

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, Obrechtstraat 104/6, den Haag.

INHOUD: Een praktische ontvanger zonder terugkoppelspoel. — Effectieve of gemiddelde stroom bij acculaden met gelijkgerichten wisselstroom? — Toestel voor kleine antennes en ramen. — Waarom balansversterking? — Selectiviteit en vervormingsvrijheid bij telefonie-ontvangers. — De zender van het Philipslaboratorium. — Radiolampen. — Verbeteringen. — Het probleem der korte-golf-verbindingen. — Dun transformator-blik. — Vereenigingsnieuws.

Een praktische ontvanger zonder terugkoppelspoel

Door Ir. H. O. ROOSENSTEIN.

Het is reeds lang geleden, dat de heer Corver mij verzocht eens iets te schrijven over een eenvoudigen primair-ontvanger, die de merkwaardigheid heeft, zonder terugkoppelspoel te werken.

Den oorspong van het schema kan men terugvinden in Radio-Nieuws 1924, blz. 118 e.v., waar besproken wordt het effect van een smoorspoel in den voorroosterketen van een dubbelroosterlamp. Destijds besteedde ik weinig aandacht aan de mogelijkheid om met een schema volgens dit principe te ontvangen: een voorloopige proef, die negatief resultaat opleverde, was de eenige prestatie op dit gebied.

Eenige maanden later publiceerde de heer Leistra eenige gegevens over een ontvanger, die van 360 tot 2600 M. ontving met één terugkoppelspoeltje door gebruikmaking van een smoorspoel in den voorroosterkring. ¹⁾ De conclusie, die hieruit te trekken valt is deze: wanneer een ontvanger met zóó weinig inductieve terugkoppeling werken kan, zal het heelemaal zonder ook wel gaan.

Ik herhaalde dus de oude proef; echter met dit verschil, dat de terugkoppelcondensator niet aan de roosterzijde, doch aan de

¹⁾ R.-N. Juli 1924.

spoelzijde van den roostercondensator aangesloten werd. Daardoor bleef dus de eigenlijke capaciteit van het 2e rooster onveranderd en werden bovendien nog eenige oorzaken uitgeschakeld, die de eerste proef deden mislukken. Bovendien bleek de destijds gebruikte smoorspoel voor de gebezigde golflengte van zéér inferieure kwaliteit te zijn.

't Succes was direct volkomen en alle spoelen die op 't gewone honinggraattoestel genereerden, deden 't hier ook met een terug-

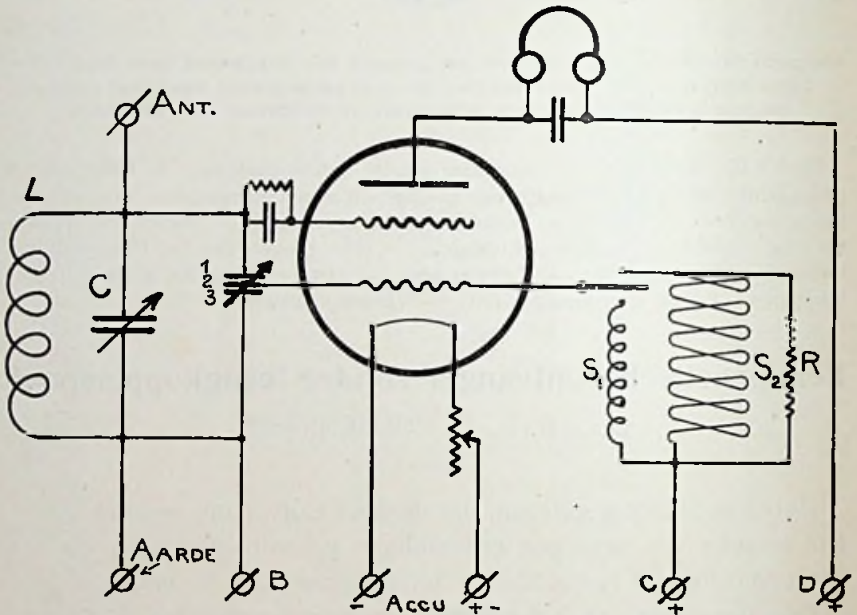


Fig. 1

koppelcapaciteit van nog geen $100 \mu \mu F$. Alleen, ze waren dikwijls niet uit genereeren te krijgen, wat heel verklaarbaar was, omdat, ook bij terugkoppeling op nul, nog steeds de inwendige lampcapaciteit het genereeren onderhield. Het was dus noodig, de spanningen, die op het 1e rooster als gevolg van de smoorspoel ontstaan, een anderen uitweg te geven — een uitweg, die groot moet zijn, wanneer de terugkoppeling klein is, en omgekeerd.

Hoe dit practisch opgelost is, zullen wij verklaren aan de hand van de

Beschrijving van het toestel van fig. 1.

De figuur toont een primairen éenspoelontvanger waar LC in verbinding met de antenne den afgestemden kring vormt. Verder worden de klemmen C en D aan punten van de hsp.batterij gelegd en klem B aan + of — accu of aan een punt van de hsp.batterij. Dit

laatste dient om het tweede rooster minder negatief te maken, wat de gelijkrichting verbetert. Het is (niet alleen in dit schema) beter, het rooster b.v. aan + 8 Volt te leggen via een lekweerstand van 20 megohm, dan aan + 4 Volt via 10 megohm.

In beide gevallen is de roosterspanning vrijwel dezelfde, doch in 't eerste kan de gelijkgerichte stroom moeilijker weglekken.

De terugkoppeling geschiedt door den differentiaalcondensator 123. Daarvan is 2 de draaibare plaat, terwijl 1 en 3 vast zijn.

De capaciteit tusschen 1 en 2 veroorzaakt de terugkoppeling, terwijl 2-3 de bovenbedoelde uitweg voor de voorroosterspanning is. De condensator kan zijn van het gewone type met twee stel vaste platen (fig. 2), maar is ook eenvoudig te constueeren op de wijze, die fig. 3 aangeeft. Noodig: twee fotografische platen, dikte ca. 1,2 m.m., een stukje celluloid en wat bladtin. Ondersteund op een volkomen vlak metalen blokje, wordt in één der glasplaten met een zéér harde boor²⁾ een gaatje geboord, waaromheen de plaat moet draaien.

De onderkanten van de platen worden met bladtinsectoren van

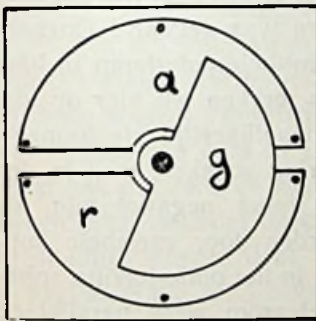


Fig. 2

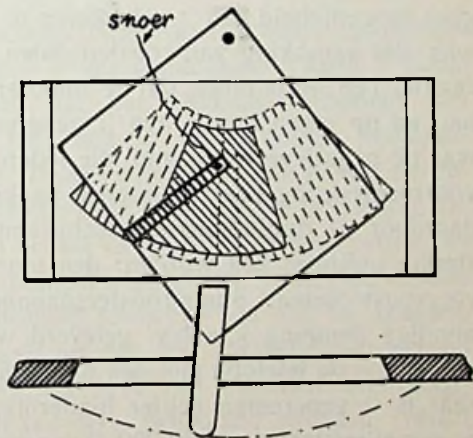


Fig. 2

ca. 35 c.M.² oppervlakte beplakt (met schellak). Het celluloid-handvat steekt door een smalle gleuf uit de frontplaat. De instelling is volkomen vrij van handeffect.

In den voorroosterkring zijn, door een schakelaar verwisselbaar, opgenomen twee smoorspoelen S_1 en S_2 . Spoel S_1 dient voor de korte golven van 20 tot 1400 Meter. Men kan bewijzen, dat de eigen capaciteiten van gelijkvormige spoelen zich verhouden als

²⁾ Desnoods gloeien met geelbloedloozout en harden door snel indompelen in kwik of 2 % zwavelzuur oplossing.

hunne overeenkomstige afmetingen. Daarom is deze spoel gewikkeld op een kokertje, van slechts $4\frac{1}{2}$ m.M. dikte, lang 11 c.M. De draad is gëmailleerd, dik 0,7 m.M., gewikkeld in korte, kegelvormige laagjes, langzaam vooruitgaande.

Daardoor komen nooit twee punten van groot potentiaalverschil de wikkeling bedraagt misschien $1\frac{1}{2}$ m.M. Voor ontvangst van de ultra-korte golven, zal 't aan te bevelen zijn, draad te nemen met zijde isolatie.

Vër boven de eigen golflengte van een smoorspoel kan men niet ontvangen: we krijgen dan 't eigenaardige geval, dat spoel L méér zelfinductie krijgt dan S_1 en dus „smoorspoel” wordt.

Door draaien aan C kan men de golflengte dan niet meer verhoogen. Daarom leek 't gewenscht een aparte lange-golfsmoorspoel bij te voegen.

Spoel S_2 is gewikkeld van draad van 0,1 m.M. — heelemaal niet capaciteitsvrij (lage eigenfrequentie) — op een klosje lang 2 c.M., diameter 3 c.M. De eigen golflengte bedraagt ca. 20 K.M. Toen deze spoel voor 't eerst geprobeerd werd, scheen 't toestel met geen mogelijkheid aan 't genereeren te krijgen, maar 't zonderlinge was ,dat aanraking van roosterdraden zéér zacht klokken veroorzaakte. Ten slotte bleek, dat de smoorspoel er den brui van gegeven had en op eigen hotje aan 't genereeren was gegaan! Oorzaak was de negatieve weerstand, die iedere dubbelroosterlamp in haar voorroosterkring bezit. Tusschen haakjes merken wij hier op, dat daardoor de dubbelroosterdetectorlamp tegelijkertijd als toonversterker gebruikt kan worden: den toonkring schakele men in den voorroosterketen. Stuur-roosterspanning moet negatief zijn, de noodige demping kan b.v. geleverd worden door variabele koppeling van de telefoon met den toonkring. In het onderhavige apparaat is 't genereeren echter hinderlijk; daarom werd parallel op S_2 een silietstaafje van 60.000 Ω aangesloten. Zooals te verwachten was, werd nu geen hinder meer ondervonden, en werkte het toestel schitterend op alle golven van 25000 tot ca. 300 M. In de buurt van 300 M. werd de groote eigen capaciteit van S_2 hinderlijk; ik ontving dan ook liever de golven van 1000 M. tot ca. 30 M. met S_1 .

Het apparaat, dat ik maakte, was oorspronkelijk bedoeld voor golflengten van 100—25.000 M., maar bij een experiment ten huize van den heer Corver bleek het nog te genereeren over 't geheele meetbereik van den condensator met een spoel, waarvan de minimum golflengte ca. 20 M. bedroeg. De geluidsterkte bleek daarbij iets grooter te zijn dan 't eigen toestel van den heer Corvër op die antenne leverde. M.i. is dit aan de een of andere constructie- of

lamptoevalligheid te wijten. Ik memoreer het feit alleen even om te bewijzen, dat een dergelijk toestel in niets onderdoet voor een normaal teruggekoppeld apparaat.

Verder is 't schema van fig. 1 alleen te beschouwen als een voorbeeld, dat op vele wijzen gemodificeerd kan worden. Men kan 't toestel uitrusten met serie-parallelschakelaar van den antennecondensator. Men kan 't gebruiken als secundair-apparaat van een inductieven ontvanger, waarbij dan 't primaire gedeelte er los naast gezet kan worden. Ook kan 't dienen als zwevingstoestel en men zal in alle gevallen bemerken, dat de capaciteive terugkoppeling niet een surrogaat is voor de inductieve, maar in alle opzichten gelijkwaardig, zoo niet beter is. Een en ander is de oorzaak geweest, dat bij mij de inductieve terugkoppeling, naar ik hoop voorgoed, heeft afgedaan.

Effectieve of gemiddelde stroom bij acculaden met gelijkgerichten wisselstroom?

Deze vraag is wel van belang. Heeft de maximale laadstroom beteekenis als effectieve waarde of als gemiddelde waarde? Haast algemeen wordt aangenomen dat het weekijzerinstrument niet boven den maximumstroom mag komen, omdat anders beschadiging der platen zou optreden. Zooals bekend, is dan echter de gemiddelde waarde (draaispoelmeter) ver beneden het maximum. De heer Hellingman gaat in zijn artikel in R.-N. no. 8 nog verder, en neemt aan dat zelfs de stroomtoppen beneden het maximum moeten blijven. Men ontmoet deze meening trouwens ook wel bij anderen. Haast altijd worden deze regels als van zelf sprekend aangegeven en argumentatie ontbreekt. In het boek van Eikendal over accumulatoren, waarin ook gelijkrichters behandeld worden, wordt hierover ook al niet veel gezegd.

Nu zijn er vele bezwaren verbonden aan het „laden op effectieven stroom”. Immers maatgevend voor de opgenomen lading is de gemiddelde stroom. Deze wordt meestal de helft van het maximum toelaatbare bedrag, en het laden duurt dus twee maal zoo lang, als wanneer men alléén op den draaispoelmeter let. Ten eerste is deze langere tijdsduur al een bezwaar op zich zelf. Maar bovendien bedenke men nog, dat nu ook de transformator van den gelijkrichter tweemaal zoo lang in bedrijf is, dus dat men tweemaal zoveel ijzerverlies op den electriciteitsmeter geregistreerd krijgt. Vooral bij eenigzins groote, en zelfgebouwde transformatoren is

dus het „laden op gemiddelde waarde” een belangrijke besparing, maar het wordt natuurlijk onvoorzichtig genoemd.

Dan is het vraagstuk ook nog van belang in verband met het rendement van den gelijkrichter zelf. Zooals in het aangehaalde artikel is afgeleid, valt noodlottigerwijze een hoog rendement juist samen met een ongunstigen stroomvormfactor. Men zou dus vrij effectieve gelijkrichters kunnen bouwen, als men zich maar niets behoefde aan te trekken van dien vormfactor, wat dus practisch daarop neer zou komen dat men een papiertje over den weekijzer-meter plakt, en alleen naar den gelijkstroommeter oordeelt.

Een en ander deed mij reeds vroeger uitzien naar argumenten vóór het laden op gemiddelde waarde.

De effectieve stroom is maatgevend voor de ontwikkelde warmte in de cel, dus voor de temperatuur. Inderdaad mag een accu niet te warm worden. Maar nu een practische proefneming. Wanneer men een accu van het bekende type: 4 Volt, 13 tot 20 A.U., laadt met gelijkgerichten stroom 1.3 Amp. gemiddeld (het maximum volgens opgave), vindt men hoogstens een temperatuurverhoging van 1,5° Celcius in de cel. De effectieve stroom was nu ongeveer tweemaal zoo groot als de normale, de warmteontwikkeling dus viermaal. Nu maakt de accu door de verschillende jaargetijden schommelingen van meer dan 10° door. Het lijkt mij dus, dat de effectieve stroomwaarde uit een oogpunt van warmte-ontwikkeling van niet zooveel belang is, als algemeen wordt aangenomen. Ieder die er zijn accu aan „wagen” wil, kan deze proef met een gelijkrichter gemakkelijk herhalen.

Als nu van de warmteontwikkeling geen gevaar te duchten is, blijft over het gevaar van te snelle ontleding. Zooals bekend is, wordt bij lading in de platen zwavelzuur ontwikkeld, dat zich regelmatig door de poriën naar buiten beweegt, waardoor het zuurgewicht onder de lading toeneemt. Binnen in de poreuse platen is de concentratie dus het hoogst. Bij laden met te sterken gelijkstroom wordt zooveel zuur ontwikkeld, dat de concentratie daar te hoog wordt. De platen worden dan aangegrepen onder vorming van sulfaat, dat niet oplosbaar is in het zuur. De poriën worden gevuld, dus de capaciteit neemt af, en bovendien zetten de platen (vooral de positieve) daardoor uit met het gevolg: verbrokkeling.¹⁾

Een en ander is dus het gevolg van te snelle electrolyse, dus te

¹⁾ In aanmerking is ook nog te nemen de snellere gasontwikkeling bij grootere stroomsterkte, waarvoor evenwel o.i. dezelfde redeneering geldt als door den schrijver hier gevolgd. — Red.

sterken gemiddelden stroom. De effectieve waarde valt hier buiten beschouwing. Maar zou het nu van invloed zijn, of de stroom zuiver gelijk of pulseerend is ?

Stel, men laadt een accu met pulseerenden stroom, waarvan de gemiddelde waarde juist de maximum laadstroom bedraagt. Dan is er in elke periode een oogenblik, waarin de concentratie in de poriën boven het toelaatbare komt. Maar direct daarop komt een rustpauze, waarin weinig of niets ontwikkeld wordt. Daarin kan het zuur zich des te sneller verspreiden, terwijl de concentratie toch nog iets onder het gemiddelde moet blijven. Gedurende de stroom-maxima bestaat dus een „concentratie-verval” dat hooger dan normaal is, dus snelle verspreiding. De vraag is nu, of gedurende deze korte oogenblikken, toch de platen nog juist even worden aangetast, een vraag die alleen practisch onderzoek kan beantwoorden. Bevestiging zou dus moeten blijken uit sulfatering, verbrokkelen en afnemen van de capaciteit.

Nu volgen hier de resultaten van een proef. Ik bezit een accu van het bekende type: 4 Volt, 13 tot 20 A.U. bij 1,3 tot 0,5 A. stroomafname. Maximum laadstroom 1.3 A. Deze accu is 5 jaar lang regelmatig gebruikt (gemiddeld ééns per anderhalve maand geladen). Steeds werd geladen met 1 à 1,3 A. gemiddelde stroom, overeenkomend met ca. 2 A. effectief. Na de laatste volledige lading werd de accu door omstandigheden 1 maand niet gebruikt. Daarna werd hij over een weerstand ontladen met een constanten stroom van 0.75 A. slechts onderbroken door één pauze van een nacht. Na 22 uur was de spanning 3,6 Volt, en werd de ontlading dus niet meer voortgezet. Afgegeven zijn dus 16.5 A.U., terwijl men van de nieuwe accu zou verwachten ongeveer 17.5 A.U.

Bij wederopladen werden constante spanning en zuurdichtheid verkregen na 19 uur met 0.95 A. plus 2 uur met 0.6 A. (Het zuur liep op van 1.10 tot 1.21, wat wel wat laag genoemd mag worden.) Opgenomen capaciteit is dus 19.2 A.U., misschien wat laag, in verband met het te zwakke zuur.

Intusschen kan men toch niet zeggen dat deze resultaten wijzen op schade, door het laden op gemiddelden stroom. Te minder daar de platen geen spoor van uitzetting vertoonen en de positive platen prachtig donker zijn, behoudens hier en daar een wit stipje.

Nu moet natuurlijk toegegeven worden, dat deze proef niet als absoluut doorslaggevend beschouwd mag worden. Dezelfde getallen, voor 5 jaar terug zouden ook bekend moeten zijn, en bovendien zouden nog meer accu's aan den tand gevoeld moeten worden.

Toch leek het mij wenschelijk de zaak ook eens van deze zijde te bezien, omdat de angst voor den weekijzermeter bij velen alleen maar berust op vermoedens, terwijl men van praktische ervaringen weinig of niets hoort. Misschien dat andere lezers daar echter van weten te vertellen.

4 Sept. '25.

H. v. SUCHTELEN.

Verbetering.

In Radio-Nieuws n. 8, in het artikel „accu-laden met gelijkgerichten wisselstroom” bladz. 240 is in de eerste formule een zetfout blijven staan. Men leze:

$$i_g = \frac{1}{2\pi} \int_{\varphi}^{\pi - \varphi} i d\alpha = \int_{\varphi}^{\pi - \varphi} \frac{(E_o \sin \alpha - E_a)}{2\pi R} d\alpha = \frac{2 E_o \cos \varphi - E_a (\pi - 2\varphi)}{2\pi R}$$

Toestel voor kleine antennes en ramen.

Op verzoek van eenige mede-amateurs hierbij het schema van het toestel, beschreven in het Oct.-nummer van R.-N. (fig. 1). Het schema is geteekend voor raamontvangst, met proefondervindelijk zéér voldoende resultaat bij c.a. 15 M². gezamenlijk windingsoppervlak.

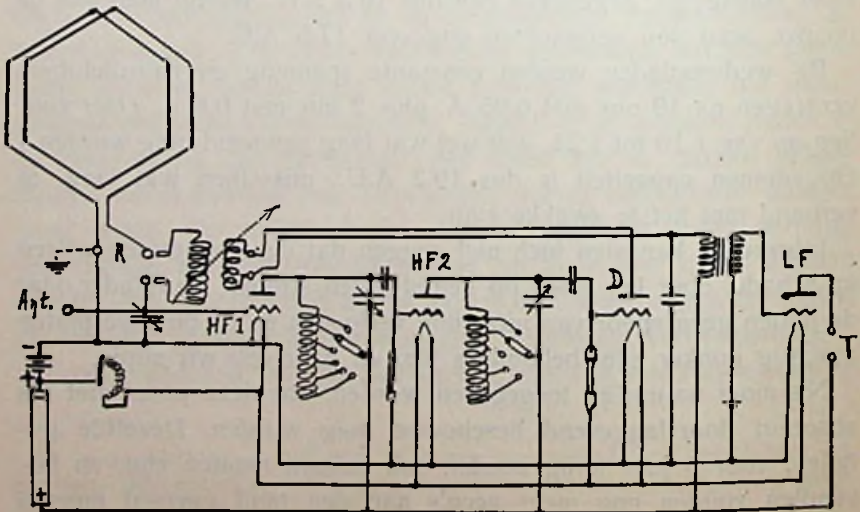


Fig. 1

Voor kleine antennes, deze aan „Ant.” te verbinden.

Bij grootere, zelfde aansluiting en batterij aarden.

Een groote vereenvoudiging in de behandeling levert fig. 2, een variant op het deel tusschen 1e h.f. lamp en detector. Aangezien de smoorspoel-waarden nog niet voldoende, zijn uitgeprobeerd,

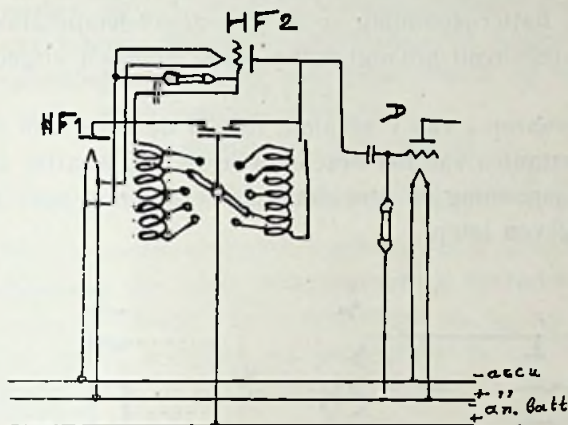


Fig. 2

kunnen deze nog niet worden medegedeeld. Inplaats van 2 schakelaars voor spoelaftakking en 2 condensatoren, bevat deze variant slechts 1 knop, waarmee de aftakkingen van *beide* h.f. smoorspoelen worden geschakeld.

20-10-'25.

H. MAK.

Waarom balansversterking?

door Dr. A. KOERTS.

Reeds eenigen tijd was ik van plan de bovenstaande vraag eens in Radio-Nieuws te behandelen en te beantwoorden. Het artikeltje van Dr. Koomans in Radio-Nieuws van 1 October gaat over dezelfde kwestie, doch gaat niet in op de mathematische behandeling die noodig is om de werking van de push-pull in haar geheel te overzien. Daarom schijnen, ook na de heldere uiteenzetting die Dr. Koomans geeft, doch die, zooals hij zelf opmerkt, niet alle finesses kan geven, eenige wiskundige beschouwingen nog wel op hun plaats. De theorie is betrekkelijk eenvoudig en men kan alle ontwikkelingen, die noodig zijn reeds vinden in een artikel van J. Carson in Proceedings of the Institute of Radio-engineers van April 1919. Ik zal hier echter gemakshalve toch weer bij het begin beginnen.

Wij gaan uit van het eenvoudige schema van figuur 1, dat geen verdere toelichting behoeft en zullen berekenen het spanningsafval, dat in den weerstand R optreedt wanneer de roosterspanning v_r verandert met een bedrag v . Noemen wij de met v corresponderende verandering in den plaatstroom i , dan is duidelijk, dat zoolang de batterijspanning en de gloeidraad-temperatuur dezelfde blijven, i uitsluitend afhangt van v , of symbolisch uitgedrukt

$$i = f(v).$$

De wijze waarop i van v afhangt, of wel de vorm van f , hangt af van de constanten van het beschouwde stelsel, waarbij de waarden van batterijspanning en gloeidraadtemperatuur in onze macht zijn bij een gegeven lamp.

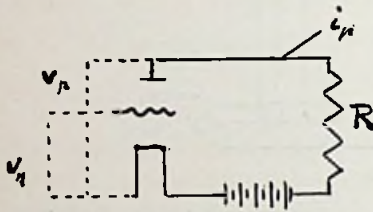


Fig. 1

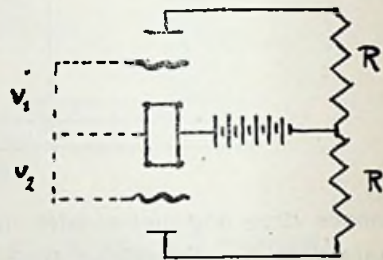


Fig. 2

Hoe echter die afhankelijkheid ook is, m.a.w. hoe f ook uitvalt, wij kunnen steeds $f(v)$ voorstellen door een formule van den volgenden aard:

$$i = f(v) = a_1 v + a_2 v^2 + a_3 v^3 + a_4 v^4 + \dots \quad (1)$$

Stellen wij hierin $v=0$, dan is ook i gelijk nul, wat klopt met onze definitie van v en i als veranderingen van roosterspanning en plaatstroom. Het spreekt van zelf, dat de constanten a_1 , a_2 enz. behooren bij een bepaalde instelling van de batterijspanningen, van den weerstand R en van de roosterspanning. Houden wij echter al deze instellingen vast, dan kunnen wij a_1 , a_2 , a_3 , enz. als constanten beschouwen, wel te verstaan als constanten van het geheele stelsel en niet van de lamp alleen.

Is nu v een kleine wisselspanning, bijvoorbeeld

$$v = v_0 \sin \omega t,$$

dan vinden wij door substitutie van deze waarde in (1)

$$\begin{aligned} i &= a_0 v_0 \sin \omega t + a_2 v_0^2 \sin^2 \omega t + a_3 v_0^3 \sin^3 \omega t + \dots \\ &= \frac{1}{2} a_2 v_0^2 + \left(a_0 + \frac{3}{4} a_3 v_0^2 \right) v_0 \sin \omega t - \frac{1}{2} a_2 v_0^2 \cos 2 \omega t + \\ &\quad \frac{3}{4} a_3 v_0^3 \sin 3 \omega t + \dots \end{aligned}$$

Behalve de oorspronkelijke wisselspanning met frequentie $n = \frac{\omega}{2\pi}$ waaruit de spanningsverandering aan het rooster bestond, vinden wij dus in de verandering van het spanningsafval componenten met frequentie $2n, 3n$, terwijl bij voortzetting der berekening de termen met v^4, v^5 , enz., wisselspanningen met frequentie $4n, 5n$, enz. leveren. Bovendien geven alle even machten aanleiding tot een spanningsverandering met frequentie 0, of wel een verandering in de gelijkspanning. Stelt men

$$v = v_0 \sin \omega t + v_1 \sin \omega_1 t,$$

dan blijkt, dat de z.g. zwevingstoon, met frequentie $\frac{\omega - \omega_1}{2\pi}$, alleen afhangt van de termen met even machten van v . Zouden deze ontbreken, dan zou dus geen detectorwerking optreden, zoodat de detectorwerking afhangt van de constanten a_2, a_4, a_6 , enz. waarbij de invloed van a_2 verreweg het belangrijkste is.

Beschouwen wij nu het stelsel van figuur 2.

Wij zullen aannemen dat de beide lampen precies gelijke karakteristieken bezitten en dat ook alle andere grootheden gelijk zijn. Noemen wij dan de spanningsveranderingen aan het rooster der lampen resp. v_1 en v_2 en de veranderingen in de plaatstromen i_1 en i_2 dan krijgen wij:

$$R i_1 = a_1 v_1 + a_2 v_1^2 + a_3 v_1^3 + a_4 v_1^4 + a_5 v_1^5 + \dots$$

$$R i_2 = a_1 v_2 + a_2 v_2^2 + a_3 v_2^3 + a_4 v_2^4 + a_5 v_2^5 + \dots$$

Het spanningsverschil tusschen de punten A en B is dan $R(i_2 - i_1)$, terwijl de spanningsveranderingen aan de roosters evengroot doch tegengesteld zijn, zoodat $v_2 = -v_1 = v$. Wij vinden dan

$$V = R(i_2 - i_1) = 2a_1 v + 2a_3 v^3 + 2a_5 v^5 + \dots$$

De even machten zijn dus verdwenen. Daar deze even machten de even harmonischen leveren, blijven alleen de oneven harmonischen over.

De lezer zal gemakkelijk kunnen nagaan in hoeverre deze resultaten veranderen indien de constanten der lampen niet precies gelijk zijn, doch, zooals in de praktijk onvermijdelijk is eenige verschillen vertoonen. De tweede macht van v kan men altijd wegwerken.

Zouden a_3, a_5 , enz. gelijk nul zijn, dan zou v eenvoudig evenredig zijn met v , en er zou geen sprake zijn van vervorming, daar a_1 onafhankelijk is van de frequentie. Was R geen ohmsche weerstand, doch een of andere impedantie, dan zou a_1 wel van de frequentie afhangen; doch de vervorming zou dan „lineair” zijn en hiervoor behoeven wij niet zoo erg bang te zijn (zie R.-N., Maart,

April, Mei 1925). Erger is de aanwezigheid van de hogere machten van v_1 zooals in het aangehaalde artikel in R.-N. is betoogd.

Deze geven namelijk aanleiding tot de in de genoemde nrs. van Radio-Nieuws besproken „niet-lineaire” vervorming, die geheel nieuwe tonen voortbrengt, die in het oorspronkelijke geluid niet aanwezig waren. Deze niet lineaire vervorming is daarom zoo hinderlijk, omdat de nieuw gevormde tonen niet uitgezeefd kunnen worden. Elk der termen van (1) levert (behoudens de eerste) zijn aandeel tot deze vervorming en daar in het algemeen de termen voortdurend in grootte afnemen is het duidelijk dat de 2de term een sterkere vervorming zal veroorzaken dan de 3de, vooral bij betrekkelijk geringe waarden van v . De na den eersten term komende termen zijn daarom in (2) van geringere beteekenis dan in (1), zoodat (2) een veel minder vervormd geluid representeert dan (1).

Alleen wanneer v een zoo groote waarde krijgt, dat de term $a_3 v^3$ gaat overwegen boven $a_2 v^2$ geeft de balansversterking niet veel effect meer wat zuiverheid van geluid betreft. Voor het zoover is moet er echter heel wat gebeuren en bij normale signalen is de verbetering door de push-pull onbetwistbaar.

Men ziet gemakkelijk in, dat dit in elk geval niet zal optreden vóór

$$|v| > \frac{a_2}{a_3}.$$

Dan echter is de door ons aangenomen ontwikkeling (1) geen goede benadering meer van de karakteristiek van het stelsel volgens fig. 1 en de praktijk wijst uit dat wij met dat geval geen rekening behoeven te houden, daar te sterke overbelasting altijd uit den booze is.

Wij kunnen de constanten a_1 , a_2 , enz., van verg. (1), die constanten zijn van het geheele stelsel van fig. 1, met inbegrip van den weerstand R betrekkelijk gemakkelijk uitdrukken in de meer gebruikelijke en minder speciale constanten van de lamp.

Stellen wij dan, in de onderstelling dat de instellingen van de constante rooster- en plaatsspanningen dezelfde zijn als in figuur 1, zoodat de plaatbatterij een spanning heeft gelijk aan de spanning van de batterij in fig. 1 verminderd met het spanningsafval in R , de verandering in den plaatstroom i als functie van de verandering in de roosterspanning v voor als volt:

$$i = b_1 v + b_2 v^2 + b_3 v^3 + \dots,$$

dan bestaan tusschen de a 's en de b 's de volgende betrekkingen:

$$a_1 = \frac{k b_1}{1 + R b_1}$$

$$a_2 = \frac{k^2 b_2}{(1 + R b_1)^3}$$

$$a_3 = -2 \frac{k^3 R b_2^2}{(1 + R b_1)^5} + \frac{k^3 b_3}{(1 + R b_1)^4}$$

Hierin beteekenen b_1 , b_2 , enz., niets anders dan

$$\frac{d i_p}{d v_p}, \frac{1}{2} \frac{d^2 i_p}{d v_p^2}, \frac{1}{3!} \frac{d^3 i_p}{d v_p^3} \text{ enz.,}$$

terwijl uitgegaan wordt van de onderstelling dat de plaatstroom i_p kan worden voorgesteld als een functie van $k v_r + v_p$, waarin v_r en v_p resp. rooster- en plaatspanning zijn.

Deze betrekkingen zijn hier gegeven omdat zij ons een inzicht geven in de omstandigheden, die de niet lineaire vervorming bepalen.

Bij de balansversterking kwam als tweede term der reeks de uitdrukking $a_3 v^3$ en deze bepaalde in hoofdzaak de vervorming. Daar b_1 steeds positief is en b_3 steeds negatief, bestaat a_3 steeds uit twee negatieve termen. Wij kunnen daarom a_3 slechts klein houden door deze termen afzonderlijk klein te houden. Den eersten term kunnen wij zoo klein mogelijk maken door de instelling zoo te kiezen dat b_2 zoo gering mogelijk is. Daar b_2 bij ontvangst zonder roostercondensator de detectorwerking bepaalt, kunnen wij dit bereiken door bij instelling op de voor versterking gewenschte plaatspanning de roosterspanning zoo te regelen, dat de detectorwerking zoo gering mogelijk is.

Verder zien wij dat door R zéér groot te kiezen de beide termen van a_3 verkleind kunnen worden.

Daar b_1 niets anders is dan $1/R_1$, waarin R_1 de z.g. inwendige weerstand is, kunnen wij ook schrijven:

$$a_3 = -2 \frac{k^3 R R_1^5 b_2^2}{(R_1 + R)^5} + \frac{k^3 R_1^4 b_3}{(R_1 + R)^4}$$

$$\text{of als } R = (x - 1) R_1$$

$$a_3 = -2 \frac{k^3 (x - 1) R_1 b_2^2}{x^5} + \frac{k^3 b_3}{x^4}.$$

De vervorming neemt dus af met de 4de macht van x en het is ten zeerste gewenscht bij den bouw van weerstandsversterkers den weerstand zoo groot mogelijk te nemen. Men meene niet dat de versterking hierdoor achteruit zal gaan omdat het met het oog op de energie die de lamp aan den weerstand R leveren kan gewenscht is $R = R_1$ te nemen. Immers het is er volstrekt niet om

te doen, zooveel mogelijk energie in R te krijgen, tenzij R in den plaatkring van de laatste lamp is geschakeld, maar om zooveel mogelijk energie aan den roosterkring van de volgende lamp te leveren en dit rooster een zoo groot mogelijke spanningsvariatie te geven.

Een bezwaar van zeer groote weerstanden wordt natuurlijk de hooge batterijspanning.

Het spreekt van zelf, dat wat hierboven over een balansversterker met weerstanden is gezegd, in beginsel ook geldt voor versterkers met transformatoren. De weerstandversterker werd alleen gekozen omdat de berekeningen dan iets eenvoudiger uitvallen.

Op eenige met het voorgaande samenhangende kwesties hoop ik binnenkort terug te komen.

Selectiviteit en vervormingsvrijheid bij telefonie-ontvangers.

In „The Electrician” besprak prof. G. W. O. Howe onlangs een actueel probleem bij de omroepontvangst, de kwestie n.l. dat bij al te groote afstemscherpte van de ontvangers de kwaliteit der telefonie-ontvangst achteruitgaat.

Groote afstemscherpte is anders juist een voornaam ding in een toestel, wil dit in staat zijn, storende stations „uit te stemmen”.

Zoo staat men hier voor een tegensrijdigheid, die reeds sedert het begin van den omroep den denkenden toestelbouwer heeft bezig gehouden.

Ten einde in het vraagstuk dieper door te dringen, dient men zich de vraag te stellen *hoe het komt* dat groote afstemscherpte van den ontvanger tot minder goede weergave van telefonie dreigt te voeren?

Gewoonlijk beschouwt men dit vraagstuk aldus, dat bij niet-bespreking van een telefoniezender een zuiver ongedempte draaggolf uitgaat, van een frequentie, die we f zullen noemen en dat, wanneer modulatie plaats heeft door een geluidstrilling van frequentie p , drie verschillende golflengten gaan optreden, n.l. van frequenties f , $f - p$ en $f + p$. Prof. Howe onderstelt, dat de geluidsfrequentie p tot 50.000 kan bedragen voor zeer hoge tonen. Dát is een merkwaardige, nog veel voorkomende vergissing. Ieder kan er zich met behulp eener genereerende lamp van een golfmeter gemakkelijk van overtuigen, dat een toon van frequentie 15.000 al voor de meeste menschen onhoorbaar is en hogere tonen dus geen

directe rol spelen voor ons gehoor. Overigens is dit voor de beschouwing niet principieel. Voor lage tonen is p klein en zullen $f - p$ en $f + p$ weinig van f verschillen. Maar voor de hoge tonen kunnen (als men aanneemt, dat $p = 15.000$ werkelijk in de muziek voorkomt) $f - p$ en $f + p$ een verschil van 30.000 opleveren. Bij een golflengte van 300 meter is $f = 1$ miljoen. Dan worden $f + p$ en $f - p$ 1.035.000 en 935.000. Zij liggen dan 1.5 % boven en beden f . Bij een golflengte van 3000 meter is $f = 100.000$; $f + p$ en $f - p$ zijn dan 115.000 en 85.000 zoodat zij op deze langere golflengte 15 % van f gaan verschillen.

Wat zal nu bij de ontvangst gebeuren? Elke afwijking van de frequentie, waarop het toestel is afgestemd, heeft ten gevolge, dat de stroomsterkte in den ontvangkring *kleiner* wordt dan voor de frequentie, waarop men wél staat afgestemd. Waar de hoge tonen door sterker afwijkende radio-frequenties worden vertegenwoordigd, is de conclusie, dat die hoge tonen altijd *zwakker* zullen worden ontvangen dan de lage. En dit wordt erger, naar mate de afstemscherpte van het toestel grooter is. Want grootere afstemscherpte beteekent, dat de stroomsterkte voor de resonantie-frequentie des te meer uitsteekt boven de stroomsterkten voor afwijkende frequenties.

Prof. Howe toont aan, dat ook als men uitgaat van een geheel andere voorstelling van de „modulatie” van een telefonie-zender, toch door redeneering eenzelfde uitkomst wordt verkregen.

Men kan zich de modulatie toch ook aldus voorstellen: Zoo lang de telefoniezender werkt, zónder dat de microfoon geluiden opvangt, gaan van de antenne trillingen uit van één bepaalde frequentie en tevens van gelijkblijvende sterkte (amplitude); de ontvanger wordt dan op die „draaggolf” nauwkeurig afgestemd. Gaat men in de klankzaal de microfoon „bespreken”, dan kan men zich dit ook aldus voorstellen, dat hierdoor veranderingen ontstaan in de *sterkte* (amplitude) der uitgezonden trillingen, zonder dat de golflengte wordt gewijzigd. Deze sterkte-veranderingen zijn zeer samengesteld, aangezien zij bijv. al de verschillende tonen van een orkest moeten weergeven, en wanneer nu de trillingen, die in de ontvangkringen weer ontstaan onder invloed der aankomende ethergolven, niet nauwkeurig die sterkte-veranderingen volgen, zal de kwaliteit daaronder lijden.

Aangezien wij werken met afgestemde kringen en de frequentie nu geacht wordt *niet* te veranderen, zouden de stroomen in de ontvangkringen werkelijk geheel evenredig moeten zijn met de electromotorische krachten, door de aankomende golven opgewekt.

Een afgestemde kring evenwel bezit traagheid. Een eenmaal daarin in gang gezette trilling houdt een tijd aan. Dat is afhankelijk van de demping. Hoe kleiner de demping, hoe langer de trilling aanhoudt, maar ook hoe grooter de stroom wordt en hoe langer de stroom noodig heeft om zijn maximum te bereiken. Zeer snelle sterktevariatiën zullen dus zeer gering effect hebben op bijzonder goede kringen met weinig demping. Dat is dan ook de reden, waarom de demping der kringen bij sneltelegrafie niet beneden een zekere grens mag worden verkleind.

Aan den anderen kant moet men aan een kring, dien men gevoelig wil maken voor een bepaalde frequentie en ongevoelig voor elke andere, juist een zoo *klein* mogelijke demping geven, of dempingsreductie (bijv. door terugkoppeling) toepassen.

Deze andere beschouwing voert dus tot precies dezelfde tegenstrijdigheid in de eischen, aan een ontvanger te stellen. Om selectief te zijn moet hij weinig demping hebben. Om vervormingsvrij te ontvangen, moet hij groote demping bezitten.

De schrijver zet, om het geval zoo sprekend mogelijk te maken, een kleine berekening op over de eischen, die het verlangen naar selectiviteit aan een toestel stelt.

De afstemscherpte, die men noodig heeft om een bepaald station tegenover een ander uit te stemmen, hangt af van het frequentieverschil der twee draagtrillingen en van den afstand en de sterkte der zenders ten opzichte van elkaar. Als voorbeeld wordt genomen het geval van een luisteraar op $1\frac{1}{2}$ mijl van het station Glasgow (frequentie 710.000) die Bournemouth wenscht te ontvangen (freq. 780.000) dat 400 mijlen verwijderd is. Neemt men de twee zenders als even sterk aan en de ontvangsterkte als omgekeerd evenredig met den afstand, dan zal het plaatselijke station ongeveer 300 maal harder doorkomen dan het verwijderde. De eisch voor de afstemscherpte wordt dan deze, dat een trilling, die in frequentie slechts 9 % afwijkt, en 300 maal grootere spanningsamplitude bezit, toch slechts een stroom mag induceeren, die slechts een onbeteekenende fractie is van den stroom, geproduceerd door den verwijderden zender. Wij zullen aannemen, dat die fractie 3 % mag zijn.

Dan komt 't hierop neer, dat het toestel door een verstemming van 9 %, den ontvangen stroom van het plaatselijke station moet doen dalen op $1/9900$ ste van hetgeen die stroom zou zijn bij juiste afstemming. In ronde getallen: 10 % verstemming moet den stroom reduceeren tot het $1/10.000$ ste.

Prof. Howe berekent, dat dit hierop neerkomt, dat de werkzame

weerstand van den ontvanger van een éénkringtoestel maar 0.008 ohm mag zijn. Door terugkoppeling is wel de demping van een keten zoo ver te reduceeren, maar dan wordt die kring zeer traag, zoodat zeer snelle variaties heelemaal geen uitwerking zouden hebben en de kring lang zou noodig hebben om uit te slingeren. Groote vervorming zou dus optreden.

Bekijken wij de gevonden cijfers, dan spreekt de tegenstrijdigheid der eischen al zeer sterk. Zoeven werd berekend, dat in de buurt van 300 meter golflengte ter wille van onvervormde ontvangst een verstemming van 1.5 % geen merkbaar verschil in geïnduceerde stroomsterkte mocht geven. Daarna werd hierboven gevonden, dat ter wille van de selectie een verstemming van 10 % den geïnduceerden stroom tot 1/10.000ste moest verminderen. Neemt men met Captain Round aan, dat de ontvangst practisch goed blijft als een afwijking van 4000 perioden den geïnduceerden stroom niet verder dan tot op de helft doet dalen (ongeveer 0.5 % als $f = 780.000$) dan kan men berekenen, dat een éénkring-ontvanger, met zoodanige demping, dat een verstemming van 0.5 % den stroom niet beneden de helft brengt, ook bij een verstemming van 10 % den stroom niet beneden 0.03 doet dalen. Dan blijft die stroom ruim 300 maal meer dan wij voor de storingvrijheid zouden noodig hebben, want daarvoor moest de stroom 0.0001 van dien bij resonantie worden.

* * *

Uit het bovenstaande volgt, dat wanneer men door dempingsreductie (terugkoppeling) het éénkringtoestel zóó selectief wil maken, dat het aan de selectiviteitseischen voldoet, tevens de hoogere tonen van telefonie zóó verzwakt doorkomen, dat men een verschrikkelijke vervorming krijgt.

Is het dan geheel onmogelijk, selectiviteit en vervormingsvrijheid tegelijk te verkrijgen? Prof. Howe betoogt, dat men dit ideaal wel kan benaderen met een toestel met een aantal los met elkaar gekoppelde kringen. Men kan dan den weerstand (de demping) van elken opvolgenden kring zoo groot laten, dat een verstemming van 4000 perioden inderdaad voor de geheele cascadeschakeling een verzwakking geeft van niet meer dan de helft. En dan zal men ervaren dat ondanks die betrekkelijk groote demping tòch voor grootere verstemmingen dan 4000 perioden de stroom veel sneller afneemt dan voor een enkelen kring.

Dit wordt ook wiskundig aangetoond. En tenslotte wordt dan voor het voorbeeld van $\lambda = 380$ meter, $L = .80 \mu H$ en

$C = 0.0005 \mu F$ berekend 1o. hoe groot de weerstand moet zijn bij verschillend aantal met elkaar gekoppelde kringen om bij 0.5 % verstemming den stroom slechts op de helft te doen afnemen en 2o. hoeveelvoudig bij die weerstanden de stroomsterktevermindering wordt bij 10 % verstemming.

De uitkomsten zijn:

1o.: weerstand, waarbij 0.5 % verstemming de stroomsterkte niet beneden de helft doet dalen.

$R = 2.31$	ohm	met één kring
3.97	„	„ 2 kringen
6.1	„	„ 4 „
7.7	„	„ 6 „

2o.: verzwakking bij 10 % verstemming als de kringen bovenberekende weerstanden bezitten:

33	voudige verzwakking met 1 kring
337	„ met 2 kringen
4.060	„ „ 3 „
24.300	„ „ 4 „
600.000	„ „ 6 „

Aldus zou in het genomen voorbeeld een toestel met 4 los gekoppelde kringen aan de eischen voldoen. Bij een weerstand van 6.1 ohm per kring zou het geen ontoelaatbare vervorming geven en het storende station 24.000 voudig verzwakt weergeven terwijl 10.000 voudig voldoende was te achten.

In het algemeen zal bij gebruik van 4 los gekoppelde kringen de totale verzwakking zoodanig zijn, dat die practisch alleen zijn toe te passen als men er versterkerlampen tusschen plaatst. De eerste kring wordt de antenne, de tweede een los gekoppelde roosterkring van de eerste lamp enz.

* * *

De beschouwing voert dus tot een hoogfrequentversterker-schakeling met uitsluitend *los* gekoppelde afgestemde kringen. De lampweerstandenvormen dan een deel van den effectieven weerstand der kringen; maar die effectieve weerstand kan gereduceerd worden door terugkoppeling, hetzij toevallige terugkoppeling door strooivelden, hetzij opzettelijke.

Natuurlijk is een schakeling met een beheerschbare *opzettelijke* terugkoppeling hier het eenig juiste. Het is bepaald een vergissing, te meenen dat terugkoppeling op zichzelf voor telefonie-ontvangst verkeerd zou wezen. Integendeel, een volkomen beheerschte terugkoppeling van aanzienlijk beneden genereeren tot aan genereeren toe is een wezenlijke voorwaarde voor een succes-

vol werken met een toestel van het type, waartoe de redeneering van prof. Howe voert. De eigenschappen van zulk een systeem hangen af — zoowel wat selectiviteit als vervormingsvrijheid betreft — van den effectieven weerstand der kringen. Met dempingsreductie stelt men het juiste compromis in.

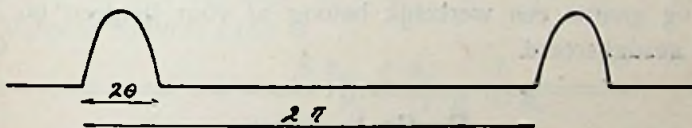
C.

De zender van het Philipslaboratorium.

Naar aanleiding van het stukje van den heer C.¹⁾ over onze beschrijving van een lab.-triode-zender van 200 KW. in het „Tijdschrift van het Nederl. Radiogenootschap deel II No. 5”, dient het volgende te worden opgemerkt.

Uit den aard der zaak wijkt de anodestroom van een zelf-oscillerende triode van den sinusvorm af, ook al bedraagt het nuttig effect niet meer dan 50 %, immers zonder krommingen in de karakteristiek aan te nemen, kan niet het ontstaan van een bepaalde amplitude verklaard worden.

Doordat de met den anodekring gekoppelde antennekring op een te verwaarloozen correctie na in resonantie is met de grondgolf (zoals theoretisch door omslagrekening en ook experimenteel blijkt, is deze afwijking zoo klein, dat praktisch de impedantie voor de grondgolf niet verschilt van den ohmschen weerstand), wordt deze in den antennekring echter zeer bevoordeeld.



Bij den stroomvorm dien wij aannamen (zie fig.) kan de amplitude van de n° harmonische voorgesteld worden door:

$$b_n = \frac{a}{n^2 - 1} \left\{ \frac{1}{n} (\cos \vartheta \sin n \vartheta) - \cos n \vartheta \sin \vartheta \right\} \text{ voor } n > 1$$

$$b_1 = \frac{1}{4} (2 \vartheta - \sin 2 \vartheta)$$

bij $\vartheta = \frac{\pi}{6}$ is de verhouding 1,72 : 0,45 : 1,44 : 0,95 : 0,86 : 0,57 enz.

Als de constanten van den antennekring bedragen:

$$R = 3,8 \text{ } \Omega \quad L = 2,48 \times 10^5 \text{ c.M.} \quad C = 8000 \text{ c.M., is de}$$

¹⁾ „Nieuwe Uitgaven” Radio-Nieuws 1 September 1925.

verhouding der door deze harmonischen in de antenne veroorzaakte stroomen als 453 : 3,55 : 10,4 : 5,9 : 5,7 : 3,6, de energieën van 1e en 3e harmonischen, die de belangrijkste zijn, verhouden zich als 1900 : 1.

Overigens zooals uit het artikel duidelijk blijkt, is deze zender uitsluitend bestemd om zendlampen te beproeven; wanneer het doel was, werkelijk uitzendingen te doen plaats hebben, zouden maatregelen genomen worden (tusschenkringen en dgl.) om de hoogere harmonischen nog meer te onderdrukken.

Ir. K. POSTHUMUS.

Dr. B. VAN DER POL.

Het lijkt gewenscht, met eenigen nadruk de aandacht erop te vestigen, dat dit antwoord op een belangstellende vraag wel zeer suggestief is gesteld, maar daardoor meer in prospectus-stijl vervalt dan dat het eenig licht brengt.

Het stukje slotzin: „om de hoogere harmonischen **nog meer** te onderdrukken”, klinkt in dit verband bepaald grappig. Het suggereert de gedachte, dat de beschreven zender juist al een inrichting was, erop aangelegd om harmonischen sterk te verminderen. Anders hebben de woordjes „nog meer” hier geen zin.

Hoofdzaak is, dat de schrijvers toch zelf zeer goed zullen weten, dat waar het er om gaat, een beeld van de al dan niet mogelijke hinderlijkheid van de harmonischen te geven, zij met hun berekening dat beeld niet verschaffen, alleen reeds omdat de verschillen in stralingsweerstand niet in rekening zijn genomen. Wij wachten dus nog gaarne een werkelijk betoog af voor hetgeen nu enkel wordt gesuggereerd.

C.

Radio-lampen.

Door H. NILLESEN en H. v. DÜUREN.

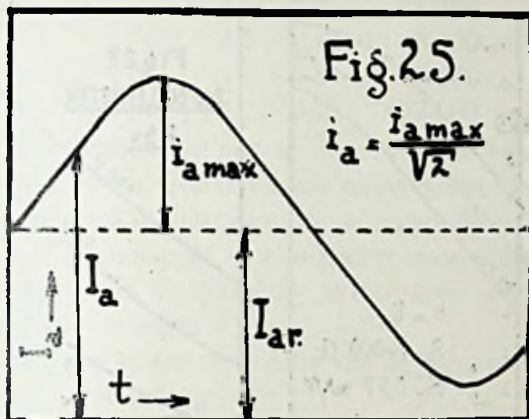
(Vervolg van pag. 194, R.N. Juni 1925.)

Derde geval.

Hieronder zullen we beschouwen onder welke omstandigheden de lamp in de anodeketen een zoo groot mogelijke energie per tijds-eenheid afgeeft, bij een gegeven grootte van de roosterwisselspanning. Men definieert wel eens de „energie versterking”; dit heeft echter weinig zin, immers men kan deze niet anders definieeren dan als de verhouding tusschen de energie opgenomen door den transformator vóór de lamp en de energie afgegeven aan den trans-

formator achter de lamp. Deze versterking hangt dus zeer sterk af van de constructie der beide transformatoren, en past dus niet in dit verband.

We kunnen in de anodeketen opnemen bijvoorbeeld weerstandsmoorspoel, transformator of luidspreker. Bij smoorspoel en trans-



formator wordt hoofdzakelijk energie onttrokken in den vorm van ijzerverliezen; een luidspreker (telefoon) is op te vatten als synchrone motor, hier wordt ook mechanische energie onttrokken.

Nemen we eerst weerstand in de anodeketen. Hier kan men als volgt redeneeren:

De in den weerstand door den *wisselstroom* ontwikkelde warmte bedraagt

$$N_a = i_a^2 R_a \quad (\text{zie fig. 25}). \quad (39)$$

Volgens formule (15) is

$$i_a = \frac{S e_g}{1 + \frac{R_a}{R_l}} = \frac{e_g}{D} \cdot \frac{1}{R_l + R_a}$$

Dit gesubstitueerd in formule (39) geeft

$$N_a = \frac{e_g^2}{D^2} \frac{R_a}{(R_l + R_a)^2} \quad (40)$$

De waarde van R_a waarvoor N_a maximum wordt bij bepaalde e_g , vinden we aldus:

$$\frac{d N_a}{d R_l} = \frac{e_g^2}{D^2} \left\{ R_a \cdot x - 2 (R_l + R_a)^{-3} + (R_l + R_a)^{-2} \right\} = 0$$

geeft

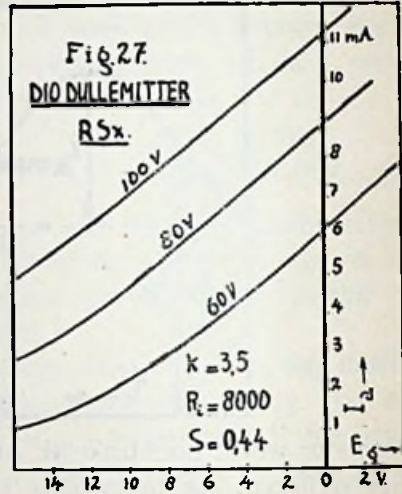
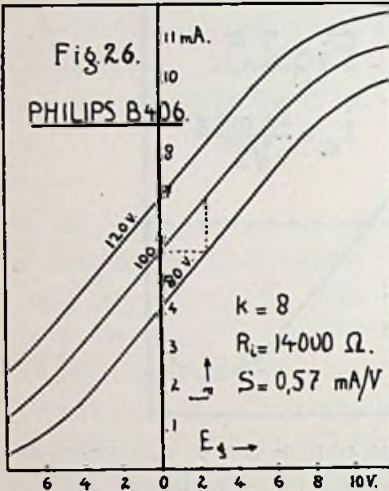
$$R_l = R_a,$$

Deze uitkomst hebben we verkregen gebruik makend van formule (15), waarin Z_a door R_a vervangen werd.

We kunnen ook schrijven

$$i_a = \frac{k e_g}{R_i + R_a}$$

waaruit blijkt dat, wat de wisselstroomverschijnselen in den plaatkring betreft, de lamp op te vatten is als generator met E. M. K.



$k e_g$ en inwendigen weerstand $= R_i$. Dit analoon is het eerst door Barkhausen en Schottky aangegeven.

Als $R_a = R_i$, wordt dus

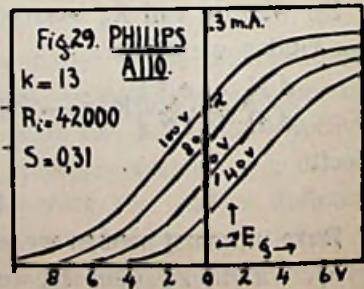
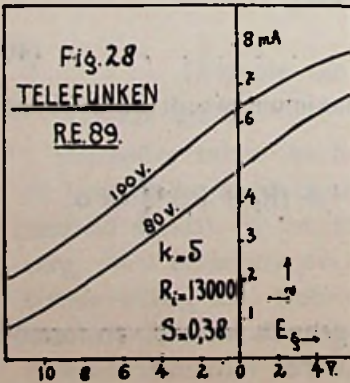
$$N_{a \text{ max.}} = \frac{e_g^2}{D^2} \frac{R_i}{4 R_i^2} = \frac{e_g^2}{4 D^2 R_i} \dots \dots \dots (41)$$

Barkhausen voert in

$$N_{a \text{ max.}} = \frac{e_g^2}{4} G_r.$$

Waarin dus $G_r = k S \dots \dots \dots (42)$

Dit is dus een maat voor de maximum te leveren energie bij



bepaalde e_g (= Effectieve waarde van de opgedrukte roosterwisselspanning.)

Lamp	k	S	R	G_r
B 406	8	0,57	14 000	4,6
A 110	13	0,31	42 000	4,0
RE 89	5	0,38	13 000	1,9
RSX	3,5	0,44	8 000	1,5
A 404	4	0,31	13 000	1,2
A 104	4	0,18	22 000	0,7

In de praktijk hebben we niet te doen met de kwestie hoeveel warmte een lamp in een weerstand kan ontwikkelen. Toch zal deze grootheid G_r een maat zijn voor de energie, die de lamp kan leveren in transf., smoorspoel, of luidspreker voor een bepaalde e_g .

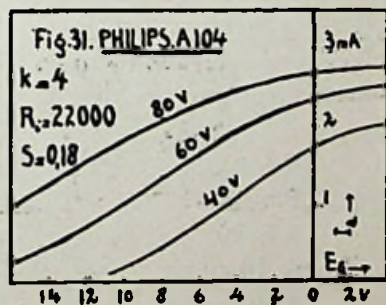
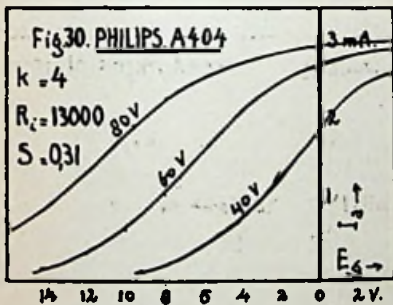
Dikwijls komt echter de vraag op: *Welke lamp geeft de meeste energie zonder te vervormen?*

Voor een eindlamp is dan de grootte van de daarvoor benodigde e_g van ondergeschikt belang.

De karakteristieke grootte wordt dan

$$G_r \times e_g^2 = G_e \dots \dots \dots (43)$$

waarbij we onder e_g verstaan, de effectieve waarde van de grootste roosterwisselspanning die de lamp kan verdragen.



Tengevolge van den luidspreker treedt er karakteristiek-vervlakking op. We zouden dus meer negatieve roostervoorspanning kunnen toepassen zonder buiten het rechte deel te treden *als tegelijkertijd de plaatspanning verhoogd kon worden.*

Blijkens opgave van de fabrikanten levert dit gevaar op voor den gloeidraad, althans van *mini watt lampen.*

Oppervlakkig beschouwd zou men zeggen, dat alleen de plaatstroom de belasting van den gloeidraad bepaalt. Of we dien plaatstroom bereiken met kleine E_a en groote E_g of met groote E_a en kleine E_g zou hetzelfde zijn.

In „Die Elektronenröhren” van Dr. H. G. Möller, vinden we

echter de volgende figuren (fig. 32, 33, 34, 35). Ze geven ons een beeld van 't elektrische veld in een lamp met radiale opstelling en spiraalvormig rooster. In de aangegeven volgorde is het rooster steeds minder negatief aangenomen.

De gestippelde lijnen zijn elektrische krachtlijnen, de getrokken lijnen de snijlijnen van de equipotentiaal-oppervlakken met het vlak van teekening. Bij hooge plaatspanning en groote negatieve roosterspanning kan dus zeer ongelijkmatige belasting van den gloeidraad optreden. Plaatselijk zal een veel grootere hoeveelheid electronen aan den gloeidraad onttrokken worden dan men uit den anodestroom zou afleiden.

Dit schijnt op lampen met miniwatt gloeidraad een zeer funesten

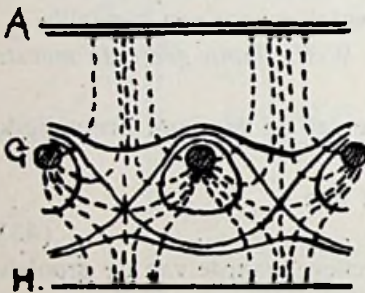


Fig. 32.

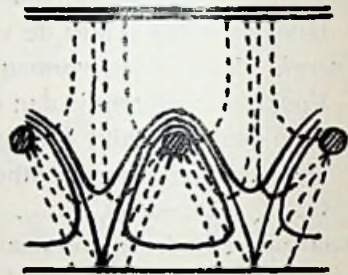


Fig. 33

invloed te hebben. Uit de karakteristieken zien we dat voor de volgende eindlampen de in de tabel aangegeven roosterspanningen kunnen toegelaten worden.

Lamp	e_g^2	E_b	G_e	E_{gr}
RS x	32	100	48	— 8
B 406.	8	120	37	— 4
RE 89	18	100	34	— 6
A 104.	8	40	5,6	— 4
A 404.	2	40	2,4	— 2

We merken op, dat de RS x meer energie kan verwerken dan b.v. de B 406 of RE-89, maar hiervoor heeft de eerste een veel

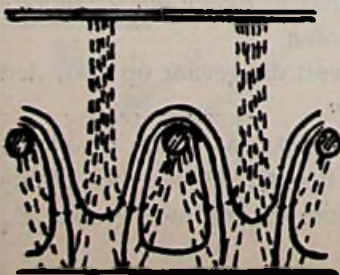


Fig. 34

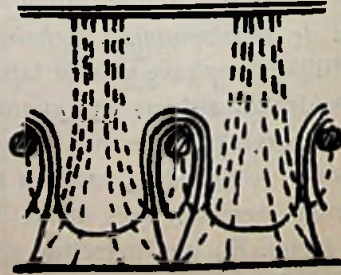


Fig. 35

grooter roosterwisselspanning noodig. We moeten dan door versterking er voor zorgen, dat grootere spanningen ter beschikking zijn. De laatste twee lampen uit de tabel zouden wel hooger plaatspanning kunnen verdragen en in verband met de vervlakking door den luidspreker een grootere roosterwisselspanning. Deze vervlakking hangt echter af van de constructie van den gebezigten luidspreker.

Bij een *transformator of smoorspoel* eischen we een zoo gelijkmatig mogelijke versterking voor het frequentiegebied van ± 50 —5000 trillingen per seconde.

We moeten er allereerst voor zorgen, dat in dit gebied geen resonantie optreedt.

Verder zal de impedantie voor de laagst voorkomende frequentie ongeveer $2 R_i$ moeten zijn (vergelijk fig. 7). Deze twee eischen voeren tot een wikkeling met zoo weinig mogelijk capaciteit, b.v. schijfwikkeling.

De ijzerverliezen zullen voor verschillende frequenties verschillen. In ieder geval moeten we er voor zorgen, dat ze door de lamp geleverd kunnen worden. Is dit niet het geval, dan zal vervorming optreden. Naast de vervorming, die plaats vindt als we buiten het rechte deel der karakteristiek komen (zie R.-N. 1925 p. 20) en die bij een transformator practisch niet voorkomt, krijgen we dus nu een tweede soort van „te klein zijn” van de lamp.

Vroeger is reeds herhaalde malen de ervaring opgedaan, dat indien in een transformatorversterker een te hevige vervorming optrad, deze min of meer te reduceeren was, door 2 kleinere lampen parallel te schakelen (zie b.v. het artikel van Ir. Mak R.-N. 1923, p. 145).

In R.-N. 1925 p. 20 betoogden we reeds, dat 't parallel schakelen van twee lampen *niet* oplevert een grootere toelaatbare roosterspanning, maar dat ze *wel* meer energie leveren. Dit zou dus kloppen met de opvatting, *dat de verliezen in den transformator een geenszins te verwaarloozen rol spelen bij de keuze der lamp vòòr dien transformator*, indien we voorloopig althans de „kernverzadigingstheorie” laten waaien.

De theorie, dat een lamp te klein zou zijn omdat de toelaatbare roosterspanning niet voldoende is, lijkt ons onhoudbaar; de voorlaatste lamp krijgt nooit meer op 't rooster dan circa één volt (zie R.-N. 1925 p. 189).

We zullen ons hier verder niet bemoeien met de ijzerverliezen in een l.f. transformator om de eenvoudige reden, dat er zoo erg weinig bekend is over het gedrag van ijzer bij audio frequenties.

waarbij bovendien nog complicaties optreden vanwege de gelijkstroom-voormagnetisatie.

De bekende „50 perioden” formules hierop los te laten, is in principe te veroordeelen. Er zal nog heel wat verbetering gevonden kunnen worden door voor de ijzerkern dunner en beter blik te nemen, alleen zal dan zoo langzamerhand *een transformator onbetaalbaar worden!*

Verder is 't van belang ook de kern met zorg te dimensioneeran in verband met de voorafgaande lamp.

(Wordt vervolgd.)

Verbeteringen.

Onder het motto „beter laat dan nooit”, aangespoord door er over gestruikelde medeamateurs, moet ik even eenige errata kwijt over „Bouw van versterkers”.

Beginnen we met blz. 129:

$Z_h = \sqrt{(r_1 + u - 2 r_2)^2 + (x_{s1} + u - 2 x_{s2})^2}$
moet zijn:

$$Z_h = \sqrt{\left(r_1 + \frac{r_2}{u}\right)^2 + \left(x_{s1} + \frac{x_{s2}}{u}\right)^2}$$

Verder: blz. 130 $r_2 = u r_1$ moet zijn $r_2 = u^2 r_1$.

Dan nog een fout: op blz. 170 staat een scalaire optelling van reactantie en weerstand. Ik hoop dat men gelooft, dat ik dit meer als een vectorische optelling bedoeld heb, d. w. z.:

$$\frac{9500}{60\,000 + 9500} \text{ moet zijn: } \frac{9500}{\sqrt{60\,000^2 + 9500^2}} \text{ en}$$

$$\frac{27\,500}{87\,500} \text{ moet zijn: } \frac{27\,500}{\sqrt{60\,000^2 + 27\,500^2}}$$

H. MAK.

Het probleem der korte-golf-verbindingen.

In het April-nummer van „Radio Nieuws” maakten we enkele opmerkingen bij de daar gepubliceerde resultaten van Reinartz met korte-golftransmissie, waaruit bleek, dat op bepaalde uren van den dag een voorkeur bestond voor een bepaalde golflengte als men groote afstanden wilde overbruggen en dat de op grooten afstand ontvangen golflengte dan op korteren afstand *niet* overkwam.

We schreven toen, dat de verklaringspoging van Reinartz, die aannam, dat de korte golven eerst op grootere hoogte in de boven-atmosfeer worden teruggeslaan dan de lange, ons zwak voorkwam en dat wij er eerder bij te pas wilden brengen hetgeen juist in het Maart-nummer van R. N. was in herinnering gebracht uit een reeds in 1917 gepubliceerde studie van Dr. B. van der Pol, die theoretisch had afgeleid, dat een antenne, aangestooten in een kortere golf dan de fundamentele, onder bepaalde hoeken schuin naar boven gerichte stralingsbeelden kan geven, de hoeken afhankelijk zijnde van de antenne en van de golflengte.

Sindsdien is door een discussie tuschen Dr. van der Pol en Dr. Stuart Ballantine, die op eenigszins afwijkende wijze ook de mogelijkheid van naar boven gerichte straling had afgeleid, ook in Amerika de aandacht op deze zaak gevestigd en in „Q S T” van Juli vinden we nu een artikel van H. A. Joyce, ass. member van het Institute of Radio-Engineers, waarin hij evenals wij op de zwakte van Reinartz' verklaring wijst en op de waarschijnlijkheid, dat men in de proeven van Reinartz een gevolg heeft te zien van op dat oogenblik nog toevallig verkregen schuine straling. Daarbij is het dan toch zeer begrijpelijk, dat de straling over de hoofden van dichtbijgelegen ontvangers kan heengaan, terwijl bij verschillende hoogten der terugkaatsende Heaviside-laag op verschillende uren van den dag een andere stralingsrichting, verkregen door keuze eener andere golflengte, voor het overbruggen van een bepaalden afstand de beste kan blijken.

De heer Joyce maakt dan verder nog de volgende opmerkingen:

„Dit brengt er ons toe, ook het onderwerp van den straalzender even te bezien ¹⁾). Tot dusver is straalzenden uitsluitend uitgevoerd parallel aan het aardoppervlak en het schijnt geen overweldigend succes op te leveren. De absorptie der korte golven door voorwerpen langs het aardoppervlak is zoo groot, dat het veel beter zou schijnen, den reflector volgens den nauwkeurig berekenden hoek schuin naar boven te richten en aldus de golven over te brengen met behulp van reflectie in de boven-atmosfeer. Dit lijkt op het oogenblik de eenige methode om met succes golven van minder dan 8 meter te gebruiken.

„Een volledig overzicht over het onderwerp voert tot de conclusie, dat er tuschen lange en korte golven geen verschil is. Het schijnbare verschil is een gevolg van het feit, dat de proefondervindelijke ervaring met de kleine golflengten is opgedaan met

¹⁾ Bedoeld is Marconi's z.g. „beam-system” met reflector-antennes.

groote antennes, aangestooten op kortere golf dan de fundamentele, waarbij verandering der opgedrongen golf ook den hoek wijzigt, waaronder de straling uitgaat. Dat de verschijnselen niet worden opgemerkt op korten afstand, laat zich hierdoor verklaren, dat voor kleine afstanden de straling bijna loodrecht naar boven zou moeten gaan en dan niet teruggekaatst zou worden, maar door de Heaviside laag heen zou dringen en verloren gaan.

„De absorptie-factor is voor de korte golven veel grooter, omdat zich op het aardoppervlak veel meer voorwerpen bevinden, die ongeveer afgestemd zijn op korte dan op lange golven. Vandaar dat de reflectie op korte golven meer naar voren treedt; de kortegolfstraling parallel aan het aardoppervlak is geheel geabsorbeerd eer zij een verwijderd station bereikt en alleen de in de bovenatmosfeer gereflecteerde energie blijft dan over”.

Dun transformator-blik.

In R.-N. werd laatst de vraag gesteld, waar dun transformatorblik te krijgen was.

In Q S T komt in een advertentie voor: „Silicon Transformer Steel cut to order007” for radiofrequency transformers, 50 cents cubic inch, postage extra. Geo. Schulz, Calumet, Michigan.

Is deze dikte van 0.18 m.M. dun genoeg ?

Vereenigingsnieuws.

Bibliotheek.

Goudenregenstraat 202, den Haag.

De nieuwe catalogus wordt op aanvraag bij *het Secretariaat der N. V. V. R., Obrechtstraat 104/6, den Haag*, franco toegezonden.

Toegevoegd werden:

B 399d. *S. Strauss*, Das Fehlerbuch des Radioamateurs. (Bibl. des Radio-Am. Bd. 18.)

B 399e. *E. Nesper*, Lautsprecher. (Id. Bd. 20.)

B 367. *K. Swierstra*, Grondbeginselen der Radio. I. Beg. der electr. leer.

B 368. *M. Hellingman*, Radio Telegrafie en Telefonie. I. Theor. Grondslagen.

B 399b. *E. Meissner*, Rufzeichen-Liste für Radio-Amateure. (Bibl. d. Radio-Am. Bd. 19.)

B 399c. *K. Mühlbrett*, Funktechnische Aufgaben und Zahlenbeispiele. (Id. Bd. 21.)

Bladz. 6 nieuwe catalogus:

B 271. *Lertes, P.*, moet zijn *Krüger, R.*