

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: Economie bij Radiolampen. — Ontvangst van verscheidene stations gelijktijdig op één antenne. — Een nieuw multivibratorschema voor het ijken van golfmeters. — Over het nuttig effect van hoogfrequentversterking. — Ongedempte trillingen van zeer hoge frequentie. — Openbaar gemaakte Octrooiaanvragen.

Economie bij Radiolampen.

door Ir. J. L. H. JONKER.

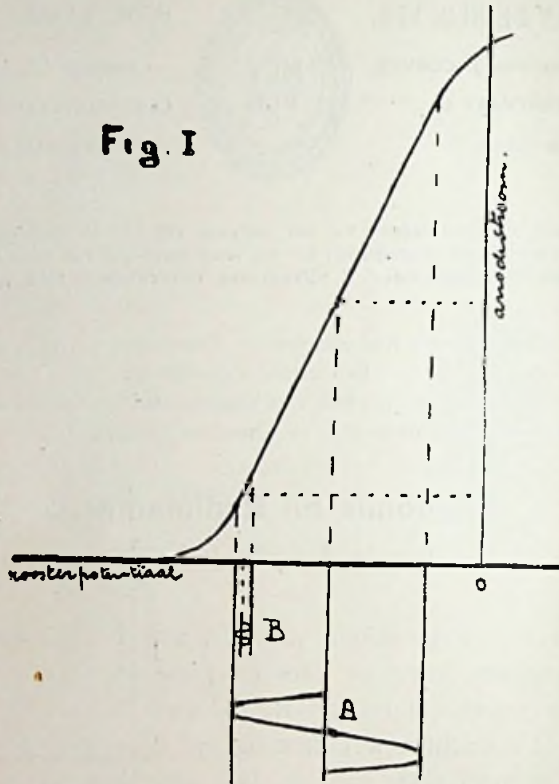
Bij de vele vraagstukken, die zich aan ons voordoen bij de Radio-ontvangers, komt de economie, die in de techniek anders meestal een voorname rol speelt, wel eens wat in 't gedrang en daarom is 't misschien wel dienstig om deze kwestie eens nader te bezien, te meer daar men bij vele toestellen wegens 't grootte aantal gebruiksuren er toe overgaat grootere stroombronnen te gebruiken, terwijl dit in vele gevallen niet noodzakelijk en soms onmogelijk is.

We kunnen bij een toestel bezuinigen op de anodebatterij, de roosterbatterij, accu en levensduur van de lampen. We zullen deze verschillende onderdeelen dan eens nader beschouwen.

De anodebatterij. Hier is een mogelijkheid tot beperking in stroom en spanning. Tegenwoordig schijnt een algemeene opinie te zijn dat een batterij bij regelmatig gebruik ongeveer 3 maanden meegaat. Nu is de levensduur voornamelijk afhankelijk van de *stroomsterkte* en deze kan men aanmerkelijk beperken. 't Idee, dat wil men een goed toestel hebben dat niet vervormt, men minstens eenige tientallen m.A. plaatstroom ter beschikking moet hebben, is onjuist. We zullen trachten dit nader te bezien.

Gaan we de lampkarakteristiek (fig. 1) na, dan zien we dat de trilling A de grootste harmònische spanningsvariatie is, die on-

vervormd door deze lamp kan worden versterkt. Stel dat we deze trilling op de eindlamp krijgen, dan zal de trilling, die de daaraan voorafgaande lamp te verwerken krijgt, zeker 10 maal zoo klein

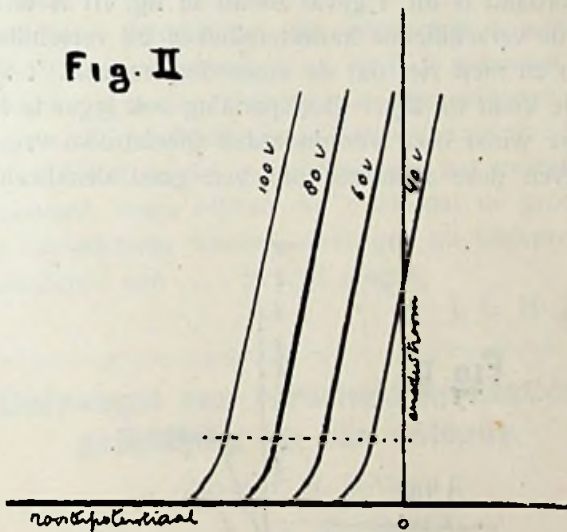


zijn. Geven we nu alle lampen gelijke roosterspanning, dan zal de voorlaatste lamp een veel grooteren ruststroom nemen dan zij strikt genomen noodig heeft om in 't rechte deel der karakteristiek te blijven. Men kan dus met voordeel een hogere negatieve roosterspanning toepassen (in fig. I bij B.), waardoor de ruststroom soms tot enkele tienden milliampère kan worden gereduceerd. Hierbij kan men dikwijls beter op 't gehoor afgaan dan op de nullastkarakteristiek, daar door de afvlakking, welke ontstaat door den uitwendigen belastingsweerstand, men dikwijls verder kan gaan dan men zou verwachten.

Een voorname stroomverbruiker blijft de eindlamp, terwijl de andere lampen slechts zeer weinig verbruiken. De plaatstroom kan door deze regeling in een toestel van vaak 20 m.A. tot ongeveer 3 à 4 worden teruggebracht, wat dus een verlenging van den levensduur van de hoogspanningsbatterij ten gevolge heeft.

Men kan nu ook de gebruikte *spanning* onderzoeken en daarvoor

den bundel krommen beschouwen in fig. II. Dit zijn verschillende karakteristieken van de A 410 lamp bij verschillende anodespanningen. Aangezien deze beschouwing niet geldt voor de eindlamp zijn alleen de onderste helften der krommen geteekend. Men ziet dat 't vrijwel gelijk is, in welke karakteristiek men werkt, mits men slechts blijft boven de stippellijn. Daar men als voorwaarde heeft 't negatief blijven van het rooster, kan men dus hier een karakteristiek kiezen, die voor ons doel 't gunstigste ligt en dat is niet die met de hoogste anodespanning. Tevens kan men opmerken, dat men hier door vermindering der hoogspanning tevens een vermin-



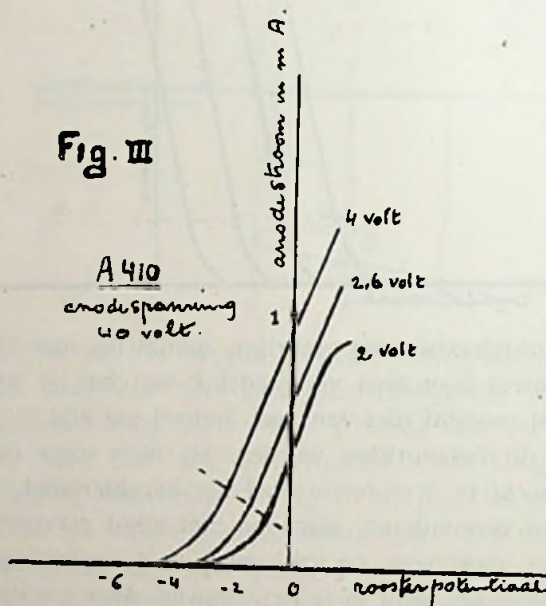
dering der *roosterspanning* verkrijgt, zoodat het mes aan 2 kanten snijdt. Evenwel boet men vermoedelijk wel iets in aan steilheid, ofschoon dit meestal niet van veel invloed zal zijn.

Wel zal dit belangrijker worden, als men soms door foutieve instelling werkt in 't onderste deel der karakteristiek. De versterking zal dan verminderen, ofschoon niet altijd vervorming behoeft op te treden, daar voor de vaak zeer kleine spanningsvariaties 't werkzame deel als recht is te beschouwen. Men zou 't hierdoor in de hand hebben de steilheid te varieeren, wat bijv. bij middelfrequentversterkers een hulpmiddel kan zijn, om 't genereeren tegen te gaan, ofschoon natuurlijk de versterking vermindert. Dat kromme deel belemmert ons dus eigenlijk in verdere bezuiniging. We zullen daarom eens nagaan welke factoren oorzaak zijn van deze kromming.

Ten eerste is het spanningsafval in den gloeidraad van invloed. Men kan dit licht accepteren als men bedenkt, dat verschillende

plaatsen van den gloeidraad ten opzichte van 't rooster ook verschillende spanningen hebben, zoodat 't kan gebeuren dat deze spanning voor een deel groot genoeg wordt om de daar uitgezonden electronen terug te stooten, terwijl een ander deel van den gloeidraad nog functioneert

Vervolgens hebben invloed de snelheid, waarmede de electronen uit den gloeidraad treden en de ruimtelading. Deze laatste gegevens zijn direct afhankelijk van den toestand van den gloeidraad en 't ligt voor de hand om na te gaan of verandering van den gloeistroom ook werkelijk verandering van kromming veroorzaakt. Inderdaad is dit 't geval zooals in fig. III is te zien. Deze stelt voor de verschillende karakteristieken bij verschillende gloeispanningen en men ziet dat de kromming varieert. 't Rechte deel der kromme komt bij lager gloeispanning ook lager te liggen. Ofschoon deze winst door verminderden gloeistroom vrij onbelangrijk is, geven deze krommen ons een goed denkbeeld, hoe we



kunnen komen tot besparing in gloeistroom en levensduur der lampen.

Men ziet n.l., dat ook bij lage gloeispanning nog een recht stuk in de karakteristiek overblijft en dat men door juiste instelling der roosterspanning zelfs bij deze krommen nog onvervormd kan versterken.

Ook hier zal bij een te ver doorvoeren wel iets aan steilheid worden ingeboet, zoodat men met overleg te werk moet gaan.

Ik hoop hier 't veelzijdige nut van een juiste instelling van de negatieve rooster spanning nog eens naar voren te hebben gebracht; men zal dan inzien, dat 't niet gaat om een batterijtje te hangen in den roosterkring van de laatste toestellamp en dan te meenen dat alles in orde is.

Men behoeft niet bevreesd te zijn dat de versterking veel achteruit zou gaan. Als voorbeeld kan dienen een volgens bovenstaande inzichten afgeregelde ontvanger met golflengte-transformatie met 6 lampen en inductieve, autodyne schakeling. 't Totale stroomverbruik bedraagt 4.5 m.A. waarvan de eindlamp er 3.5 voor haar rekening neemt.

De laatste lamp alleen krijgt 100 volt terwijl de anderen op 40 volt werken. De anodebatterij is nu reeds 8 maanden in gebruik en functioneert nog steeds ofschoon haar spanning wel wat achteruit is gegaan. De middelfrequent lampen van de A 400 serie branden op 2.8 volt en dat de werking van het toestel goed mag worden genoemd, moge blijken uit 't feit dat de groote stations met flinke kamersterkte worden ontvangen uit luidspreker op een ééndraads-antenne van 50 c.M. lengte.

J. L. H. JONKER.

Ontvangst van verscheidene stations gelijktijdig op één antenne.

Door Ir. H. MAK.

In dicht bebouwde oorden kan het, meer in de toekomst, lastig worden nog een plaatsje te vinden voor zijn antenne. Men kan dan het aantal antennes beperken door met eenige luisteraars over een gemeenschappelijke te beschikken.

Ook is in dergelijke gevallen reeds overgegaan tot blokcentrales. In deze gevallen en ook b.v. in ziekenhuizen en andere plaatsen waar vanuit een centraalpunt verscheidene luistergelegenheden worden gevoed, kan het gewenscht zijn onmiddellijk te kunnen overschakelen op een ander station.

Meermalen is het echter bezwaarlijk, vooral indien het betreft muziek door te geven aan anderen dan speciaal het eigen gezin, d.w.z. aan hen, die geen genoegen nemen met afstemonaangenaamheden — dit te laten doen door personeel, dat dan het toestel moet afstemmen op een anderen zender.

Voor dit geval bestaan nu twee oplossingen n.l.:

1o. Men maakt een zoodanige schakeling dat van het toestel,

door een bepaalde, zéér eenvoudige manipulatie, de afstemming wordt gewijzigd.

20. Men zet evenzooveel afgestemde ontvangers gereed, en stelt deze in of buiten werking door den gloeistroom in, c.q. uit te schakelen. Vanzelf spreekt dat dan gelijktijdig ook de „output” zijde van het toestel moet worden overgeschakeld indien zich omstandigheden voordoen, dat parallel staan van gedoopte ontvangers met de werkende, bezwaarlijk is.

Speciaal, wanneer gelijktijdig verschillende stations moeten worden doorgegeven, en opstelling van evenzooveel antennes bezwaren oplevert, is oplossing 2 belangrijk. Het opstellen van meer antennes stelt n.l., indien deze zeer in elkaars nabijheid moeten worden opgesteld, hoge eischen aan de antenne-afstemmiddelen, wil men volledige onafhankelijkheid der verschillende toestellen verkrijgen.

Oplossing 1 kan op de volgende wijze worden ten uitvoer gebracht.

Met een relaisschakeling veroorzaakt men de afstemmingswijziging. Stel dat men een ontvanger heeft, met twee afgestemde kringen. Aangezien een zeer behoorlijke qualiteit zal moeten worden gegeven, is toch reeds een uiterst spaarzaam gebruik van terugkoppeling gemaakt.

De verstemming behoeft dus alléén plaats te vinden voor twee ketens.

Men kan nu door het bekrachtigen van electro magnetische relais spoelgedeelten bijschakelen, en na zorgvuldige afregeling dezer spoeldeelen door bijschakeling juist zooveel verstemming tweebrengen, dat men van één station naar het andere overstapt. Het spreekt vanzelf dat dergelijke systemen zonder bezwaar zich leenen voor besturing op een afstand. Om de afregeling gemakkelijker te maken zou het eventueel aan te bevelen zijn om de bijschakelbare spoelgedeelten als variometers uit te voeren. Aangezien echter meer complicaties kunnen voorkomen uit het opstellen van vele al of niet ingeschakelde spoelen, is de volgende methode veiliger.

Men bouwt evenzooveel regelbare condensatoren per trillingsketen in, als men golflengten wensch te ontvangen. Hierbij moet niet de eisch zijn: het geheele kortegolfgebied te bestrijken, want dan wordt het een minder sympathiek geval. Men kan als eisch stellen dat voor een bepaalde periode 3 à 5 afstemmingen voorradig zijn. 't Wordt dan toch al erg genoeg. Men kan nu met een zelfde relaissysteem de condensatoren om beurten inschakelen, of wel

per stuk of in groepen bij andere condensatoren parallel schakelen. Een bepaalde combinatie is afstembaar, zooals elk toestel afstembaar is zoodat, mits de gebezigde golflengten niet te klein zijn, zich hier geen principiële bezwaren voordoen.

Waar echter de vele condensatoren, en de relais-inrichting vrij kostbaar zijn, worden de kosten van het geheel in geringe mate verhoogd door het direct opstellen van vooraf afgestemde ontvangers.

De schakelinrichting kan nu eventueel de antenne omschakelen. Dit is zeer wel mogelijk, doch waar we juist in dezen geest naar vereenvoudiging streefden, blijft de oplossing om met verscheidene apparaten vast aangesloten te zijn, voordeelen bezitten. Een belangrijk voordeel is b.v. dat terwijl een bepaald station wordt doorgegeven, een andere ontvanger gelijktijdig kan worden afgestemd op een ander station, of kan worden beproefd.

De antenneschakeling, van elk toestel, komt in principe neer op het werken met een gewoon inductief schema, waarbij antennespoel en condensator parallel staan.

Wat is een speciale eigenschap van deze parallel schakeling? Deze schakeling geeft z.g. stroomresonantie. Een wisselspanning op een dergelijk systeem aangelegd, zal een bepaalden stroom in de spoel veroorzaken, welke najlënd is, en wel naar verhouding van de qualiteit der spoel, meer of minder zuiver een kwartperiode. De condensator zal, op dezelfde wijze een stroom opnemen, welke een kwart periode bij de klemmenspanning voorijlt.

Condensator en spoelstroom zullen dus nagenoeg (in een ideaal geval precies) een halve periode verschillen, d.w.z. in tegenfase zijn. Indien ze nu evengroot zijn, is de combinatie condensator-spoel afgestemd op de opgedrukte frequentie. Doordat de stroomen evengroot en tegengesteld zijn, behoeft er slechts zeer weinig (de verliezen, in een ideaal geval niets) te worden toegevoerd.

In een antenne ingeschakeld, zal dus een dergelijk samenstel voor de afstembgolf groote stroomen gaan voeren, terwijl de antenne zelf slechts zeer kleine stroomen van die frequentie voert. Dit geeft twee mogelijkheden n.l. 1e. De parallelketen te gebruiken als afstemmiddel — door de spoel inductief te koppelen met een secundaire keten en 2e, deze keten te gebruiken voor het blokkeeren van de antenne voor een speciaal ongewenschte frequentie (b.v. een golflengte van 1800 Mr.).

Zonder meer levert het echter bezwaren op, zooals bijna altijd het geval is, als men iets gaat probeeren.

De antenne-capaciteit mag geen invloed hebben, en de afstem-

scherpte van de ketens moet zoo hoog zijn, dat de verschillende afstemmingen elkaar niet beïnvloeden doordat b.v. het snijpunt van twee afstemkrommen nog op een te groote amplitude valt.

Voor beide gevallen is het dienstig om een transformator toe te passen, zooals ook in de golfmeterzeef der General Radio wordt gebruikt.

In de antenne wordt een kleine spoel geschakeld, een groote, hiermede vast gekoppeld, wordt aan den antenne-condensator verbonden. Weerstand en zelfinductie worden nu in het kwadraat der windingsverhouding verkleind, terwijl capaciteit in dezelfde mate wordt vergroot.

Het is duidelijk dat de invloed der antenne capaciteit dan minder wordt.

Te ver mag men met vergrooten der selectiviteit vanzelf niet gaan, indien het telefonie ontvangst betreft, omdat dan deelen van den frequentie-band gaan wegvallen.

Indien men nu een dergelijk samenstel afstemt op een frequentie V_1 , zal de antenne stroomen van alle andere frequenties, behalve deze, zonder bezwaar kunnen voeren. Voor V_1 is de antenne geblokkeerd. Schakelt men nu, in serie met de eerste keten, een tweede, afgestemd op V_2 , dan is weder de antenne geblokkeerd voor V_2 , de ketens 1 en 2 zullen echter (mits er zenders zijn welke die frequenties uitstralen) groote stroomwaarden van de frequenties V_1 resp. V_2 voeren.

Evenzoo verloopt het voor het bijschakelen van meer ketens, op des te meer ideale wijze, naarmate deze ketens minder verliezen hebben, dus b.v. naarmate de in de antenne geschakelde spoeltjes kleiner zijn.

De practische resultaten zijn de volgende.

Een honingraatspoel 150 bleek, met $1000 \mu\mu F$ condensator een zeer goede waarde te hebben voor ontvangst van de bekende lange golf telefonie stations.

Indien men hier binnen in ongeveer 20 windingen legt, is de afstemscherpte in 't algemeen te hoog, zoodat de telefonie vervormd wordt. Bij 50 windingen wordt het een kunststuk om in een pauze van Radio Paris net nog juist iets van Daventry te hooren.

De onderlinge afstanden: Hilversum, Königswusterhausen en Daventry blijken echter groot genoeg voor onderlinge onafhankelijkheid. Het afstemmen op Radio Paris maakte echter de ontvangst van Daventry zwakker. Door 30 à 35 windingen als antennespoeltje te nemen bleek de juiste middenweg te zijn gevonden.

Een derde los koppelspoeltje bevindt zich nu verder in het veld van elk der beschreven afstemketens, en draagt daardoor de energie van de gekozen frequentie over op de verder geheel normaal gebouwde secundaire keten telkens van een aparten ontvanger.

De resultaten zijn geheel bevredigend; genereerend zoeken met één toestel wordt in de andere apparaten absoluut niet waargenomen.

Ook bezitters van slechts één normaal toestel kunnen van deze keten voordeel hebben. Indien de primaire in dezen vorm wordt uitgevoerd, is bij een gewoon inductief toestel, dus zonder hoogfrequent versterking, al geen interventie meer te duchten van de 600 meter golf tenzij men al buitengewoon dicht bij den zender experimenteert.

Tot overmaat van zekerheid kan dan een eenmaal op 1800 meter afgestemd ketentje zorgen, dat ook deze golf niet stoort. Deze keten kan men zoo scherp mogelijk maken, door b.v. een spoeltje van 15 à 20 windingen als antenne spoeltje te benutten, met daaromheen, op den condensator aangesloten, 200 à 250 windingen.

Zonder bezwaar kunnen deze spoel combinaties als één honingraatspoel worden uitgevoerd, door n.l. de kleine spoel eerst op den binnensten cartonring te wikkelen en daar later de groote overheen.

Ook de amateurs, die met één programma tegelijk tevreden zijn, doch storing ondervinden van omliggende zendergolven hoop ik een dienst te bewijzen met deze mededeelingen.

Een nieuw multivibratorschema voor het ijken van golfmeters.

Door Ir. H. O. ROOSENSTEIN.

Menigeen zal zich wel eens afgevraagd hebben op welke wijze men komt tot de nauwkeurige bepaling van een golflengte of — wat eenvoudiger is — van een frequentie. Theoretisch moet het ons eigenlijk verwonderen, dat een nauwkeurige meting van een hooge frequentie op zóóveel bezwaren stuit, dat slechts weinige laboratoria ze direct kunnen uitvoeren. Een frequentie is een aantal trillingen per tijdseenheid, en aangezien vrijwel iedereen een nauwkeurigen tijdmetr bezit, schijnt het probleem buitengewoon eenvoudig. Waren onze zintuigen van dien aard, dat wij direct in staat waren, het aantal trillingen van een radio-signaal te tellen,

wij zouden de moderne golfmeters als onnauwkeurige instrumenten afdanken.

Op verschillende wijzen heeft men getracht de bezwaren, welke zich bij het meten van hoge frequenties voordoen, te ondervangen. Zoo kan men bv. de elektrische trillingen direct door middel van een glimlichtoscillograaf fotografeeren gezamenlijk met een trilling, waarvan de frequentie nauwkeurig bekend is (standaardstems-vork b.v.).

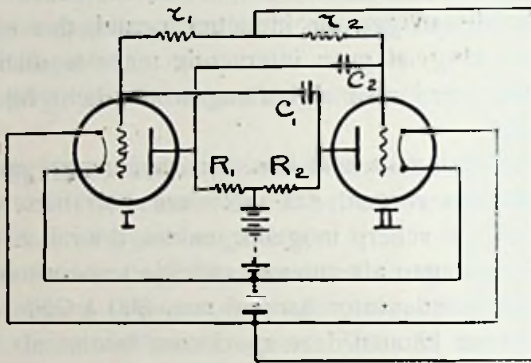


Fig. 1

Eén van de meest gebruikte methoden voor het ijken van golfmeters is wel die door middel van z.g. multivibratoren. Een multivibrator is een genereerend lampschema, waarvan de uitgezonden trilling bijzonder rijk is aan harmonischen, zoodat bv. de 300e harmonische nog zeer goed te hooren is. Het schema van den multivibrator is afkomstig van Abraham en Bloch; wij drukken het af in fig. 1. Zooals men ziet, is het een soort weerstandsversterker, waarvan de laatste lamp teruggekoppeld is op de eerste. De werking komt neer op het volgende: Stel, dat in den aanvang het rooster van lamp 1 positief is, dan zal deze lading langs den weerstand r_1 weglekken. Daardoor vermindert de plaatstroom van lamp 1 en wordt dus de spanningsval op R_1 minder. Doordat de spanningsval op R_1 minder wordt, stijgt de potentiaal van het rooster van lamp 2. Daardoor neemt gelijktijdig de plaatstroom van lamp 2 toe en dus ook de spanningsval op R_2 , waardoor de potentiaal van het rooster van lamp 1 daalt. De oorspronkelijke daling van deze potentiaal door het weglekken van de lading wordt dus ondersteund en wanneer de lampen in het rechte stuk van de karakteristiek werken, zal het resultaat zijn een plotselinge val van den plaatstroom van lamp 1 en een gelijktijdige stijging van den anodestroom van lamp 2. Wanneer de eindtoestand bereikt is, zal het

rooster van lamp 1 sterk negatief, het rooster van lamp 2 sterk positief zijn. Nu begint het spel van voren af aan, met dit verschil, dat lamp 2 de plaats inneemt van lamp 1 in het begin. De ontstane wisselstroom bestaat dus uit gedeelten van flauwe helling, afgewisseld door plotselinge sprongen en is dus rijk aan harmonischen.

Nu zien we, dat dit schema 2 lampen, 4 weerstanden en 2 variabele condensatoren bevat. Wanneer men voor de lamp een dubbelroosterlamp neemt, is het mogelijk met precies de helft te volstaan.

In mijn artikeltje over „Karakteristiekversteiling”¹⁾ vermeldde ik dit schema reeds terloops met de volgende woorden:

„..... Een ander punt is het gebruik van een roostercondensator (bv. om een hsp. batterij uit te sparen). Wanneer deze ingeschakeld wordt met b.v. een lek op den gloeidraad, dan zal bij het labiele punt een laag- of hoogfrequent gekrijsch optreden. De oorzaak hiervan hoop ik later nog eens mede te deelen; thans volsta ik met te zeggen, dat dit gekrijsch te vermijden is, door het roosterlek aan te sluiten aan een punt der r-hsp. batterij” (zie fig. 2, welke uit het bedoelde artikel overgenomen is).

Veel technisch nut scheen de schakeling destijds niet te hebben

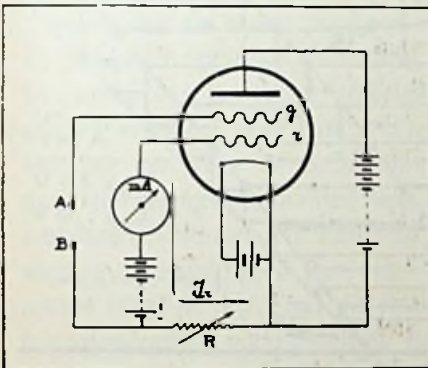


Fig. 2

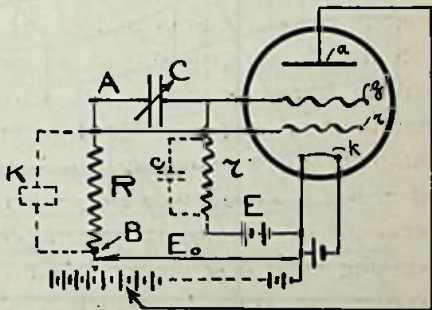


Fig. 3

en de mededeeling van de oorzaak van het bewuste verschijnsel bleef derhalve in de pen en zou daar waarschijnlijk in gebleven zijn, wanneer niet dr. Koomans mij er op gewezen had, dat het schema juist van pas zou komen in een op het laboratorium der Rijkstelegraaf te construeeren inrichting voor het ijken van golfmeters. Daar nauwkeurig geijkte kwartskristallen aanwezig waren, zou men met behulp van een toestel, dat vele harmonischen levert, practisch iederen golfmeter kunnen controleren.

Principe van den multivibrator met dubbelroosterlamp.

1) „Radio-Nieuws”, Febr. '25, blz. 43.

In fig. 3 geven wij nog eens het schema, ²⁾ terwijl in fig. 4 een volledig stel voorroosterstroomkarakteristieken van de Philips' A 141 afgebeeld is, zooals ze op het laboratorium der Rijkstelegraaf werden opgenomen. Deze figuur is, zooals men ziet een ruimte-diagram, waarin in verticale richting de voorroosterstroom I_r is uitgezet, terwijl in het horizontale vlak de stuurrooster-spanning E_g en de voorroosterspanning E_r zijn uitgezet, de laatste met de positieve richting van den lezer afgekeerd, zulks om het karakteristieke oppervlak gemakkelijk in parallelprojectie te kunnen afbeelden. De plaatspanning bedroeg bij de opname constant 20 Volt, de gloeispanning 1,0 Volt.

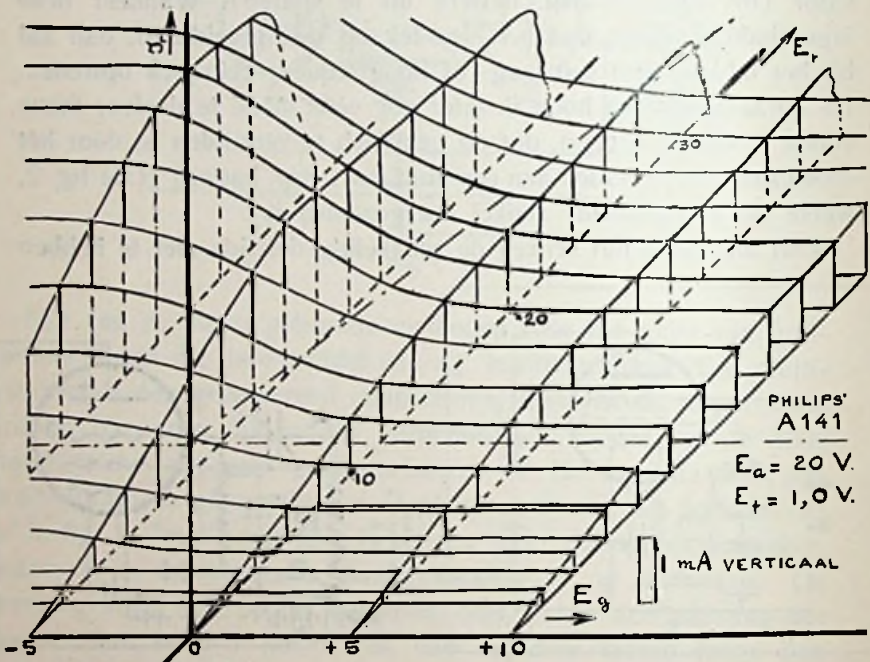


Fig. 4

Om een anschouwelijke voorstelling te verkrijgen zijn de verticale doorsneden onder het karakteristieke oppervlak geteekend als ondoorzichtige „coulissen”. Wat ons in deze figuur opvalt is, dat boven een voorroosterspanning van ca. 20 Volt de voorroosterstroom bijna onafhankelijk is van de voorroosterspanning: bij negatieve E_g is er een geringe neiging tot daling bij verhooging van E_r , terwijl bij positieve E_g het omgekeerde optreedt.

Wat zal er gebeuren, wanneer in fig. 3 g bv. eens sterk positief

²⁾ Door de aanwezigheid van den roostercondensator kan met één hoogspanningsbatterij worden volstaan.

is? Allereerst zal deze lading door den weerstand r weglekken. Maar daardoor zal I_r een vermeerdering ondergaan (er worden minder electronen naar de plaat getrokken, die nu op het voorrooster terecht komen). Door deze vermeerdering van voorroosterstroom verhoogt de spanningsval op R . Deze had tengevolge, dat het punt A negatief was t.o.v. B . en dus wordt A nu negatiever.

Wanneer deze potentiaaldaling van A snel gaat, zal C zich gedurende dien tijd practisch niet kunnen ontladen en daalt dus de potentiaal van g evenveel³⁾ als die van A . Daardoor echter stijgt de voorroosterstroom weer; enz. Het resultaat is, dat de voorroosterstroom practisch oogenblikkelijk zijn „verzadigingswaarde” aanneemt, terwijl het stuurrooster sterk negatief geladen overblijft. Nu echter gaat de negatieve lading van het stuurrooster via r weglekken en doet daardoor een vermindering van I_r ontstaan. Dat heeft een potentiaalstijging van A tengevolge, waardoor weer de spanningsstijging van g ondersteund en tenslotte een plotselinge val van den voorroosterstroom tot op de minimumwaarde teweeg gebracht wordt. Het stuurrooster, dat dan sterk positief geladen is, verkeert nu in dezelfde conditie als bij het begin, zoodat het spel van voren af aan begint.

Reeds bij de eerste proeven, welke ik met den multivibrator nu 15 maanden geleden verrichtte, was het mij opgevallen, dat de frequentie van het toestel allesbehalve stabiel was. Hoe kon het ook anders, wanneer geen slingerketen aanwezig was ter stabiliseering! Het lag dus voor de hand, dat een dergelijk apparaat zich door den allergeringsten invloed van de een of andere resonantieketen zou laten besturen. Nu had van onze kwartskristallen het grootste slechts de afmetingen van ong. $1\frac{1}{2} \times 3 \times 10$ m.M. (eigen golf-lengte 1000 M.) Hoewel dit resonatortje voor het besturen van een lampgenerator (waarschijnlijk door zijn geringe capaciteit) geheel ongeschikt was gebleken, zou het misschien mogelijk zijn er den multivibrator mede te stabiliseeren. Daartoe was het echter noodig den multivibrator geschikt te maken tot het opwekken van frequenties van 300 kp. ($\lambda = 1000$ M.) . . . en in de voorloopige opstelling was 3600 M. de laagste grens. Het was dus duidelijk, dat er heel wat aan de installatie verbeterd moest worden om dit te bereiken. Ter toelichting van deze verbeteringen zullen wij in het mechanisme van de trilling wat dieper doordringen.

³⁾ Wanneer de eigen cap. van r verwaarloosd wordt, — zie later.

Het karakteristieke oppervlak vertegenwoordigt *alle mogelijke* bij elkander behorende waarden van E_r , E_g en I_r . In het schema, dat wij gebruiken zijn daarvan slechts een zeker aantal te verwezenlijken. Door de aanwezigheid van R bestaat er nl. de betrekking

$$E_r = E_0 - I_r R.$$

In ons ruimte diagram wordt deze betrekking door een plat vlak voorgesteld, dat het $E_r E_g$ -vlak snijdt volgens de lijn $E_r = E_0$ terwijl de snijlijn met het $I_r E_g$ -vlak door de lijn $I_r = E_0/R$ voorgesteld wordt.

Daar ik bij mijn proeven een spanning $E_0 = 50$ Volt gebruikte, terwijl $R = 16700$ Ohm was, is in fig. 3 het betreffende vlak door zijn snijlijnen met de projectievlakken (streep punt) afgebeeld. De snijlijn met het $E_g E_r$ -vlak valt buiten de tekening. Het karakteristieke oppervlak wordt door dit vlak gesneden volgens een kromme, die eenvoudig uit fig. 4 te construeeren is en waarvan de bij elkander behorende waarden van E_r en E_g (dus eigenlijk de hor. projectie) in fig. 5 afgebeeld zijn.

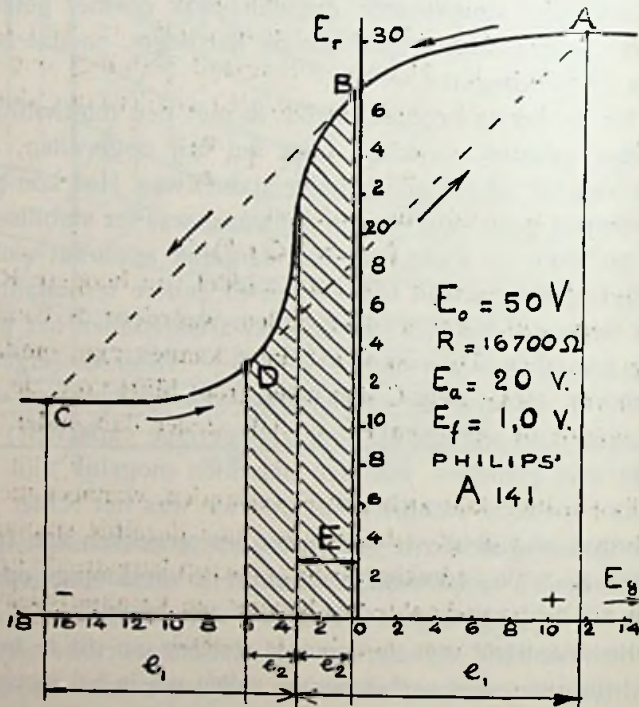


Fig. 5

Verklaring van de werking uit fig. 5.

Wanneer de roostervóórspanning $E = -3$ Volt bedraagt en de toestand van den multivibrator op een zeker oogenblik gekenmerkt

wordt door het punt A, dan zal de lading van C langzaam weglekken en zich dus het toestandpunt over de kromme in de richting van B verplaatsen. Over het stuk van de kromme tusschen A en B heeft een daling van E_g een kleinere daling van E_r tengevolge. De ondersteuning, die de oorspronkelijke daling daardoor ondergaat, is kleiner dan deze en heeft alleen een kleine versnelling ten gevolge. Zoodra echter de veroorzaakte E_r -daling grooter is dan de oorspronkelijke E_g -daling — wat gebeurt in B, waar de helling 45° is — dan wordt de loop langs de kromme onbestaanbaar en treedt een plotselinge val van beide spanningen op over een gelijk bedrag, dus langs een lijn onder 45° tot in C. In C bedraagt de stuurroosterspanning -16,6 Volt, een weglekken langs r is dus weer het gevolg, waarop in D een sprong als bij B volgt.

Uit fig. 5 zijn de volgende conclusies te trekken:

1e. Een trilling kan alleen plaats hebben, wanneer E tusschen -0,3 en -6 Volt ligt (geharceerd gebied).

2e. Wanneer E midden in het geharceerde gebied ligt, bestaat de mogelijkheid, dat de even harmonischen zwak worden.⁴⁾

3e. De frequentie wordt zoo hoog mogelijk, wanneer E midden in dit gebied ligt. De kleinste trillingstijd bedraagt ongeveer het dubbele van den ontladingstijd van den condensator dus:

$$T_{\min} = 2 C r \ln \frac{e_1}{e_2}.$$

In ons geval wordt dit ongeveer:

$$T_{\min} = 3 C r^5).$$

4e. Het moet mogelijk zijn door middel van hoogere R en E de kromme iets achterover te doen hellen, waardoor de condities nog gunstiger worden. Dit zou van belang kunnen zijn, omdat bij het bereiken van hooge freq. C niet meer groot blijft t.o.v. de capaciteit van r , waardoor de lijnen BC en DE steiler dan onder 45° gaan loopen.

5e. Een trilling laat zich geheel vermijden, wanneer men er zorg voor draagt, dat de gloeidraadzijde van r dezelfde spanningsvariaties meemaakt als de beide roosters. Hierop berustte de in het begin van dit artikel aangehaalde raadgeving om karakteristiekversteiling met roostercondensator mogelijk te maken.

⁴⁾ Doordat echter de eene helft van de periode bij sterk positieve E_g verloopt, ontstaat toch weer asymmetrie door het snel weglekken der roosterlading. Het verschijnsel was proefondervindelijk nooit te constateeren.

⁵⁾ Gelijk uit fig. 5 blijkt is de kromme symmetrisch verondersteld.

Hoog- en laagfrequente trillingen.

Buitengewoon laag zijn de frequenties, welke met deze schakeling te bereiken zijn. Wanneer de spanning E geschikt gekozen wordt, is het mogelijk de trilling bijna aan één zijde te laten „hangen”, waardoor trillingstijden verkrijgbaar zijn, veel hoger dan de formule aangeeft. Met een condensator van bv. $1 \mu F$ zonder lek kan de trillingstijd bv. wel 60 seconden worden! Alle geluidsfrequenties zijn zonder bezwaar te bereiken en met toepassing van lagere waarden voor r (R is steeds constant minstens 5000 Ohm liefst 16000) en C gelukte het mij met behulp van de juiste stuurroostervóórspanning af te dalen tot een golflengte van 1800 M. Daarbij was r ca. 10.000 Ohm, terwijl C een waarde van ong. $100 \mu \mu F$. had.

Daar verdere verkleining van C en r weer een stijging van λ ten gevolge had, (de traagheid, die bij een multivibrator aan het afbreken van de trilling steeds voorafgaat) moest de verdere verbetering gezocht worden in de vervanging van r en R (gewonden weerstanden) door meer capaciteitsvrije. Het effect hiervan was direct een succes en een golflengte van 900 M. kon nu bereikt worden.

Het kwartskristal K , geschakeld op de in fig. 3 gestippeld aangegeven wijze, had nu tengevolge dat de trilling, wanneer zij door draaiing van C in de buurt van de eigenfrequentie van het kristal gebracht werd, plotseling in deze oversprong en over een 10-tal graden ⁶⁾ van den condensator ($300 \mu \mu F$.) deze frequentie nagenoeg volkomen behield. Toen eenmaal dit effect verkregen was, bleek het mogelijk ook den multivibrator te besturen, wanneer één van zijn harmonischen (tot de 8e toe) overeen kwam met de golflengte van het kristal.

Door zwakke koppeling met dezen multivibrator gelukte het een tweeden multivibrator te besturen tot b.v. in de 30e harmonische.

Wanneer nu de beide multivibratoren afzonderlijk met een ontvanger gekoppeld zijn, de eerste sterker dan de tweede, dan hoort men in den ontvanger bij verandering van afstemming telkens 29 zwakke harmonischen, gevolgd door één sterke. Van deze sterke harmonischen, die ver uit elkaar liggen, kan het ranggetal gemakkelijk met den geijkten ontvanger zelf worden bepaald. Deze methode maakt het mogelijk, zonder lastig tellen bv. de 287e harmonische te vinden ($287 = 10 \times 30 - 13$). Het golfbereik wordt

⁶⁾ Gestrekte hoek = 100 graden.

hierdoor zóó groot, dat het waarschijnlijk mogelijk zal zijn met deze 2 gekoppelde multivibratoren iederen willekeurigen golfmeter te ijken. Nadere bijzonderheden hoop ik later hier nog over mede te deelen.

Iets over de hoogste met den multivibrator te bereiken frequentie.

Voor het ijken van golfmeters, in de buurt van 10 Meter, komen de harmonischen van een op 1000 Meter genereerenden multivibrator zeer dicht bij elkaar te liggen. Nu is dat niet erg, wanneer op bovengeschetste wijze bv. om de 10 harmonischen van dezen multivibrator een harmonische van een tweede apparaat zou komen. Maar deze tweede multivibrator zou daartoe op een golflengte van 100 Meters moeten werken, en het is zeer de vraag of dit mogelijk is. Het is dus van belang te weten, waardoor eigenlijk een bovenste limiet aan de frequentie gesteld wordt. De trillingstijd kan worden verkort door C en r te verlagen. Nu laat zich bewijzen, dat er voor r een limiet bestaat, waar beneden het stuk BD van de karakteristiek overal evenwichtsstanden kan bevatten.

De verklaring, welke wij van de werking van den multivibrator naar aanleiding van fig. 5 gaven, was alleen voor niet te lage waarden van het product Cr juist en zelfs dan nog kan men er op aanmerken, dat tusschen de punten B en C en tusschen D en A een eenigszins ongedefinieerde kromme wordt doorlopen, die zeker door de onder 45° getrokken stippellijn niet juist wordt voorgesteld. De sprongen BC en DA werden „oneindig snel” verondersteld. Practisch is er natuurlijk altijd wel een oorzaak, waardoor deze stroomverandering *niet* oneindig snel geschiedt. Dat kan bv. de zelfinductie zijn, maar die is bij dit schema wel buitengewoon klein te houden. Veel waarschijnlijker is het de capaciteit, van het rooster + lekwerstand r t.o.v. den gloeidraad.

Het effect hiervan is wel te berekenen, wanneer men verschillende benaderingen invoert zoo bv. dat de voorroosterstroomveranderingen alleen afhankelijk zijn van de veranderingen van E_g

$$i_r = -S e_g.$$

Wanneer nu de cap. van het rooster t.o.v. den gloeidraad c genoemd wordt, dan kan men de tijdconstante vinden van de stroomverandering, die ontstaat, wanneer van een punt van het rechte deel van de karakteristiek uitgegaan wordt.

Wij zullen den lezers deze berekening sparen: zij geeft aanleiding tot 2 simultane differentiaalvergelijkingen, welke opgelost kunnen worden door te veronderstellen, dat

$$i = \varepsilon^{\frac{t}{\tau}} (\varepsilon = \text{basis Nep. log.})$$

waarin T dus een voorloepig nog onbekende tijdconstante is. T kan dus worden opgelost uit een vierkantsvergelijking, welke voor het geval, dat ver boven de genereergrens gewerkt wordt, tot oplossingen geeft

$$T_1 = SRrC$$

en $T_2 = c/S$

T_1 schijnt te zijn de tijdconstante van de niet-stabiele stroomvariatie welke juist door de als gevolg van de lampversterking ontvangen ondersteuning kan worden onderhouden.

T_2 is de tijdconstante van den eigenlijken „sprong”. Men ziet, dat ze buitengewoon klein is: voor het geval, dat $c = 20 \mu\mu F$ en $S = 0,0003 A/V$ (volgt uit karakteristiek oppervlak) bedraagt ze slechts 1/15 millioenste secunde.

Bij een goede installatie (S en R groot) is de tijdconstante T_1 groot in tegenstelling met T_2 , die dan klein is. Dit illustreert het verschil tusschen de beide verschijnselen.

Gezamenlijk bepalen zij òf en in welke richting bij een gegeven aanvangstoestand een stroomverandering zal ontstaan (randvoorwaarden!).

Verder volgt uit de berekening, dat de multivibrator nooit kan genereeren wanneer niet

$$SRr - R - r > 0.$$

Dat wil dus zeggen, dat zoowel R als r beide grooter moeten zijn dan $1/S$. Practisch bleek dit te kloppen met alle nauwkeurigheid, die ervan te verwachten viel: wanneer r tot 4000 Ohm genaderd was, kon het toestel niet meer aan het genereeren gebracht worden.

Voor het verkrijgen van de hoogst mogelijke frequenties blijft er dus niets anders over dan te trachten de capaciteiten zoo gering mogelijk te maken. Voor r ligt de beste waarde in het besproken toestel in de buurt van 10.000 Ohm.

Over het ijken van golfmeters met behulp van multivibratoren, hoop ik een volgenden keer iets mede te deelen.

Over het nuttig effect van hoogfrequentversterking.

Door Ir. J. ROORDA Jr.

Zeer algemeen vindt men de meening verspreid, dat hoogfrequentversterking niet zoo bijzonder effectief is, zoo al niet heel boud gesproken wordt van het nuttelooze van deze versterkingsmethode. Het lijkt den schrijver daarom niet ondienstig eens te onderzoeken in hoeverre deze opvatting al dan niet gegrond is.

Daarvoor dient men er zich goed van op de hoogte te stellen hoe een versterkerlamp werkt en welke de voorwaarden zijn die de beste werking bepalen. Want de slechte ervaringen die zoo velen al opgedaan hebben met h.f. werk zijn in vele gevallen niet alleen te wijten aan slechte montage of onvoldoende afstemming, maar ook vaak aan een ondoelmaige keuze van onderdeelen. Hiermede wordt niet bedoeld dat de onderdeelen van minderwaardige of slechte kwaliteit zouden zijn; integendeel het kunnen „first class” onderdeelen zijn, die toch op de verkeerde plaats gebruikt, zoo'n miniem resultaat opleveren, afgezien nog van het feit of er werkelijk voor dit doel betere onderdeelen verkrijgbaar zijn en welke eventueel de verbeteringen zouden moeten zijn.

Allereerst zullen we echter even nauwkeurig vaststellen, waarover het in dit artikel zal gaan. Het constructieve gedeelte van h.f. versterkers zullen we buiten beschouwing laten, omdat daarover op diverse plaatsen in verschillende artikelen voldoende gesproken is en uiteengezet wat de beste manier is om de beste resultaten te verkrijgen. Deze constructieve beschouwingen echter staan betrekkelijk buiten het vraagstuk, zooals we het hier zullen behandelen, omdat ze in hoofdzaak beheerscht worden door de overweging dat koppelingen tusschen verschillende kringen tot een minimum beperkt dienen te worden, om de neiging tot zelfgenereren te bedwingen.

In dit artikel zal het in hoofdzaak gaan over de functie van de lamp als versterker. Nu is de eerste eisch dien men aan een versterkerlamp kan stellen deze, dat ze werkelijk versterkt. In hoeverre dit daadwerkelijk geschiedt, hangt af van het type lamp dat gebruikt wordt en de kring of het schema waarin ze gebruikt wordt. Voor hoogfrequentversterking zijn nu de meest uiteenlopende lampentypes in gebruik; meestal zijn het lampen die voor alle doeleinden geschikt zijn of heeten te zijn, een anderen keer eens zulke, die speciaal voor h.f. werk zijn ontworpen. Maar in de meeste gevallen is een versterking nauw merkbaar. Een lamp met een versterkingsfactor 10 geeft b.v. een werkelijke versterking van hoogstens 1,5 à 2. Dit vindt zijn oorzaak daarin dat de versterking van de lamp afhangt van andere factoren dan de versterkingsfactor van de lamp als zoodanig.

De versterkingsfactor van de lamp wordt bepaald uit een serie karakteristieken. Dit zijn echter z.g. statische karakteristieken. Deze worden puntsgewijze opgenomen door bij een bepaalde plaatspanning voor verschillende waarden van de roosterspanning den plaatstroom te bepalen. Een van de vele methoden waarop dit

gedaan kan worden is aangegeven in fig. 1. Door middel van den potentiometer P en de batterijen B_1 en B_2 kan men het rooster spanningen geven opgaande van -6 V. tot $+6$ V. ten opzichte van den gloeidraad. Deze roosterspanning leest men af op den voltmeter V_2 . Op den voltmeter V_1 leest men de plaatspanning

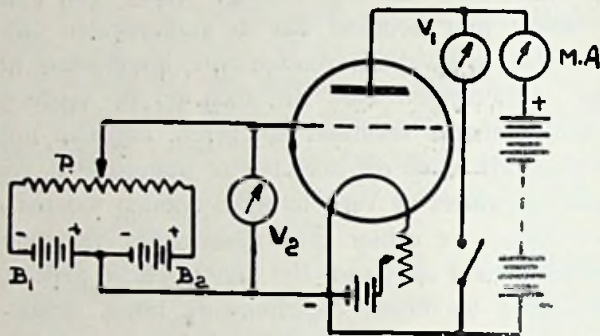


Fig 1.

af t.o.v. den gloeidraad en op den milliampèremeter m.A. den plaatstroom, die bij een bepaalde rooster- en plaatspanning vloeit. De aflezingen die men doet bepalen zich dus tot een statischen toestand d.w.z. roosterspanning en plaatstroom en -spanning zijn vaste waarden. Het zijn deze *statische karakteristieken*, die bij vele lampen, die in den handel zijn, bijgevoegd worden en waarnaar men zich gewoonlijk een oordeel vormt over de lampen of den versterkingsfactor.

Maar als nu de lamp in een of ander circuit opgenomen is en er een hoogfrequent wisselende spanning aan het rooster gelegd wordt en bovendien in den plaatkring een weerstand of impedantie opgenomen wordt om in een volgenden kring zoo groot mogelijke spanningsvariaties te doen ontstaan, dan is het duidelijk, dat de lamp onder geheel andere omstandigheden werkt dan bij de opname van statische karakteristieken. Laten we ons eens een oogenblik bepalen tot de beschouwing van den plaatkring. In dien plaatkring vloeit een stroom, zelfs een stroom van wisselende sterkte. Maar een stroom die door een weerstand vloeit, veroorzaakt over dien weerstand een spanningsafval. Daardoor is de werkelijke plaatspanning niet meer gelijk aan de klemmen-spanning van de anodebatterij, maar kleiner en wel gelijk aan de spanning van de batterij verminderd met den spanningsafval in den plaatkring. Waar nu in den plaatkring tengevolge van de roosterwisselspanning een stroom vloeit van wisselende sterkte, is de spanningsafval over den plaatkringweerstand of -impedantie ook variabel.

Hiermede is dus ten eenenmale al vastgesteld dat men de werking van de lamp in een toestel niet uitsluitend mag beoordeelen naar de gegevens van de statische karakteristieken, omdat de werkelijke plaatspanning nooit gelijk is aan de klemspanning van de gebruikte anodebatterij. Men is genoodzaakt zijn beschouwingen te baseeren op de z.g. *dynamische karakteristieken* van de lamp d.w.z. naar karakteristieken die men zou verkrijgen door ze op te nemen in dien toestand waarin de lamp werkelijk gebruikt wordt, dus met een roosterwisselspanning en een weerstand of impedantie in den plaatkring. In fig. 2 zijn schematisch aangegeven een statische en een dynamische karakteristiek van een lamp bij gelijke anodebatterijspanning. Met R_u is de weerstand of de schijnbare weerstand of impedantie in den plaatkring aangeduid. Voor de statische karakteristiek is dan dus $R_u = 0$. De gestreepte karakteristiek is dan de dynamische voor een zekere waarde a van den uitwendigen weerstand R_u . Bij nul roosterspanning zou de

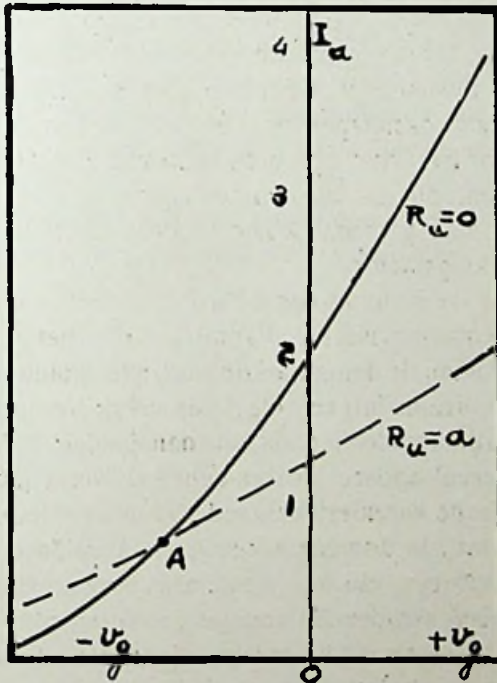


Fig 2.

plaatstroom naar de statische karakteristiek dan 2 m.A. zijn; omdat er echter een weerstand in den plaatkring aanwezig is, is die stroom in werkelijkheid slechts 1,3 m.A. En zoo kunnen we voor het geschetste geval de geheele karakteristiek volgen; de werke-

lijke plaatstroom is in het algemeen kleiner dan die, welke er volgens de statische karakteristiek zou moeten zijn. We zien echter dat de twee karakteristieken elkaar in het punt A snijden en dat beneden een bepaalde negatieve roosterspanning de werkelijke plaatstroom grooter is, dan die uit de statische karakteristiek zou volgen. De verklaring hiervoor is de volgende. Bij een bepaalde roosterspanning is aan te nemen dat de spanning van de anodebatterij gelijk is aan den plaatstroom maal den weerstand van den geheelen plaatkring. Voor den stationairen toestand bij de opname van een statische karakteristiek heeft men dus :

$$\text{batterijspanning } v_b = i_{a1} \cdot r_{i1},$$

als r_{i1} de inwendige weerstand van de lamp is, i_{a1} de plaatstroom bij een bepaalde roosterspanning v_g .

Beschouwt men echter de dynamische karakteristiek voor dezelfde roosterspanning v_g , dan is de weerstand van den plaatkring $R_u + r_{i2}$, waarin R_u de uitwendige weerstand of impedantie is, r_{i2} de inwendige lampweerstand. Deze r_{i2} is echter een andere dan r_{i1} , omdat zooals boven betoogd werd de werkelijke plaatspanning bij de dynamische werking van de lamp een andere is dan de spanning van de anodebatterij. Deze spanning is in het laatste geval, als i_{a2} de plaatstroom is:

$$v_b = (R_u + r_{i2}) i_{a2}.$$

Daaruit volgt de verhouding van de plaatstroomen voor statische en dynamische belasting van de lamp bij gelijke roosterspanning:

$$\frac{i_{a2}}{i_{a1}} = \frac{r_{i1}}{R_u + r_{i2}}.$$

In de buurt van de knie van de statische karakteristiek nu is de inwendige weerstand van de lamp sterk veranderlijk en afhankelijk van plaatspanning en roosterspanning beide. Maar r_{i1} en r_{i2} veranderen op heel verschillende wijze, omdat ze gelden voor verschillende werkingstoestanden van de lamp. Zoo is het dus mogelijk dat aan de voor het snijpunt A geldende voorwaarde voldaan wordt dat $r_{i1} = R_u + r_{i2}$. Dan is de plaatstroom voor beide karakteristieken dezelfde omdat de batterijspanning dezelfde is. Gaat men nu nog verder naar beneden met de roosterspanning dan geldt voor de statische karakteristiek dat de inwendige lampweerstand toeneemt, dus de plaatstroom kleiner wordt. Voor de dynamische zijn de verschijnselen dan echter minder eenvoudig. Wel neemt de inwendige lampweerstand toe, waardoor de plaatstroom af zou nemen; maar tevens wordt door die afname de spannings-afval over den uitwendigen weerstand kleiner, wat dus een relatieve toename van de werkelijke plaatspanning beteekent.

Daardoor zou dus de plaatstroom moeten toenemen. Deze toename nu compenseert geheel (voor punt A) of gedeeltelijk de afname door verhoogden inwendigen lampweerstand. Zoodat bij de dynamische karakteristiek bij bepaalde negatieve roosterspanningen de plaatstroom grooter is, dan die, welke volgens de statische karakteristiek bij dezelfde anodebatterijspanning zou moeten stroomen. Uit deze beschouwing blijkt wel duidelijk dat men verkeerd doet de werking van een lamp in een toestel aan de hand van de statische karakteristieken en de daaruit afgeleide grootheden te beschouwen.

Waarop het echter voor het oogenblik aankomt, is het feit dat de dynamische karakteristiek nagenoeg een rechte lijn is, maar dat het verloop veel vlakker is, dan dat van de statische. De eerste conclusie, die uit deze waarneming te trekken valt, is, dat de roosterwisselspanning een grootere amplitude kan hebben, voordat men in de knie van de karakteristiek komt te werken, waar vervormingen en ongelijkmatige versterking optreden. Dat wil dus zeggen, dat de wisselspanningen die de lamp kan verwerken zonder te vervormen, grooter zijn dan men aan de hand van de statische karakteristiek zou verwachten.

Aan den anderen kant echter beteekent het vlakkere verloop van de dynamische karakteristiek een kleinere steilheid dus een kleinere spanningsversterkingsfactor. Want de versterkingsfactor $g = \frac{\text{verandering van plaatspanning}}{\text{verandering van roosterspanning}}$ om een zelfde plaatstroomverandering te verkrijgen hangt af van de steilheid zooals in de figuren 3 a en 3 b ten overvloede nog eens schematisch is aangegeven voor karakteristieken met verschillende steilheid, doch overigens voor gelijke waarden.

Hiermede mag het dus wel duidelijk aangetoond heeten, dat de lamp in werkelijkheid een geheel anderen en kleineren versterkingsfactor heeft, dan die bepaald wordt door de statische karakteristieken en die in het vervolg de theoretische genoemd zal worden. Nu zijn er verschillende methoden om dynamische karakteristieken op te nemen en zich dus een beter

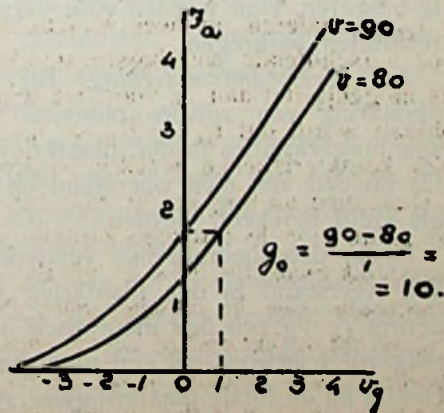


Fig. 3 a

beeld van de werkingwijze der lamp te vormen. Deze karakteristieken te nemen is echter niet zoozeer noodig, omdat aan de hand van de volgende berekeningen wel bij benadering vastgesteld kan worden, wat men van een lamp onder bepaalde werkingstoestanden kan verwachten.

Volgens definitie is de versterkingsfactor van de lamp $g = \frac{\Delta v_a}{\Delta v_g}$.

Nu zal men bij voorkeur werken in dat deel van de karakteristiek waar de versterkingsfactor het grootste is en tevens constant, dus in het rechte deel. Dat is dan echter tevens het deel van

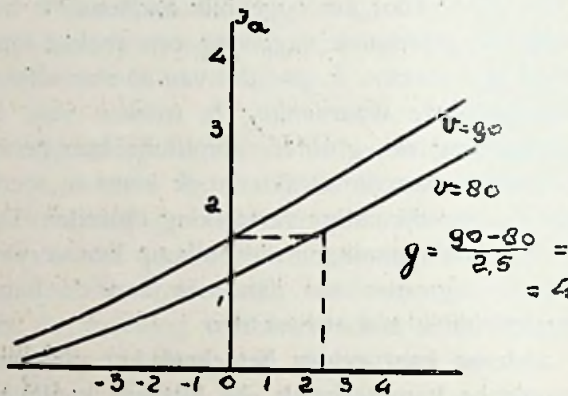


Fig. 3b

de karakteristiek, waar de inwendige weerstand van de lamp nagenoeg constant is. Bij benadering mag dan wel aangenomen worden, dat de dynamische karakteristiek af te leiden is uit de statische, door aan te nemen dat de inwendige lampweerstand vermeerderd moet worden met den uitwendigen weerstand of de impedantie van den plaatkring en daarop eventueele berekeningen te baseeren. Dan worden voor verschillende gevallen de volgende resultaten verkregen.

10. Weerstandversterking. Bij deze methode wordt in den plaatkring een zuivere ohmsche weerstand ingebouwd om de spanningsvariatiëes in den plaatkring zoo groot mogelijk te maken. De invloed van dien weerstand op den versterkingsfactor kan nu als volgt berekend worden.

Noem den theoretischen versterkingsfactor van de lamp g_0 en den weerstand in den plaatkring R . Een roosterspanningsverandering Δv_g zou dus theoretisch dezelfde plaatstroomverandering tengevolge hebben als een plaatspanningsverandering $g_0 \cdot \Delta v_g$. Omdat nu de totale plaatkringweerstand $R + r_i$ is, als r_i de inwendige lampweerstand is, zou de plaatstroomverandering dus zijn:

$$\Delta i_a = \frac{g_o \Delta v_g}{R + r_i}$$

De werkelijke plaatsspanningsverandering zou dan dus zijn:

$$\Delta v_a = \Delta i_a \cdot R = \frac{g_o \Delta v_g}{R + r_i} \cdot R$$

Daaruit volgt de werkelijke versterkingsfactor

$$g = \frac{\Delta v_a}{\Delta v_g} = \frac{R}{R + r_i} \cdot g_o$$

Met behulp van deze formule kan gemakkelijk aangetoond worden wat de lamp bij weerstandsversterking inderdaad zal doen.

Wordt R n.l. grooter ten opzichte van r_i , dan wordt de effectieve versterkingsfactor ook grooter. Als b.v. $R = r_i$, is $g = \frac{g_o}{2}$. Deze verhouding wordt gunstiger als R grooter wordt. Het nuttig effect stijgt dus met toenemenden weerstand in den plaatkring.

Evenwel is er een zekere limiet. Want r_i is geen constante maar neemt toe met afnemende plaatsspanning onder overigens gelijkblijvende omstandigheden. En maakt men R grooter dan neemt de werkelijke plaatsspanning af en r_i neemt dus toe. Daaruit volgt dat men R niet ongelimiteerd kan vergrooten om het nuttig effect te verhoogen, omdat r_i tevens grooter wordt, zoodra R een zekere waarde overschreden heeft. Vergrooting van den anodeweerstand met het doel een hoogere efficiency van de lamp te bereiken, moet dus gepaard gaan met een verhooging van de batterijspanning, zoodat de werkelijke plaatsspanning die waarde houdt, waarbij men met een constanten inwendigen lampweerstand kan rekenen. Per slot valt er dus weinig te berekenen en is men toch op experimenteeren aangewezen.

Toch kan daarbij bekendheid met genoemde formule van belang zijn. Bij de proeven kan de gemiddelde plaatstroom gemeten worden. Is deze i_o en is de batterijspanning v_b , dan kan de werkelijke plaatsspanning berekend worden uit $v_a = v_b - i_o R$. Op deze manier is het dus gemakkelijk te controleeren of men wel met den gemiddelden inwendigen weerstand van de lamp kan rekenen en kan bij ieder stadium van het experimenteeren bij benadering de werkelijke versterkingsfactor berekend worden.

Experimenteel is vastgesteld, dat men bij weerstandsversterking de beste resultaten heeft als men den anodeweerstand ongeveer 2 à 3 maal zoo hoog maakt als den inwendigen lampweerstand. Het nuttig effect kan men dan ongeveer vaststellen op ongeveer 0,75. Evenwel kan men uit de bovenstaande formule zonder

meer aflezen, dat men de beste resultaten zal kunnen verwachten met een lamp met hoogen theoretischen versterkingsfactor en lagen inwendigen weerstand.

Deze versterkingsmethode is het best geschikt voor laagfrequent-versterking en voor radiofrequenties tot ongeveer 300.000 perioden ($\lambda = \pm 1000$ m). Buiten deze grenzen is men genoodzaakt speciale voorzorgen te nemen om de shunt-werking voor h.f.-stroomen door inwendige lamppaciteiten en door de capaciteit van verbindingsdraden tot een minimum terug te brengen, want door deze lek wordt natuurlijk het nuttig effect van de lamp verkleind. Voor golflengten beneden de 1000 M. komt deze methode voor h. f. versterking eigenlijk niet in aanmerking, hoewel men onder de 1000 M. nog heel aardige resultaten kan krijgen met lampen met kleine inwendige capaciteit zooals de Marconi V 24, zeer zorgvuldig met de anodekringen met zoo kort mogelijke verbindingen gemonteerd. Voor gewone omroepontvangst kan men echter wel zeggen dat hoogfrequentweerstandsversterking, door het wegglekken van de h.f.-stroomen vrijwel zonder effect is.

20. *Smoorspoelversterking.* Door middel van een smoorspoel kan men ook een hoogen wisselstroomweerstand in den plaatkring van de lamp brengen en zodoende de stroomvariaties een zoo groot mogelijken waarde geven. De formule voor den werkelijken versterkingsfactor moet nu eenigszins gewijzigd worden, omdat door de smoorspoel de stroom in het algemeen niet meer in phase zal zijn met de spanning. Als R de ohmsche weerstand van de smoorspoel is en L de zelfinductie in Henry voorstelt is de wisselstroomweerstand gelijk aan $\sqrt{R^2 + \omega^2 L^2}$; de totale wisselstroomweerstand van den plaatkring is dan $\sqrt{(R + r_i)^2 + \omega^2 L^2}$, als r_i de inwendige weerstand van de lamp is en ω de cirkelfrequentie van de te versterken spanning. Op dezelfde manier als bij de weerstandsversterking kunnen we dan weer afleiden dat de effectieve versterkingsfactor gelijk is aan :

$$g = \frac{\sqrt{R^2 + \omega^2 L^2}}{\sqrt{(R + r_i)^2 + \omega^2 L^2}} \cdot g_0.$$

In de meeste gevallen kan echter bij radiofrequenties de ohmsche weerstand R van de spoel verwaarloosd worden tegen den schijnbaren weerstand ωL en tegen den inwendigen lampweerstand. De formule vereenvoudigt zich dan tot :

$$g = \frac{\omega L}{\sqrt{r_i^2 + \omega^2 L^2}} \cdot g_0.$$

Een voordeel van deze methode is, dat men bij verhooging van

de zelfinductie L — waarmee het nuttig effect vergroot wordt — geen rekening met een mogelijke verandering van r_i hoeft te houden. Want de gemiddelde plaatspanning, die alleen invloed ondervindt van den zuiver ohmschen weerstand, verandert heel weinig bij de stroomveranderingen, omdat die weerstand te verwaarloozen klein is tegenover de andere grootheden van den kring. De wisselstroomweerstand is alleen van invloed op de plaatstroomveranderingen, die zoo groot mogelijk moeten worden.

Het beste beeld van de werking van een smoorspoel in den plaatkring van een h. f. lamp krijgt men aan de hand van een diagram zooals in fig. 4 geteekend is. Op de eene as is uitgezet de verhouding $\frac{g}{g_0}$, dus het nuttig effect, op de andere as de verhouding $\frac{\omega L}{r_i}$; bij deze kromme is de invloed van den ohmschen weerstand verwaarloosd.

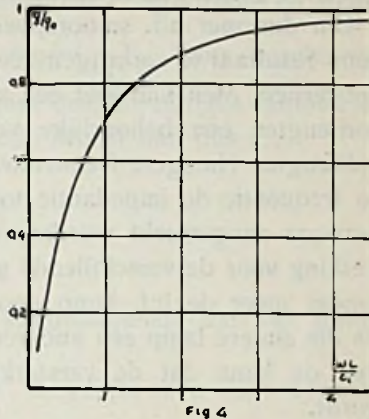


Fig 4

Uit deze kromme ziet men, wat trouwens bij beschouwing van de formule ook duidelijk is, dat de werkelijke versterkingsfactor den theoretischen niet overschrijdt. Ook ziet men hier weer, wat bij weerstandsversterking ook al geconstateerd is geworden, dat het effect van de lamp grooter wordt naarmate r_i kleiner is, want dan wordt de verhouding $\frac{\omega L}{r_i}$ voor een bepaalde waarde van ω of L gunstiger.

Uit het diagram leest men verder zonder meer af, dat het nuttig effect van de lamp ongeveer 95 % is, als de wisselstroomweerstand in den plaatkring zoo 3 à 4 maal zoo groot is, als de inwendige lampweerstand. Voor een Philips A 410 met inwendigen weerstand van 25000 ohm en een theoretischen versterkingsfactor van 10, zou dus de impedantie in den plaatkring ± 87.500 ohm gemaakt moeten worden om een werkelijken spanningsversterkingsfactor van 9,5 te verkrijgen. Voor de verschillende golflengten kan dan de zelfinductie van de smoorspoel berekend worden. Voor Hilversum met een golflengte van 1050 M. is de frequentie 285.000, dus $\omega = 2 \pi f = 1.795.000$, is dan $L = \frac{87\,500}{1\,795\,000} = 0,0488$ Henry = 48,8

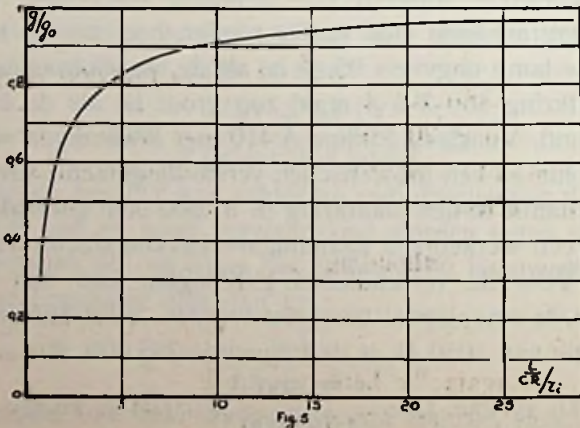
millihenry. Zou men hiervoor een honigraatspoel willen gebruiken dan kwam daarvoor spoel 1000 in aanmerking met een zelfinductie van ongeveer 59 millihenry. Met afnemende frequentie, dus toenemende golflengte, zou men nog grootere spoelen moeten gebruiken.

Om dus met h.f. smoorspoelversterking een eenigszins bevredigend resultaat te verkrijgen zou men de spoelen zorgvuldig moeten ontwerpen. Men kan met één spoel volstaan, die voor de grootere golflengten een behoorlijke versterking geeft; voor de kleinere golflengten (hoogere frequenties) is ze dan zeker goed, omdat met de frequentie de impedantie toeneemt. Dit kan echter ook als een bezwaar aangemerkt worden, want er is dan geen uniforme versterking voor de verschillende golflengten. Bovendien kan men niet zonder meer de h.f. lamp door een ander type vervangen, want als die andere lamp een anderen inwendigen weerstand heeft; loopt men de kans dat de versterking kleiner, misschien onmerkbaar wordt.

Het groote nadeel van deze methode is echter wel, dat ze evenals de weerstandsmethode, beneden ± 1000 M. golflengte nagenoeg geen effect meer heeft, door de shuntwerking van de inwendige lamppaciteiten en de eigencapaciteit van de smoorspoel, waardoor lekpaden voor de h.f. stroomen ontstaan.

30. Hoogfrequentversterking met afgestemden plaatkring.

De slechte invloed van die shuntwerking door capaciteiten kan men echter ondervangen, of beter gezegd uitnuttigen door een condensator parallel op de spoel, waardoor men den plaatkring kan afstemmen op de golflengte van het inkomende signaal. Zooals bekend, vormen spoel en condensator parallel, en in resonantie met een bepaalde frequentie, een zeer hoogen wisselstroomweerstand voor dien wisselstroom en dat is juist gewenscht om zoo groot mogelijke spanningsvariatië te verkrijgen. Deze impedantie



is bij resonantie, dus afstemming $= \frac{L}{CR}$, als L de zelfinductie in Henry, C de capaciteit in Farad en R de ohmsche weerstand van den kring is. Daar bij een afgestemden kring stroom en spanning in phase zijn, kan deze grootheid $\frac{L}{CR}$ dus beschouwd worden als een weerstand in serie met den inwendigen lampweerstand. De werkelijke versterkingsfactor wordt dan dus :

$$g = \frac{\frac{L}{CR}}{\frac{L}{CR} + r_i} g_0.$$

In fig. 5 is weer geteekend de afhankelijkheid van het nuttig effect $\frac{g}{g_0}$ van de verhouding $\frac{L}{CR}$. Vergelijkt men deze kromme met die van fig. 4, dan ziet men dat ze niet zoo snel stijgt, maar dat voor waarden van $\frac{L}{CR} = 15$ à $20 r_i$ toch bevredigende resultaten verkregen worden. Daar is de werkelijke versterkingsfactor ongeveer 90 % van den theoretischen. Dat deze waarde $\frac{L}{CR} = 20 r_i$ niet exorbitant hoog is en zeker wel te verwerkelijken, moge volgende berekening aantonen, weer geldende voor een Philips A 410 op de golflengte van Hilversum. Nemen we b.v. aan $C = 0,0001 \mu F = 0,0001 \cdot 10^{-6}$ Farad. De daarbij behorende zelfinductie om resonantie voor $\lambda = 1050$ te geven is dan 3 millihenry $= 3 \cdot 10^{-6}$ Henry. Voor deze zelfinductie kan dienen een honigraatspoel van 200 à 250 windingen met een ohmschen weerstand van ongeveer 5 ohm. De wisselstroomweerstand van dit systeem is dan

$$\frac{L}{CR} = \frac{3 \cdot 10^{-3}}{0,0001 \cdot 10^{-6} \cdot 5} = \frac{3}{5} \cdot 10^7 = 6,000,000 \text{ ohm.}$$

Voor een A 410 is $20 r_i = 20 \cdot 25000 = 500.000$ ohm.

Men ziet dus dat de waarde $20 r_i$ ver overschreden is, wat echter aan het nuttig effect ten goede komt omdat dit toeneemt met de grooter wordende verhouding $\frac{L}{CR/r_i}$. In dit geval zou dus $\frac{g}{g_0} = \frac{6,000,000}{6,025,000} = 0,997$ zijn d.w.z. men zou bijna den theoretischen versterkingsfactor bereikt hebben.

In werkelijkheid zullen echter deze resultaten ook al niet bereikt

kunnen worden, omdat de afstemmiddelen nu eenmaal niet van dien aard zijn, dat men haarscherp op de gewenschte golflengte kan afstemmen. En als er geen zuivere resonantie is, mag men niet meer met den vorm $\frac{L}{CR}$ rekenen, doch met de gewone formule voor niet-afstemming en dan zal men vinden dat de impedantie direct zeer veel lager is. Toch kan men uit het voorgaande wel de volgende conclusies voor h.f. versterking met afgestemden plaatkring trekken: primo moet de verhouding van L en C zoo gunstig mogelijk zijn d.w.z. L zoo groot mogelijk, C zoo klein mogelijk, dus neme men bij voorkeur voor een afgestemden plaatkring een kleinen variabelen condensator b.v. van 0,00025 microfarad; automatisch is men dan gedwongen L hooger op te voeren. Secundo moet de ohmsche weerstand van den kring zoo klein mogelijk gehouden worden. Ook behoeft men de batterijspanning eventueel niet bij te regelen, omdat de ohmsche spanningsafval in den kring klein is en heel weinig verandert. Evenwel ziet men ook

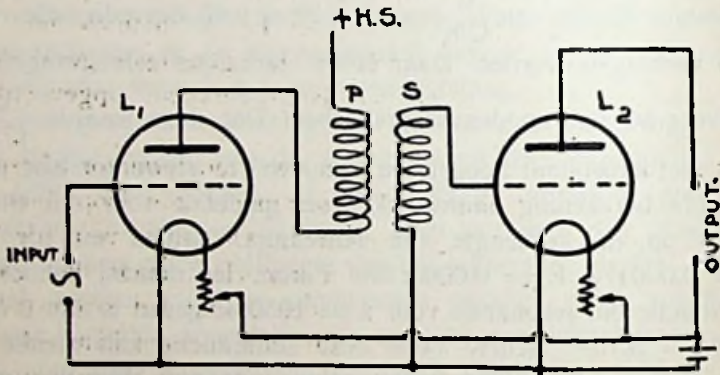


Fig. 6.

weer hier dat een lamp met lagen inwendigen weerstand en hoogen theoretischen versterkingsfactor weer het beste de plaats als h.f. lamp in kan nemen.

Van de drie besproken methoden is dus bij goed ontwerp de laatste, die met den afgestemden plaatkring, wel het meest effectief.

40. *Transformatorkoppeling.* Een vierde methode om de plaatspanningsvariaties aan het rooster van de volgende lamp toe te voeren, wat bij de besproken methoden geschiedde door directe verbinding van de plaat van de lamp met den roosterkring van de volgende, is de transformatorkoppeling schematisch aangeduid in fig. 6. Door middel van den h.f. transformator kan men de

spanningsvariaties ook nog iets vergrooten, maar men moet in elk geval den transformator zorgvuldig ontwerpen. In het aannemen van de transformatieverhouding is men echter gelimiteerd, want de roosterwikkeling (d.i. de secundaire) kan men niet willekeurig aannemen, omdat vanaf een zekere grens en de eigencapaciteit van de transformatorwikkeling en de inwendige lampcapaciteit tusschen rooster en gloeidraad door hun shuntwerking lekpaden doen ontstaan, die het effect van de transformatieverhouding geheel kunnen opheffen. Daardoor is dus de grootte van de secundaire wikkeling betrekkelijk bepaald. Wil men dan toch nog de spanningsvariaties omhoog transformeeren dan is men genoodzaakt de primaire (dus de wikkeling in den plaatkring van de h.f. lamp) zoo klein mogelijk te maken. Dit maakt echter het effect van de lamp laag, zooals we bij de smoorspoelkoppeling gezien hebben. De primaire kan echter afgestemd worden en daarmee wordt de impedantie in den plaatkring veel hooger en van de grootte-orde van den inwendigen lampweerstand. Maar omdat men al gehouden is aan een lage L zal men op deze wijze met de lamp in geenendeel zoo'n hoog effect bereiken als bij de methode met afgestemden plaatkring alléén, omdat in het gunstigste geval de impedantie tot 3 à 4 maal den lampweerstand opgevoerd kan worden.

Ook kan men de secundaire van den transformator afstemmen, maar daar de wikkelingen sterk gekoppeld zijn loopt men kans op een dubbele piek bij de afstemming. Om dit te vermijden moet men de wikkelingen minder sterk koppelen; maar dan gaat de transformatieverhouding naar beneden omdat het strooiveld (d.i. een verlies) dan grooter wordt. Aan den anderen kant echter, als men de secundaire afstemt, wordt in zekere mate de primaire, juist door die sterke koppeling tusschen de wikkelingen, ook afgestemd. Dan brengt men den versterkingsfactor dus omhoog. H.f. transformatoren met afgestemde roosterwikkeling (secundaire) kunnen dus ook met succes gebruikt worden, indien men er in slaagt het gunstigste compromis met de transformatieverhouding te sluiten.

Conclusie. Zoals in den loop van dit artikel al eenige keeren opgemerkt is, zijn er vele factoren die het nuttig effect van h.f. versterking verlagen. Met name zijn genoemd de inwendige lampcapaciteiten. Maar er zijn ook nog de capaciteiten van de verbindingsdraden enz. enz. Deze beteekenen alle lekpaden voor de h.f. stroomen en dus verliezen. Alles met elkaar genomen kan men in het gunstigste geval, na zorgvuldig ontwerp en opbouw van het toestel rekenen op een nuttig effect van 20 à 30 % d.w.z. voor

een lamp met theoretischen versterkingsfactor van 10 op een versterking van ongeveer 2 à 3 per trap.

Doch hiermede staat of valt de methode van de h.f. versterking niet, omdat er wezenlijke voordeelen zijn, zooals in een artikel van schrijver dezès in „Radio-Expres” No. 18 duidelijk is gemaakt b.v. grootere selectiviteit en storingsvrijheid. En buitendien zullen er mettertijd ook wel lampen in den handel komen speciaal voor h.f. werk d.i. met een hoogen theoretischen versterkingsfactor en lagen inwendigen weerstand, zoodat men kan breken met de methode om voor h.f. versterking een z.g. „general purpose” lamp d.i. een lamp voor alle doeleinden te gebruiken. Philips heeft b.v. al een A 425 gelanceerd die naast den hoogen versterkingsfactor 25 een betrekkelijk lagen inwendigen weerstand van 28.000 ohm heeft. Ofschoon ze speciaal voor l.f. weerstandsversterking ontworpen heet te zijn, zal ze toch ook uitstekend voor h.f. werk te gebruiken zijn, wat na het voorgaande wel zonder meer duidelijk is.

Het zelfgenereeren van h.f. lampen is een betrekkelijk op zichzelf staand onderwerp. Het zal zonder meer duidelijk zijn dat daardoor ook het nuttig effect verkleind wordt omdat bij genereeren een deel van de energie van den plaatkring door den roosterkring van de lamp verbruikt wordt. Ook om het zelfgenereeren van h.f. lampen te bedwingen of althans de neiging daartoe te verkleinen, is verkleining van de inwendige lampcapaciteit van groot belang. Deze verkleining van de lampcapaciteit is echter ook om andere redenen van groot belang, zooals in het voorgaande duidelijk gemaakt is.

In elk geval is er op het gebied van h.f. versterking nog veel onontgonnen terrein, zooals met dit artikel wel voldoende duidelijk gemaakt moge heeten !

Soest, 12 Mei 1926.

Ongedempte trillingen van zeer hooge frequentie.

(Slot.)

8. Gaan wij thans over tot een theoretische beschouwing. We nemen aan dat de kathode en anode de potentiaal nul hebben, terwijl het rooster een spanning V heeft. De electronen vliegen naar het positieve rooster, passeeren dit met een snelheid v , komen daarna in een vertragend veld. Zij komen juist bij de plaat tot rust, doch bereiken deze niet, maar vliegen terug en we nemen aan dat ze thans op het rooster komen. Hierbij wordt dus op de elec-

tronen alleen arbeid verricht tusschen gloeidraad en rooster; immers tusschen anode en rooster is de arbeid beide keeren even groot doch tegengesteld.

Zijn er nu oscillaties aanwezig dan moeten we op de constante spanning V een wisselspanning superponeeren, voorgesteld door $V_0 \sin nt$; hierbij is dus V_0 de amplitude dezer wisselspanning die klein zij ten opzichte van V .

Nu kan het zijn dat een electron dat anders juist bij de plaat tot rust gekomen zou zijn, op de plaat terecht komt doordat deze wisselspanning er eenigen extra arbeid op verricht. Treedt echter het omgekeerde op, dan zal het electron iets eerder tot rust komen.

Is de totale arbeid dezer wisselspanning positief d.w.z. de electronen onttrekken energie aan de oscillaties, dan zullen de oscillaties geleidelijk uitsterven. Verrichten echter de electronen arbeid op de oscillaties, dan kunnen deze in stand gehouden worden. Zij zullen zóólang in amplitude toenemen totdat de dempingsverliezen in evenwicht zijn met den verrichten arbeid. Voor het in stand houden der trillingen moet de totale arbeid door de wisselspanning verricht, dus negatief zijn. Bepalen we thans dezen arbeid.

Ten gevolge van de wisselspanning, is de electriche kracht tusschen rooster en plaat:

$$\frac{V_0 \sin nt}{d}$$

als d = afstand rooster tot plaat.

De kracht op het electron uitgeoefend, is dan:

$$\frac{e \cdot V_0 \sin nt}{d}$$

De arbeid die de wisselspanning nu op het electron verricht, hangt af van het moment, waarop het electron het rooster passeerde. Dit moment immers bepaalt de phase der wisselspanning. De totale arbeid op het electron verricht tusschen rooster en plaat is nu:

$$(7) \quad \int_0^d \frac{e \cdot V_0 \sin nt}{d} dx$$

als $x = 0$ het rooster en $x = d$ de plaat voorstelt. Na het passeeren van het rooster op den tijd t_0 met de snelheid v , geldt voor de snelheid op den tijd t :

$$v_t = v - a (t - t_0)$$

$$\frac{dx}{dt} = v - a (t - t_0).$$

Is T de tijd dien het electron noodig heeft om na het passeeren van het rooster tot rust te komen dan is:

$$v = a \cdot T. \quad \text{Gesubstitueerd:}$$

$$(8) \quad \frac{dx}{dt} = a (T - t + t_0).$$

Nemen we thans in (7) t in plaats van x als variabele door substitutie van (8), dan krijgen we, daar voor $x = 0$, $t = t_0$ en voor $x = d$, $t = t_0 + T$ is:

$$\int_{t_0}^{t_0+T} \frac{a \cdot e \cdot V_0}{d} (T - t + t_0) \sin nt \, dt.$$

Wanneer we deze integraal uitrekenen en $d = \frac{1}{2} a T^2$ stellen, vinden we dus voor den arbeid van rooster naar plaat:

$$(9) \quad \frac{2 e \cdot V_0}{T^2} \left(\frac{T \cos p t_0}{p} + \frac{\sin p t_0 - \sin p (T + t_0)}{p^2} \right).$$

Door de grenzen te wijzigen in $t_0 + T$ en $t_0 + 2T$ vindt men op dezelfde manier voor den arbeid op den terugweg van plaat naar rooster:

$$(10) \quad \frac{2 e \cdot V_0}{T^2} \left(\frac{T \cos p (t_0 + 2T)}{p} + \frac{\sin p (t_0 + T) - \sin p (t_0 + 2T)}{p^2} \right).$$

Het is duidelijk dat wanneer men door integratie van (9) tusschen de grenzen 0 en $\frac{2\pi}{n}$, den totalen arbeid per periode wil bepalen, men daarvoor nul tot uitkomst zal vinden. Berekent men (9) echter voor een bepaalde waarde van t_0 , dan kan de uitkomst positief of negatief zijn. In het positieve geval zal het electron dat met de phase t_0 het rooster passeert, de plaat bereiken; is het antwoord negatief dan zal het electron vóór de plaat tot rust komen en naar het rooster terugkeeren. Gedurende één periode zullen dus de helft van den tijd de electronen de plaat bereiken en de andere helft terugkeeren. De totale arbeid op deze beide helften verricht blijft echter nul. Beschouwen we thans (10). We weten nu dat slechts voor een gedeelte van de waarden van t_0 de electronen terugkeeren naar het rooster, en slechts die waarden mogen we in (10) invullen. (10) kan dus een positieve of negatieve waarde hebben.

Om dus na te gaan of een oscillatie onderhouden kan worden, moeten we dus eerst de waarden van t_0 bepalen, waarvoor (9) negatief is, daarna deze waarden in (10) invullen en zien of deze vorm zoo groot negatief wordt dat de dempingsverliezen opgeheven kunnen worden. Hieronder volgt een tabel waarin men voor

verschillende verhoudingen van T en $\frac{2\pi}{n}$ de waarden van nt_0 vindt, waarvoor (9) negatief wordt.

	nt_0	arbeid
$T = \frac{1}{4} \times \frac{2\pi}{n}$	$150^\circ - 330^\circ$	- 0,47
$T = \frac{3}{8} \times \frac{2\pi}{n}$	$135^\circ - 315^\circ$	- 0,85
$T = \frac{1}{2} \times \frac{2\pi}{n}$	$120^\circ - 300^\circ$	- 0,36
$T = \frac{2\pi}{n}$	$90^\circ - 180^\circ$	- 0,32

Hieruit ziet men dat de amplitude der oscillaties het grootst is als de verhouding van T en $2\pi/n$ ongeveer $\frac{3}{8}$ is. De theorie zegt dus dat voor de oscillaties van maximum amplitude $n \times T$ constant moet zijn. Nu weten we uit (6) dat T omgekeerd evenredig is met \sqrt{V} , terwijl $n = \frac{c}{\lambda}$.

We vinden dus dat $\lambda^2 V$ constant moet zijn. Dat dit met de resultaten overeenstemt, blijkt uit het volgende:

λ	V	$\lambda^2 \cdot V$
208 c.M.	156,5	68×10^5
233	122,5	66
262	92	64,5
207	68	64
336	50,5	67,5

Al moge deze theorie eenigszins gekunsteld zijn, zij geeft in vele gevallen een goede verklaring van de waargenomen verschijnselen. Het allernieuwste op dit gebied is wel een publicatie van Dr. van der Pol die in tegenstelling met onze voorgaande beschouwing juist gebruik maakt van het feit dat een deel der electronen eenige malen tusschen gloeidraad en anode heen en weer vliegt. Gaat men uit van een moment dat bijv. meer electronen dan normaal uit de kathode komen dan zal na één periode een gedeelte dezer electronen teruggekeerd zijn bij den gloeidraad, waardoor weer een geringer aantal electronen uittreedt. Hierdoor treedt na 2 perioden weer een vermindering der ruimtelading op om den gloeidraad. Deze fluctuaties der ruimtelading zouden dus in rooster- en anodekring stroomvariaties geven, waarvan de trillingstijd uitsluitend afhangt van de rooster- en anodespanning en niet van de capaciteit en zelf-inductie.

Dit soort trillingen zal van wege de korte golflengte voor de

praktijk voorloopig wel geen nut hebben, voor experimenteel werk echter kunnen zij van groot nut worden daar men er veel meer energie mee kan verwerken dan met de gedempte trillingen van deze golflengte.

Groningen, Mei 1926.

Openbaar gemaakte Octrooiaanvragen op het gebied der Hoogfrequentietechniek.

No. 14726 Ned. Aanvraag ingediend 6 Mei 1920, openbaargemaakt 15 April 1925, voorrang vanaf 10 Aug. 1915.

Société Française Radio Electrique, Parijs.

„Hoogfrequentie wisselstroommachine.”

De uitvinding heeft betrekking op machines met onbewikkelden rotor en bestaat hierin dat de magnetische breedte der tanden en polen zich practisch verhoudt tot den hartafstand der statortanden als $\frac{1}{29}$ ten einde de harmonische van den 9en rang sterk op den voorgrond te brengen. Dat dit het geval is kan op volgende wijze verduidelijkt worden. De machine ontwikkelt geen sinusvormige E. M. K. Deze E. M. K. kan in een Fourierreeks ontwikkeld worden. De wiskundige ontwikkeling van die reeks toont aan, dat de relatieve amplitude van een willekeurigen term afhankelijk is van de verhouding tusschen de magnetische breedte der tanden d en den hartafstand der statortanden p en dat deze amplitude haar maximum bereikt als $\frac{d}{p} = \frac{1}{29}$. De tanden en polen zijn even breed. Verder kan volgens de uitvinding de 9e harmonische nog meer versterkt worden door den rotor $9 \times$ zooveel tanden te geven als den stator. Verder wordt de rotor gekoeld door vloeistofkanalen, die in het rotorijzer zijn ondergebracht. Om de ijzerverliezen te beperken kan men de statortanden afschuinen.

Conclusie: „Hoogfrequentie wisselstroommachine met onbewikkelden rotor, waarbij de tandbreedten van den rotor en den stator gelijk zijn, met het kenmerk, dat de verhouding van de magnetische breedte der tanden en polen tot den hartafstand der statortanden practisch gelijk is aan $\frac{1}{29}$ voor het opwekken van den harmonische van den rang 9.”

4 blz., 7 fig., 5 conclusies.

No. 23845 Ned. Aanvraag ingediend 23 Februari 1923, openbaargemaakt 16 Maart 1925, voorrang van 2 Maart 1922 voor de eerste en van 1 Dec. 1922 voor de tweede in de conclusie aangegeven uitvoering.

Marconi's Wireless Telegraph Co. Ltd., Londen.

Thermionische generator.

Men heeft gevonden, dat het vermogen van een generatorlamp verminderd wordt door verliezen, welke ontstaan door stroomen, die optreden in de laagneerslag aan de binnenoppervlakten van den bol. Deze verliezen worden nu voorkomen door het elektrische veld, hetwelk de stroomen in den neerslag veroorzaakt, te wijzigen. Daartoe worden de steunen van een der electroden omgeven door een metalen ring of strip, welke direct met de andere electrode verbonden is. Ook kan de anode met een raamwerk verlengd worden, dat de roostersteunen omgeeft.

Conclusie: „Generatorbuis, bestaande uit een omhulsel met plaat, rooster en gloeidraad, waarbij de steunen voor den rooster en voor de plaat op verschillende plaatsen zijn ingesmolten, hierdoor gekenmerkt, dat de stemmen voor een van deze electroden, waar zij buiten het werkzame gebied van de buis zijn gelegen, zijn omgeven door een metalen ring of strip, welke in directe verbinding met de andere electrode staat, of dat de anode in den vorm van een raamwerk is verlengd en de vrije roostersteunen omgeeft.”

1 blz., 3 fig., 1 conclusie.

No. 17158 Ned. Aanvraag ingediend 19 Nov. 1920, openbaargemaakt 15 April 1925, voorrang vanaf 15 Februari 1918.

Radio Corporation of America, New York.

Antenne met een geleidende en een capacatieve keten naar aarde.

Het doel van de uitvinding is gelegen in het aanbrengen van middelen om den aardingsweerstand van het stelsel te verminderen tot een waarde, kleiner dan die, welke kan verkregen worden door een antenne op gelijkmatig verdeelde punten te verbinden met een netwerk van aardgeleiders aan den voet van de antenne, welk netwerk zich uitstrekt over een oppervlakte ongeveer van dezelfde orde van grootte als die welke door de bovengrondsche geleiders bestreken wordt. Volgens de uitvinding is zoo'n aardnet eveneens aanwezig, doch tevens is een tegencapaciteit aangebracht en wel wordt deze tegencapaciteit over een grootere impedantie met de antenne verbonden, dan het aardnet, zoodat een aan aarde opgedrukte potentiaal in ligt tusschen de potentialen, opgedrukt aan antenne en tegencapaciteit. Door juiste regeling van

deze verbindingsimpedanties kan op deze wijze een maximum stralingseffect worden verkregen met minimum verliezen.

Conclusie: „Antennestelsel, waaraan een energiebron, een geleidende keten naar aarde en een capacatieve keten naar aarde zijn aangesloten, waarbij de beide ketens zoodanig onderling en met de antenne zijn verbonden, dat de capacatieve keten met de antenne over een grootere impedantie verbonden is, dan die, welke de antenne met de aardgeleiders verbindt.”

1 blz., 2 fig., 1 conclusie.

No. 23562 Ned. Ingediend 12 Jan. 1923. Openbaargemaakt 15 December 1925.

N. V. Philips' Gloeilampenfabrieken te Eindhoven.

„*Werkwijze voor het vervaardigen van oxydekathoden*”.

Bij de werkwijze volgens de uitvinding wordt op een lichaam, dat minstens aan de oppervlakte bestaat uit een metaal of metaalalliage, dat zich met de aardalkalimetalen laat legeeren, een dunne laag aangebracht van een of meer aardalkalimetalen, vervolgens wordt het lichaam in een niet oxydeerende omgeving, dus in een vacuum of in een neutrale of reduceerende atmosfeer, zoodanig verhit, dat het aardalkalimetaal met het materiaal van het lichaam een legering vormt, waarna het lichaam aan een oxendatieproces wordt onderworpen. Onder „legeeren” wordt hier ook begrepen het in fijn verdeelden toestand opnemen van een metaal in vloeibaren toestand, dus het „opzuigen” van een metaal in een poreus metalen lichaam. Als lichaam kan genomen worden een drager van platina, palladium, nikkel of koper.

Conclusie: „*Werkwijze voor het vervaardigen van oxydekathoden, met het kenmerk, dat op een lichaam, dat minstens aan de oppervlakte bestaat uit een metaal of metaalalliage, dat zich met de aardalkalimetalen laat legeeren, een laag wordt aangebracht van een of meer aardalkalimetalen, vervolgens het lichaam zoodanig in een niet oxydeerende omgeving wordt verhit, dat het opgebrachte aardalkalimetaal met het metaal of alliage een legering vormt en ten slotte het lichaam aan een oxydatieproces wordt onderworpen*”.

4 blz., 3 conclusies.
