positief wordt aangegeven, dat men aan het physische wezen van capaciteit de lengte-dimensie toekent. In een bepaald eenhedenstelsel komt men wel tot dien schijn, maar bij de andere eenhedenkeuze krijgt zelfinductie diezelfde dimensie. Wat die dimensies physisch te beteekenen hebben, moge een filosofisch probleem zijn, technisch is het schermen met duistere problemen enkel maar verwarrend.

Het eenige voordeel van den capaciteitscentimeter is het rekenen, voor radiocapaciteiten, in heele getallen. Dát voordeel is met de micro-micro-farad ook te verkrijgen.

REDACTIE.

Een draagbaar telefonie ontvangertje.

Uitgaande van den eisch van eenvoud, goedkoopste en hoogste geluidsterkte heb ik, met behulp van een dubbelrooster-miniwatt-lampje een ontvanger in koffervorm gemaakt. De koffer bevat be-



halve het toestel, nog de opgerolde antenne, telefoon, aardleiding, accu en anode-batterij, en een gereserveerde plaats voor nog te monteeren l.f. versterker. Het schema, tevens bevattende de windingsgetallen, gaat hierbij. Er is één vaste spoel, met terugkoppeling. De terugkoppelspoel draait, dus is de condensator volgens

het Reinartz-systeem niet gebruikt. De roostercondensator is op het uiteinde van de sec. spoel verbonden, doch kan door middel van een op minimum-capaciteit geconstrueerden schakelaar worden omgelegd naar een aftakking. De afstemcondensator is door middel van den aftakschakelaar op verschillende punten te verbinden. Het gevolg is, dat waar deze dus op een deel der ingeschakelde spoel kan verbonden worden, een fijnregeling niet noodzakelijk is. Brussel laat zich behoorlijk afstemmen. De meergenoemde omschakelaar heeft 3 standen:

1e. hefboom links: antenne ligt aan den aftakschakelaar, roostercondensator aan laatste aftakking; $\lambda = 450\text{—}2300$ Meter;

2e. hefboom midden: antenne op 80 windingen aperiodisch volgens Reinartz, roostercondensator op 5e aftakking; $\lambda = 30\text{—}2100$ Meter, terugkoppelspoel op de helft afgetakt;

3e. hefboom rechts: als 2e, doch nu is het doode spoeleind kortgesloten. $\lambda = 450\text{—}150$ Meter.

Het totale golfbereik is dus 150—2300 Meter en omvat dus vrijwel al de gebruikelijke telefonie programma's.

De resultaten zijn zóó, dat met de SFR telefoon op 't oor en de 20 Meter eendraads antenne uitgespannen, de bekende stations met enkelen detector zéér goed te volgen zijn, spreken en muziek.

De terugkoppeling is zóó gedimensioneerd dat ze meestal onder ca. 45° in de spoel staat. Dit geeft een gemakkelijke bediening. Om dezen hoek niet tot bijna 90° te brengen, wordt tegelijk met Reinartz antennekoppeling een aftakking in plaats van de heele spoel genomen.

De Reinartz-antenne maakt het mogelijk om eenige storingsvrijheid te verkrijgen.

Dit laatste is echter niet de opzet geweest en niet bereikt ook, integendeel is hier, met succes, naar maximum geluid met minimum kosten gestreefd.

Ir. MAK.

Het binaurale hooren.

De aan het bovenstaande onderwerp gewijde bespreking in Radio-Nieuws van 1 Dec. 1924 laat een aantal vragen open, die inderdaad bij den tegenwoordigen stand van het wetenschappelijk onderzoek op dit gebied, nog niet met volkomen zekerheid beantwoord kunnen worden.

Ter aanvulling echter lijkt het wenschelijk ook de resultaten der

laatste onderzoekingen in 't kort weer te geven. In de eerste plaats dan is ook door de nieuwste onderzoekingen bevestigd dat het tijdsverschil, waarmede een zelfde geluid bij beide ooren aankomt van fundamenteele beteekenis is. Verder is gebleken dat als basis of als „gemiddelde oorafstand” genomen moet worden 21 c.M., hetgeen overeenkomt met den afstand van oor tot oor langs het achterhoofd, dus buitenom genomen. Het tijdsverschil is natuurlijk alleen niet voldoende om te kunnen bepalen of een geluid van voren of van achteren komt of van boven. Nu worden daarbij inderdaad vaak fouten gemaakt hetgeen er op wijst, dat hiervoor het onderscheidend vermogen niet buitengewoon groot is, en op dit oogenblik kan eigenlijk nog niet met eenige zekerheid worden gezegd waarop dit onderscheidend vermogen berust.

Van zuiver physisch standpunt zou men aldus kunnen rede-neeren: gegeven is de mogelijkheid om met twee ooren de richting van geluid te bepalen. Dit moet hierop berusten, dat een zelfde geluid komende van verschillende richting een verschillenden indruk maakt op het gehoor en wel zóó dat bij elke richting een bepaald stel gehoorsindrukken behoort. Kunnen wij nu, door bijvoorbeeld de geluidsbeweging te berekenen aan de beide ooren, aantoonen dat inderdaad bij elke richting een bepaald stel geluidsbewegingen behoort, en omgekeerd, dan is het waarschijnlijk, dat daarin de verklaring gezocht moet worden. Daarbij moet in acht genomen worden de schaduwwerking van het hoofd, die aanleiding geeft tot een intensiteitsverschil aan beide ooren. Dit intensiteitsverschil hangt inderdaad van de invalrichting af en men zou op die wijze tot een juiste bepaling kunnen komen, daar het tijdsverschil en het intensiteitsverschil te samen uitsluitel kunnen geven omtrent de richting (in horizontaal vlak bijv. voor af achter).

Het intensiteitsverschil, zou dan volgens een der gangbare opvattingen een verschil in timbre teweegbrengen. Voor zuiver sinusvormige golven gaat dit echter niet op.

Een andere mogelijkheid is ook nog dat het eene oor, door den schedel heen, invloed uitoefent op het ander en dat dit meehelpt tot het bepalen van de juiste richting.

Sommige schrijvers staan zelfs thans nog op het standpunt, dat de richtingsbepaling uitsluitend zou afhangen van het intensiteitsverschil. Daarmede is echter in strijd het volgende experiment. Door twee telefonen worden stroomen gezonden van hetzelfde karakter. Naarmate het tijdsverschil van de stroomen in de beide telefonen veranderd wordt, wijzigt zich ook de richtingsindruk geheel overeenkomstig de theorie van het tijdsverschil.

Verandering van de sterkte van den stroom in een der telefonen wijzigd den richtingsindruk nagenoeg niet. Dit vormt een zeer sterk argument voor de theorie van het tijdsverschil, die een van haar warmste voorvechters vindt in Prof. E. M. v. Hornborstel te Berlijn, die in Psychologische Forschung Band IV, 1923, en in Jahresbericht über die gesamte Physiologie 1922, uitvoerige besprekingen over deze kwestie geeft. Volkomen beslissende experimenten zijn tot nog toe niet gepubliceerd. De vraag is ook of een mechanische (physische) verklaring mogelijk is, daar per slot van rekening de richtingsindruk enz. ontstaat door een proces dat zich in het centrale zenuwstelsel afspeelt. De physicus kan slechts de opgewekte mechanische bewegingen aangeven en de inwerking van deze bewegingen op de hersenen ligt op physiologisch en psychologisch terrein.

Dr. A. KOERTS.

Vereenigingsnieuws van de N. V. V. R.

Adres van het Secretariaat :

Columbusstraat 187, den Haag.

Adres van de Bibliotheek :

Goudenregenstraat 202, den Haag.

Adres van het Instrumentarium :

H. B. S. Stadhouderslaan, den Haag.

Vraagt als ge geen lid eener afdeeling zijt, aan het Secretariaat het adres van den afdeelings-Secretaris in uw woonplaats.