

N° 3. 15^e JAARGANG
JULI 1932

RADIO- NIEUWS

ORGAAN DER
NEDERLANDSCHE
VEREENIGING VOOR
RADIO-TELEGRAFIE

INHOUD:

	Bladz.
Over de werking van Schermroosterzending-lampen	65
Geheimhouding van Telefonische gesprekken	75
Een Radio-ontvanger met Brugfilter . . .	87
De Photo-electrische cel van Patin . . .	94
Een eenvoudig vervangingschema voor een inductief teruggekoppelde lamp en eenige toepassingen (Verbetering).	96
Vereenigingsnieuws	96

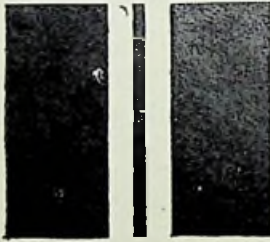




PHILIPS

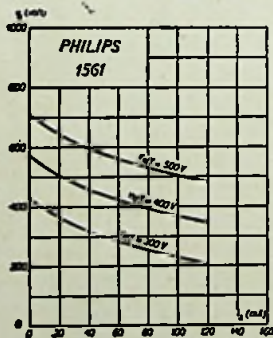
HOOGVACUUM

GELIJKRICHTBUIZEN

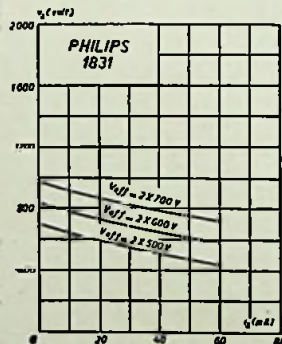


VOOR DUBBELFASIGE GELIJKRICHTING,

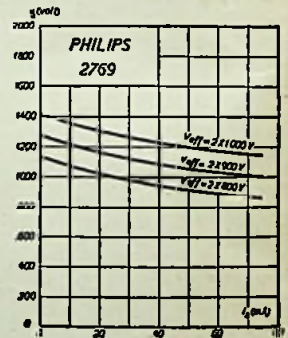
ZIJN IN HET BIJZONDER GESCHIKT VOOR VOEDING VAN VERSTERKERLAMPEN



1561 VOOR
12 WATT VERSTERKERLAMPEN
ZOOALS E 443 N, E 408 N.



1831 VOOR
25 WATT VERSTERKERLAMPEN
ZOOALS F 410, F 443



2769 VOOR
GROOTERE VERSTERKERLAMPEN
ZOOALS M C 1/50

N.V. PHILIPS' RADIO

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. 332112.

Abonnementsprijs voor niet-leden f 4.— per jaargang van 4 nummers. Buitenland f 4.50. Leden der Vereeniging (contributie f 8.— per jaar) ontvangen dit blad gratis.
Secretaris-Penningmeester. B. Slikkerveer, Obrechtstraat 104/6, Den Haag.

Over de werking van Schermroosterzendlampen¹⁾

Door Ir. C. J. DE LUSSANET DE LA SABLONIERE.

Natuurkundig Laboratorium der N.V. Philips' Gloeilampenfabrieken
Eindhoven — Holland.

§ 1. Inleiding.

Lijst der gebruikte symbolen:

V_c	= roosterspanning	} Statisch
V_c^1	= schermroosterspanning	
V_a	= anodespanning	
I_c^1	= schermroosterstroom	
I_a	= anodestroom	
\bar{V}_c	= negatieve roosterspanning	
v_c	= amplitude der roosterwisselspanning	
\bar{V}_c^1	= schermroosterspanning	
\bar{V}_a	= anodegelijkspanning	
v_a	= amplitude der anodewisselspanning	
\bar{I}_c^1	= schermroostergelijkstroom	
\bar{I}_a	= anodegelijkstroom	
i_a	= amplitude van de grondhar-	

monische van den anode-
stroom

I	= effectieve waarde van den antennestroom
R_a	= weerstand in de anodeleiding t.g.v. den afgestemden kring
R	= antenneweerstand
W	= output
W_c^1	= schermroosterdissipatie
W_a	= anodedissipatie
η	= rendement

Schermroosterzendlampen bezitten, zooals bekend is, tusschen het stuurrooster en de anode nog een extra rooster, dat op een vaste positieve potentiaal gehouden wordt, en de beide genoemde elektroden zoo goed mogelijk van elkaar afschermt. Het is daarbij noodzakelijk, dit z.g. schermrooster direct via een grooten condensator aan den gloeidraad (aarde) te leggen, zoodat het practisch geen h.f. wisselspanning krijgt. Voorts dienen rooster- en anodekring goed van

¹⁾ Het onderstaande komt in hoofdzaak overeen met de voordracht over dit onderwerp, door den schrijver gehouden op de vergadering tot viering van het 5-jarig bestaan der N.V.I.R. op 13 December 1931 te Amsterdam.

elkaar afgeschermd te zijn (Men zorg ervoor, dat ook smoorspoelen enz. geen onderlinge koppeling bezitten!), terwijl tenslotte deze afscherming behoort aan te sluiten aan het speciaal voor dit doel tot aan den glaswand doorgetrokken schermrooster. Zelfoscilleeren is dan practisch uitgesloten, zoodat neutrodyniseeren overbodig wordt.

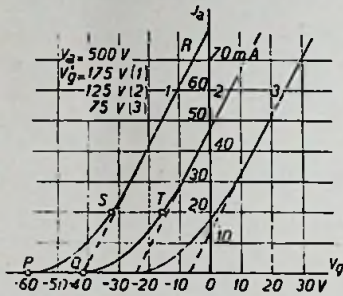


Fig. 1. Statische karakteristieken van een schermroosterzendlamp.

Daar het gas van het schermrooster zeer fijn is, is de versterkingsfactor der lamp zeer groot, m.a.w. de anodespanning V_a heeft practisch geen invloed meer op den anodestroom I_a , doch deze wordt vrijwel geheel door de stuurroosterspanning V_g en de schermroosterspanning V_g^1 bepaald. Dit geldt, zoolang V_a grooter dan V_g^1 is; is dit niet het geval, dan heeft V_a wel invloed op I_a (een gevolg van secundaire emissie). Voorts is voor $V_a > V_g^1$ de schermroosterstroom I_g^1 zeer klein, wat niet meer het geval is voor $V_a < V_g^1$. Een en ander blijkt duidelijk uit de lampkarakteristieken van fig. 1 en 2.

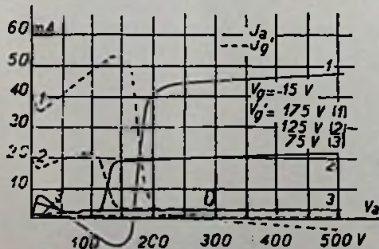


Fig. 2. Statische karakteristieken van een schermroosterzendlamp.

Onderstellen wij nu eens een tetrode, waarvan de roosterwisselspanning door een andere lamp geleverd wordt. In de anodeleiding der tetrode zij een afgestemde kring opgenomen, waarmede op de een of andere wijze een constante belastingsweerstand R (meestal dus de antenneweerstand) gekoppeld is. De totale impedantie welke hierdoor in de anodeleiding ontstaat (waarvan de fasehoek dus in het onderhavige geval nul is) zij R_a genoemd. Een verandering in de grootte van R_a wordt verondersteld alleen door verandering van genoemde koppeling, niet door verandering van R te geschieden.

Een inzicht in de werkingswijze van een tetrode is nu het best te verkrijgen, door na te gaan wat er gebeurt, wanneer wij de schermroostergelijkspanning \bar{V}_g^1 langzaam varieeren. De stuurroosterwisselspanning met amplitude v_g , de (negatieve) roostergelijkspanning \bar{V}_g , de anodegijkspanning \bar{V}_a en R_a worden daarbij constant gedacht.

§ 2. Het verloop van de verschillende stroomen en vermogens bij variabele \bar{V}_g^1 en constante v_g , \bar{V}_g , \bar{V}_a en R_a .

Wat de stroomen betreft, interesseeren ons in het bijzonder de amplitude van de grondharmonische i_a van den anodestroom, en de gemiddelde waarde \bar{I}_a hiervan (dit is n.l. de gelijkstroom, welke door het plaatsspanningsapparaat toegevoerd moet worden). Voorts de gemiddelde waarde \bar{I}_g^1 van den schermroosterstroom en de h.f. antennestroom I . Deze zullen nu achtereenvolgens behandeld worden.

i_a . De op de grondharmonische i_a van den anodestroom afgestemde anodekring geeft hiermede de anodewisselspanning met amplitude v_a , waarbij geldt:

$$v_n = i_n R_n \dots 1)$$

Wanneer $v_n < \bar{V}_n - \bar{V}_r^1$ is, dan blijft de totale anodespanning steeds hoger dan \bar{V}_r^1 . De anodestroom, en dus ook i_n en \bar{I}_n , worden dan, zooals gezegd, practisch alleen door v_r , \bar{V}_r (welke wij beide constant onderstelden) en \bar{V}_r^1 bepaald, terwijl de schermroosterstroom te verwaarloozen is. Het verband tusschen i_n en \bar{V}_r^1 en tusschen \bar{I}_n en \bar{V}_r^1 is dan gemakkelijk grafisch uit de statische karakteristiek van fig. 1 af te leiden. Het resultaat is voor een bepaald geval ($v_r = \bar{V}_r$) voorgesteld door de krommen OP in fig. 3 en 7. Door den geringen invloed

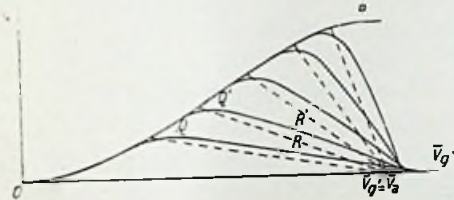


Fig. 3. Verband tusschen i_n en \bar{V}_r^1 voor verschillende waarden van R_n .

van de anodespanning in dit gebied zullen zij practisch dezelfde zijn voor verschillende waarden van \bar{V}_n en van de antennekoppeling (dus van R_n en v_n).

Bij verhooging van \bar{V}_r^1 zal er echter

een oogenblik komen, waarop i_n zoo groot geworden is, dat v_n in verband met 1) niet langer kleiner dan $\bar{V}_n - \bar{V}_r^1$ is. De totale anodespanning is dan gedurende een deel van de periode lager dan \bar{V}_r^1 . Hierbij neemt echter de anodestroom sterk af, terwijl de schermroosterstroom met hetzelfde bedrag toeneemt (Vgl. fig. 2). Fig. 4 geeft voor een bepaald geval het verloop van de dan optredende stroomen. De anodestroom vertoont in het midden een sterke daling, terwijl de schermroosterstroom daar zeer groot is. Deze krommen zijn statisch opgenomen aan een Philips QC 05/15; uitgaande van de onderstelling, dat v_r en v_n zuiver sinusvormig zijn, is n.l. voor elke waarde van de totale roosterspanning de bijbehorende momentane waarde van de totale anodespanning te berekenen; de hierbij behorende momentane waarden van den anodestroom en den schermroosterstroom zijn statisch gemeten.

Het is duidelijk, dat een evenwichtstoestand ontstaat, waarbij de anodestroom zich zoodanig instelt, dat v_n slechts zeer weinig groter wordt dan $\bar{V}_n - \bar{V}_r^1$. In eerste benadering kan men in dit gebied stellen:

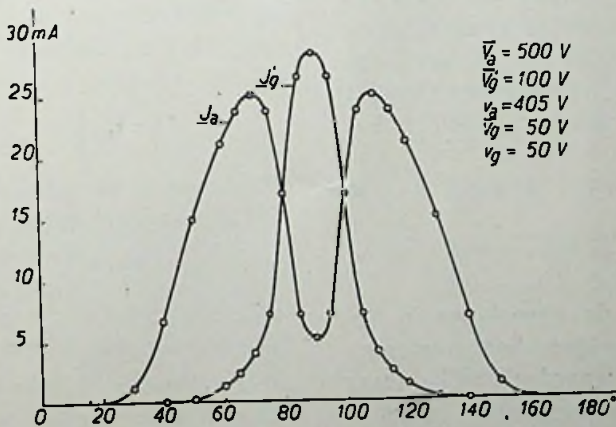


Fig. 4. Anode- en roosterstroomkrommen voor $v_n > \bar{V}_n - \bar{V}_r^1$.

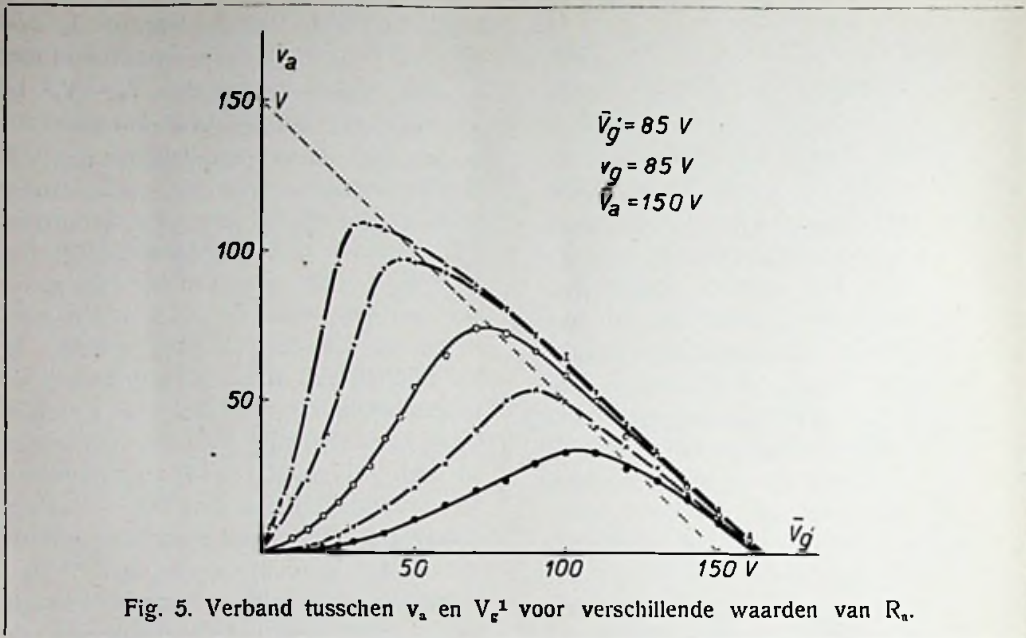


Fig. 5. Verband tusschen v_a en V_g^1 voor verschillende waarden van R_a .

$$v_a = \bar{V}_a - \bar{V}_g^1 \quad . . . \quad 2)$$

m.a.w. zodra door verhooging van \bar{V}_g^1 het punt bereikt is, waarvoor v_a gelijk wordt aan $\bar{V}_a - \bar{V}_g^1$, neemt v_a bij voortgaande verhooging lineair af met \bar{V}_g^1 en wordt nul wanneer $\bar{V}_g^1 = \bar{V}_a$. Waar dit overgangspunt zal liggen, hangt af van de grootte van R_a , dus van de antennekoppeling.

Een directe meting aan een QC 05/15 van het verband tusschen v_a en \bar{V}_g^1 voor verschillende waarden van R_a geeft fig. 5. Verg. 2) wordt weergegeven door de streeplijn, welke dus een redelijke benadering geeft.

In het gebied waar 2) geldt, is i_a in verband met 1):

$$i_a = \frac{\bar{V}_a - \bar{V}_g^1}{R_a} \quad . . . \quad 3)$$

voorgesteld door de streeplijnen in fig. 3. De verschillende lijnen komen overeen met verschillende waarden van R_a . Daar verg. 3) slechts een benadering is, zal in werkelijkheid het volledige verband tusschen i_a en \bar{V}_g^1 door de getrokken krom-

men OQR, OQ¹R¹ enz. voorgesteld worden.

I. Wanneer een antenne gebruikt wordt, is het verloop van den antennestroom I (effectieve waarde) zeer gemakkelijk uit het voorafgaande af te leiden, indien men aanneemt, dat de geheele output van de lamp in de antenne terecht komt, en er dus geen verliezen in den tusschenkring zijn. Dan is:

$$\frac{1}{2} i_a^2 R_a = I^2 R$$

of

$$I = i_a \sqrt{\frac{R_a}{2R}} \quad . . . \quad 4)$$

Hiermede is het verband tusschen I en \bar{V}_g^1 af te leiden uit het verband tusschen i_a en \bar{V}_g^1 . Fig. 6. De verschillende krommen komen weer overeen met verschillende waarden van R_a (dus van de antennekoppeling).

Dit resultaat is zeer eenvoudig experimenteel te verifiëren. Fig. 9 en 11 geven resultaten van metingen weer, welke aan een QC 05/15 gedaan zijn voor

twee verschillende waarden der stuurroosterspanning. Zij komen goed overeen met de theoretisch verwachte grafieken.

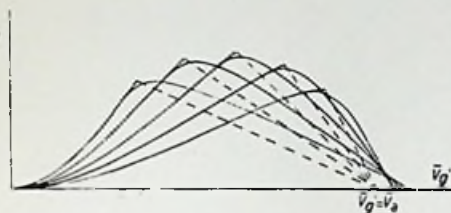


Fig. 6. Verband tussen I en \bar{V}_g^1 voor verschillende waarden van R_a .

De toppen der krommen van de $I \bar{V}_g^1$ karakteristiek liggen bij benadering op een halve ellips²⁾, welke, door de schaal van I geschikt te kiezen, teruggebracht kan worden tot een halven cirkel. Dit is in de fig. 9 en 11 gedaan. Deze voorstellingswijze is zeer praktisch voor het verkrijgen van een inzicht in de werking van zendtetroden.

De snijpunten met de \bar{V}_g^1 as zijn:

- 1o. het punt waarvoor $\bar{V}_g^1 = \bar{V}_a$ is;
- 2o. het punt, waarvoor de afstand x , uitgedrukt in Volts, gelijk is aan:

$$x = g^1 (y - v_r + \bar{V}_g) \quad . \quad 5)$$

waarin:

g^1 = de inwendige versterkingsfactor der tetrode, welke uit fig. 1 op dezelfde wijze als de normale versterkingsfactor van een triode bepaald wordt; b.v. uit de punten S en T:

$$g^1 = \frac{175 - 125}{32,4 - 15,4} = \text{ca } 3$$

y = de afstand PQ uit fig. 1 (in Volts).

Voor fig. 9 wordt dus $x = \text{ca } 3 (20 - 85 + 85) = 60 \text{ V}$, voor fig. 11 wordt $x = \text{ca } 3 (20 - 127 + 85) = -66 \text{ V}$. Men ziet, dat de hiermede geteekende halve cirkels een vrij goede benadering geven.

²⁾ C. J. de Lussanet de la Sablonière, Hochfrequenztechnik u. Elektroakustik, 39, 191, 1932.

\bar{I}_r^1 en $I_a \bar{I}_r^1$. In het gebied waar $v_a < \bar{V}_a - \bar{V}_g^1$ is, is de schermroostergelijkstroom \bar{I}_r^1 te verwaarloozen; het verband tusschen den anodegelijkstroom \bar{I}_a en \bar{V}_g^1 is dan door de kromme OP in fig. 7 be-

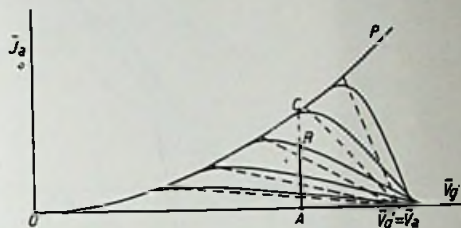


Fig. 7. Verband tusschen \bar{I}_a en \bar{V}_g^1 voor verschillende waarden van R_a .

paald, welke grafisch uit de lampkarakteristiek van fig. 1 afgeleid kan worden. In het gebied waar $v_a = \bar{V}_a - \bar{V}_g^1$ is, is \bar{I}_r^1 daarentegen niet meer te verwaarloozen, en neemt toe ten koste van \bar{I}_a . Experimenteel blijkt nu, dat in dat gebied het verloop van \bar{I}_a geheel analoog is aan dat van i_a . Fig. 7. Daar, zooals gezegd, \bar{I}_r^1 met hetzelfde bedrag toeneemt als waarmede \bar{I}_a afneemt, zal, wanneer b.v. voor een bepaald geval \bar{I}_a voorgesteld wordt door AB, \bar{I}_r^1 gegeven zijn door BC. Het verband tusschen \bar{I}_r^1 en \bar{V}_g^1 is daardoor gemakkelijk uit fig. 7 af te leiden. Fig. 8.

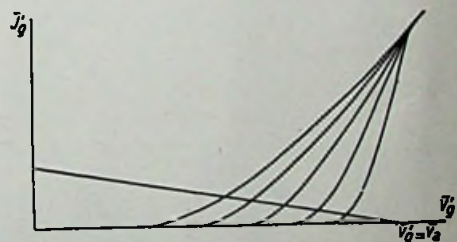
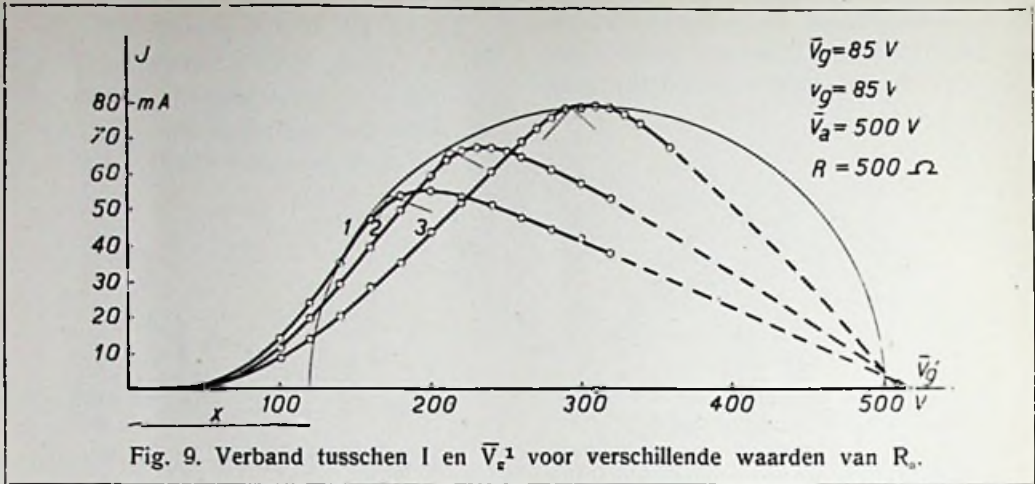


Fig. 8. Verband tusschen \bar{I}_r^1 en \bar{V}_g^1 voor verschillende waarden van R_a .

Deze resultaten zijn eveneens gemakkelijk te controleeren. Fig. 10 en 12, behorende resp. bij fig. 9 en 11, be-



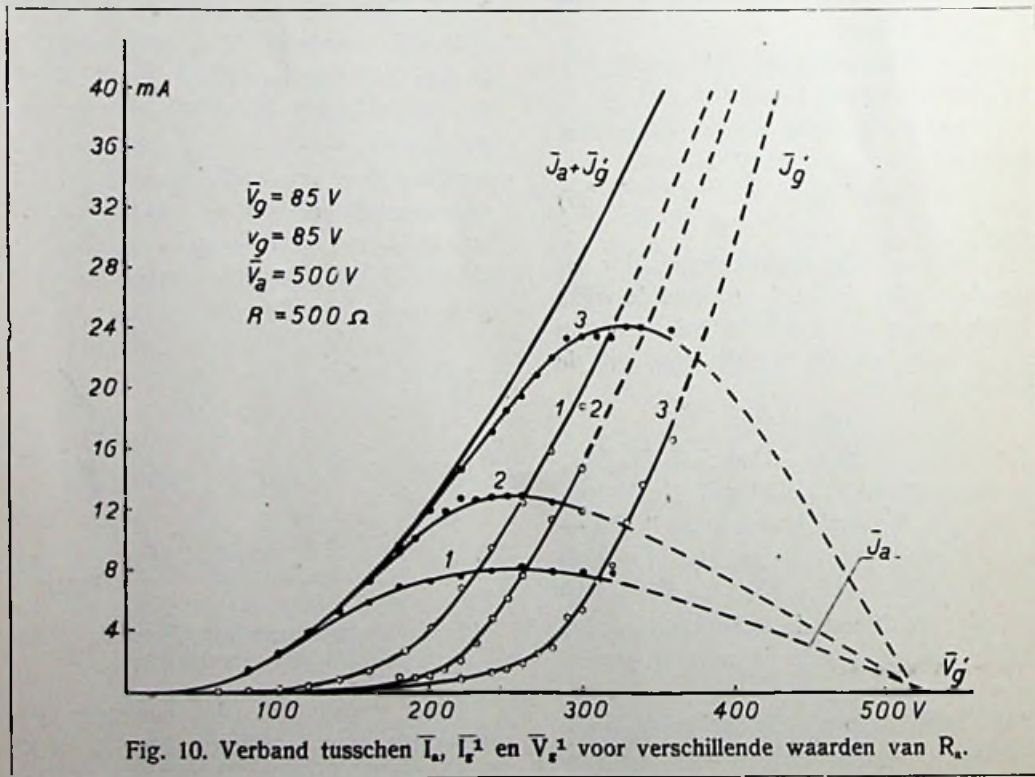
wijzen de juistheid der theoretisch verwachte karakteristieken.

W_e^1 en W_a . Zoals bekend verondersteld mag worden, is de schermroosterdissipatie W_e^1 van een tetrode ten ge-

volge van secundaire emissie niet gelijk aan het toegevoerde vermogen $\bar{V}_e^1 \bar{I}_e^1$.

Een formule, welke een redelijke benadering geeft voor de werkelijke dissipatie, luidt ²⁾:

$$W_e^1 = p (\bar{I}_e^1 + \bar{I}_a) \bar{V}_e^1 \dots 6)$$



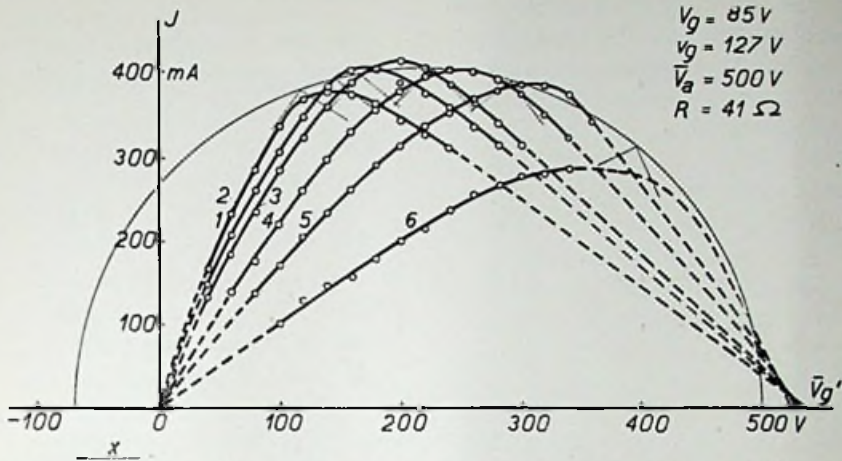


Fig. 11. Verband tusschen I en V_g^1 voor verschillende waarden van R_a .

waarbij p voor een Philips QC 05/15 ca. 0,6, voor een Philips QB 2/75 en QB 3/500 ca. 0,4 is.

De anodedissipatie W_a is nu het een-

voudigst te bepalen als verschil van de totale input ($\bar{V}_g^1 \bar{I}_g^1 + \bar{V}_a \bar{I}_a$) en de output W plus W_g^1 :

$$W_a = (\bar{V}_g^1 \bar{I}_g^1 + \bar{V}_a \bar{I}_a) - (W + W_g^1) \quad 7)$$

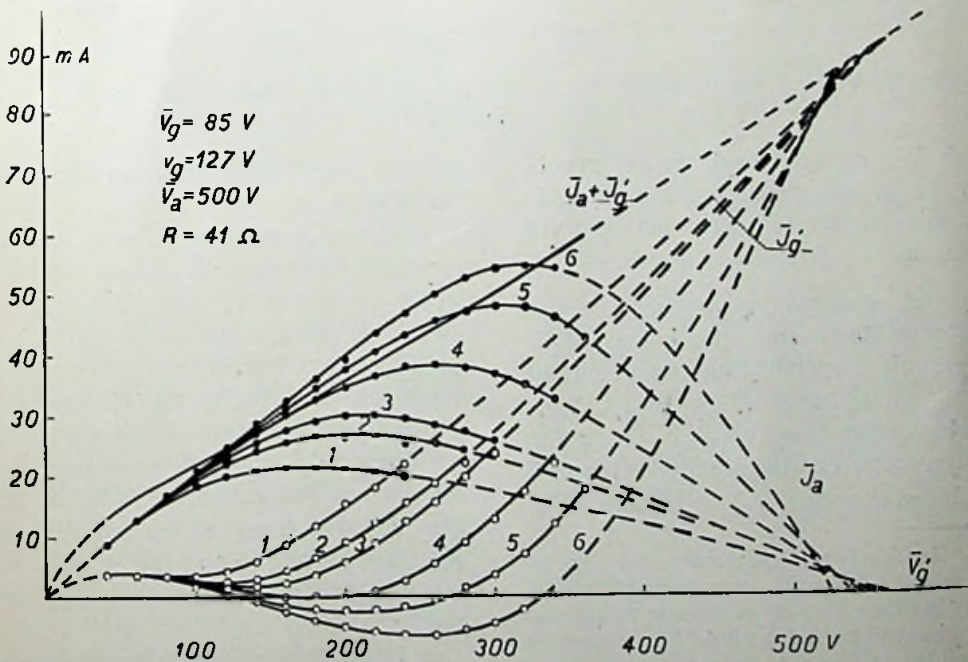
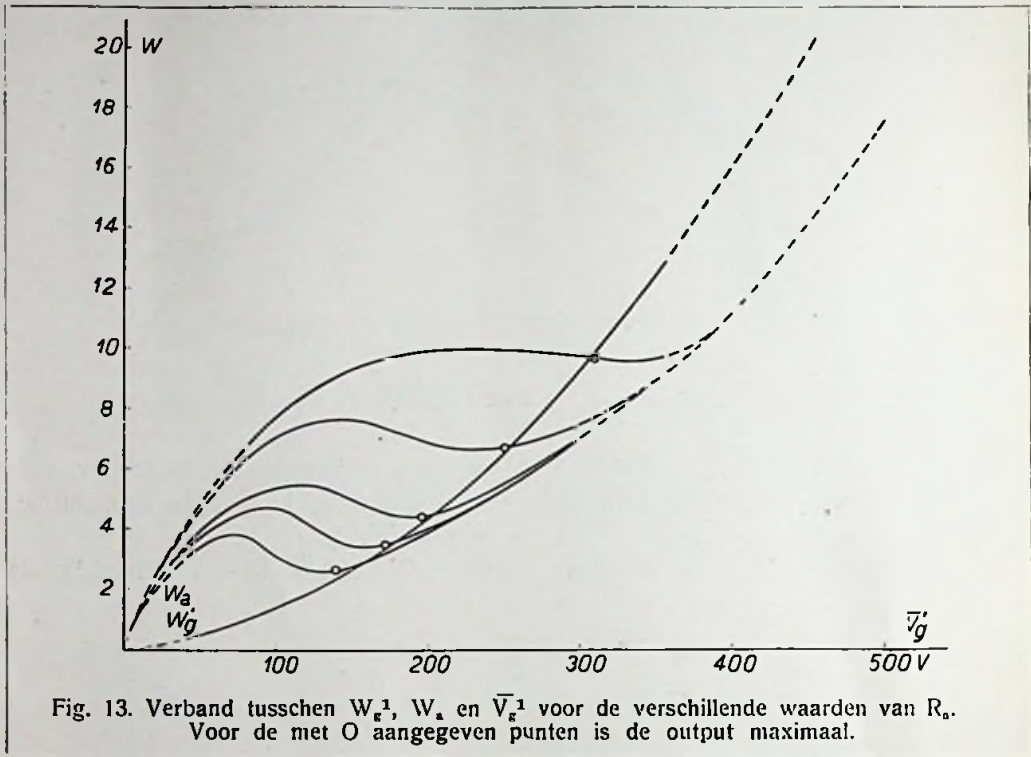


Fig. 12. Verband tusschen \bar{I}_a , \bar{I}_g^1 en \bar{V}_g voor verschillende waarden van R_a .

Deze formules zijn toegepast op de metingen van fig. 11 en 12. Fig. 13 geeft het resultaat³⁾. Dat hierbij voor de gunstigste instelling W_g^1 ongeveer even groot

§ 3. Conclusies.

Uit het bovenstaande kunnen wij nu de volgende conclusies trekken voor het



is als W_a , is een toeval, en het gevolg van de geringe excitatie. Deze maakt ook, dat de output bij deze metingen vrij gering is.

η . Het rendement η van een schermroosterzendlamp zou men kunnen definiëren als de verhouding van de output tot de totale input $\bar{V}_a \bar{I}_a + \bar{V}_g \bar{I}_g$. Voor het bovengenoemde geval is dit in fig. 14 weergegeven. Het rendement wordt dus beter, naarmate \bar{V}_g^1 kleine t.o.v. \bar{V}_a is.

³⁾ De maximaal toelaatbare schermroosterdissipatie bedraagt voor een QC 05/15 6 W; dat deze waarde gedurende korten tijd overschreden werd ten einde zoo uitgebreid mogelijke metingen te doen, zij geen aanleiding voor de gebruikers dezer lampen om dit voorbeeld te volgen!

gebruik van een tetrode in een telegrafiezender:

1. Voor een gegeven R_a moet men \bar{V}_g^1 zoodanig bijregelen, dat v_a juist ongeveer gelijk wordt aan $\bar{V}_a - \bar{V}_g^1$, daar dan de output W het grootste en de anodedissipatie W_a het kleinste is. (Men zie de krommen voor W_a in fig. 13, welke in dit punt een minimum vertoonen). Met het oog op de belasting van het schermrooster zal het echter vaak beter zijn, om \bar{V}_g^1 iets lager te nemen, waarbij practisch W nog niet af- en W_a nog niet toeneemt, W_g^1 daarentegen vrij sterk daalt.

2. In plaats van R_a constant te houden en \bar{V}_g^1 te variëren, kan men even goed (en dit is in de practijk vaak eenvoudi-

ger), \bar{V}_r^1 constant houden en R_a variëren (door wijziging van de koppeling).

3. W_r^1 is ongeveer gelijk aan $p (\bar{I}_r^1 + \bar{I}_a) \bar{V}_r^1$, waarin p een lampconstante is (voor de Philips QC 05/15 ca. 0,6, voor de Philips QB 2/75 en QB 3/500 ca. 0,4). W_r^1 is voorts in eerste benadering onafhankelijk van R_a . W_a wordt gevonden, door W_r^1 en W van de totale input ($\bar{V}_r^1 \bar{I}_r^1 + \bar{V}_a I_a$) af te trekken.

4. In het gebied waar $v_a < \bar{V}_a - \bar{V}_r^1$ is, is \bar{I}_r^1 zeer klein en kan nul, of zelfs negatief worden. Wanneer \bar{V}_r^1 met behulp van een hoogohmigen potentiometer of een serieweerstand verkregen wordt, zal deze spanning dus zoolang oplopen, totdat v_a weer ongeveer gelijk geworden is aan $\bar{V}_a - \bar{V}_r^1$.

dreigt dit gevaar, wanneer de anodekring buiten afstemming gebracht is ($R_a = 0$), waardoor \bar{V}_r^1 kan oplopen tot \bar{V}_a . Serie-weerstanden mogen daarom niet toegepast worden, wanneer de mogelijkheid bestaat, dat de anodekring buiten afstemming raakt, of dat R_a om andere redenen te klein wordt. Gebruikt men een potentiometer, dan moet de stroom hierdoor in dat geval groot zijn t.o.v. de normale \bar{I}_r^1 . Bij het gebruik van een afzonderlijken gelijkrichter ter verkrijging van \bar{V}_r^1 , moet er op gelet worden, dat deze, behalve door het schermrooster der tetrode, nog belast wordt met een vasten weerstand waardoor een behoorlijke stroom loopt. Een gelijkrichter stelt n.l. een oneindig grooten weerstand voor een stroom in verkeerde richting voor. Zou

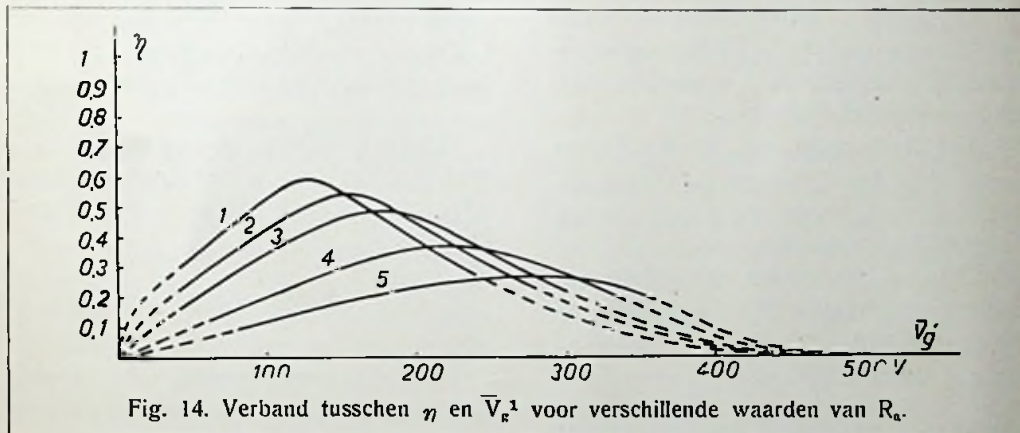


Fig. 14. Verband tusschen η en \bar{V}_r^1 voor verschillende waarden van R_a .

Dit blijkt voor het geval van een serie-weerstand r , welke met de anodespanning \bar{V}_a verbonden is, duidelijk uit fig. 8, waarin de rechte lijn $\bar{V}_r^1 = \bar{V}_a - \bar{I}_r^1 r$ geteekend is. Afhankelijk van de grootte van R_a stelt de toestand zich in op een der snijpunten van de rechte met den bundel. Weliswaar verkrijgt men dus een automatische instelling ongeveer op het volgens 1. gewenschte punt, doch wanneer R_a klein is, zal \bar{V}_r^1 vrij hoog worden, wat tot overbelasting van anode en schermrooster leidt (zie fig. 13). Speciaal

dus \bar{I}_r^1 even negatief willen worden, dan zou, zonder extra belasting van den gelijkrichter, \bar{V}_r^1 ontoelaatbaar stijgen.

5. Of de onder 1. genoemde instelling bereikt is, blijkt uit het volgende:

a) Bij variatie van \bar{V}_r^1 moeten \bar{I}_a en I aan weerszijden van dit punt afnemen, zij vertoonen dus in dit punt een maximum; bij variatie van R_a (dus van de koppeling) geldt dit ook voor I , terwijl \bar{I}_a aan de eene zijde afneemt, aan de andere zijde constant blijft.

b) \bar{I}_r^1 moet klein zijn t.o.v. \bar{I}_a , doch moet, wanneer \bar{V}_r^1 of R_a iets vergroot worden (koppeling verminderd), direct sterk toenemen.

c) Wanneer de grootte van den afstemcondensator van den anodekring gevarieerd wordt, maakt de juiste afstemming zich kenbaar door een daling van \bar{I}_a , zooals uit fig. 7 blijkt. AB is de anodestroom in afstemming, AC is die buiten afstemming ($R_a = 0$), BC is de genoemde daling, welke dus klein moet zijn voor de gunstigste instelling, hetgeen bij trioden niet noodzakelijk is. (Dit geldt natuurlijk alleen dan, wanneer verandering van de afstemming de gelijkspanningen V_a en \bar{V}_r^1 en de excitatie v_x en V_x niet beïnvloedt).

6. De grootste output treedt op, wanneer \bar{V}_r^1 ongeveer $\frac{1}{2} \bar{V}_a$ is. R_a moet dan natuurlijk hiermede in overeenstemming gekozen worden.

7. Het heeft geen zin, V_r^1 hooger te nemen dan $\frac{1}{2} \bar{V}_a$, daar hierboven de output weer afneemt, de lampverliezen echter blijven toenemen.

8. Om het rendement te verbeteren, verdient het aanbeveling, \bar{V}_r^1 lager te nemen dan $\frac{1}{2} V_a$. R_a moet dan overeenkomstig groter zijn.

Voor het geval men de tetrode wil moduleeren (hetgeen zeer goed met behulp van \bar{V}_r^1 kan geschieden), of gemoduleerde h.f. energie wil laten versterken, moet de instelling voor de draaggolf echter niet volgens de bovenstaande regels geschieden, daar dan geen lineaire modulatie mogelijk is. Men stelle dan zoodanig in, dat in de grootste te verwachten modulatiepunt juist het onder 1. genoemde punt bereikt wordt.

§ 4. A a n h a n g s e l.

Er zij nog gewezen op het volgende verschijnsel: Bij een instelling, zooals b.v. de lijn AB in fig. 7 weergeeft, kan het vaak voorkomen, dat, wanneer men den anodekring buiten afstemming brengt, I aan beide kanten van de afstemming eerst nog even toeneemt, alvorens tot nul te dalen. Het lijkt dus alsof de afstemkromme van den kring twee maxima heeft, of wel dat de zender in twee frequenties oscilleert. Dit is echter niet het geval. Wanneer men n.l. den anodekring buiten afstemming brengt, wordt v_a in fase verschoven t.o.v. i_a . De daling in de anodestroomkromme (fig. 4) verplaatst zich en krijgt minder invloed; \bar{I}_a en i_a nemen toe. Nu kan het gebeuren, dat in het begin i_a sneller toeneemt dan R_a door ontstemming afneemt; I vertoont dientengevolge twee maxima ter weerszijden van de afstemming.

Tenslotte vermeld ik gaarne het aandeel, dat de Heer J. den Dulk door het uitvoeren der metingen in dit werk gehad heeft.

Eindhoven, 25 April 1932.

SUMMARY.

The action of screen grid transmitting valves is best shown by curves, which for a given controlling voltage give the direct anodecurrent, the direct screen-gridcurrent, the antennacurrent, the valve losses and the efficiency, as a function of the screengrid voltage. The curves have been derived theoretically and have been tested by measurements. They provide different directions for the use of these valves.

Geheimhouding van Telefonische gesprekken

Door Ir. J. Tj. VISSER, Ingenieur der Telegrafie en Telefonie.

De telefonie met waarborging van het geheim is een zeer moeilijk vraagstuk, dat tegenwoordig in het brandpunt van de publieke belangstelling staat en waarop reeds menig uitvinder schipbreuk heeft geleden.

Een telefonisch gesprek, gevoerd over een verbinding, waarin een radioschakel is opgenomen, waarborgt den sprekers geen geheimhouding. Ieder bezitter van een gewoon amateur-radio-ontvangtoestel is in staat om de gesprekken ongestraft af te luisteren. De sprekers voelen zich, bij het voeren van intieme familie-gesprekken, gegeneerd, terwijl zakenmensen in het te grabbel gooien van hun, niet voor een ieders oor bestemde handelstransacties, een absolute handicap zien en vaak liever van de telegraaf gebruik maken.

Weliswaar kan men in het laatste geval zoodanige bewoordingen en uitdrukkingen bezigen, dat een niet ingewijde niet veel wijzer wordt, terwijl de correspondent volkomen ingelicht wordt, doch het is duidelijk, dat een geheime verbinding, waarover men vrijuit kan spreken, verre te verkiezen is.

De geheime telefonie heeft aldus ten doel, om het gesproken woord tijdens het transport over den radioweg volgens een bepaald systeem in een zoodanigen vorm te brengen, dat het voor den ongewenschten luisteraar met een gewoon ontvangtoestel volkomen onverstaanbaar en onontcijferbaar is gemaakt, terwijl daarentegen deze spraak aan de betrokken ontvangzijde, met zoo gering mogelijk verlies aan duidelijkheid, weer geheel verstaanbaar gemaakt moet kunnen worden. Bovendien moeten de vertaalinrich-

tingen zoo snel werken, dat de wisselwerking van vraag en antwoord geen nadeeligen invloed ervan ondervindt. Ongemakken, van welken aard ook, mogen dus door het geheimhoudings-systeem niet in de communicatie geïntroduceerd worden, m. a. w. de betrokken sprekers aan weerszijden van de verbinding mogen van de bijzondere omstandigheden niets kunnen bemerken.

Voorts verdient het steeds aanbeveling, de apparatuur zoo weinig mogelijk gecompliceerd te maken.

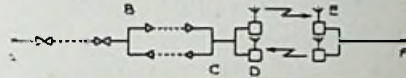


Fig. 1. Samengestelde telefoonverbinding.

In fig. 1 is een willekeurig geval geschetst, waarin de verbinding tusschen de abonné's A en F bestaat in een tweedraadsgedeelte AB, een vierdraadscircuit BC, een radioschakel DE en een tweedraadssectie EF. Gewoonlijk zal alleen op het stuk DE een systeem voor geheimhouding toegepast moeten worden; op de andere deelen zal dit slechts onder bijzondere omstandigheden noodzakelijk zijn, b.v. op onbewaakte, lange bovengrondsche telefoongeleidingen.

De twee hoofdeischen, n.l. onverstaanbaarheid voor derden en volkomen verstaanbaarheid voor de plaats van bestemming, zijn theoretisch op een ontelbaar aantal wijzen op te lossen. Echter zijn zeer weinige in de practijk bruikbaar. Allen hebben ze gebreken, welke meestal onoverkomelijk zijn.

Toepassing vindt de geheimhouding van telefonie steeds meer, o.a. op de verbindingen Londen—New-York, Madrid

(Parijs, Berlijn)—Buenos-Aires, e.a., terwijl ze ook op onze radioverbinding Holland—Indië met succes wordt toegepast.

Te verwachten is, dat binnen afzienbaren tijd alle meest belangrijke radio-telefonische verbindingen voorzien zullen zijn van een of ander, het geheim waarborgend systeem, zoodat iedereen er veilig en gerust gebruik van zal kunnen maken, zonder vrees voor ongewenschte luistervinken.

In hoofdzaak bestaan er twee principieel verschillende systemen, volgens welke de spraak, met behoud van den geheelen inhoud, onverstaanbaar gemaakt kan worden, n.l.:

A. Verandering van de spraak volgens den tijd.

B. Verandering van de spraak volgens de frequentie.

A. De spraak wordt volgens den tijd verdeeld in stukjes van langeren of korteren duur; ten opzichte van elkaar worden deze stukjes verschillend vertraagd en daarna samengevoegd volgens een bepaalde volgorde, welker vorm onverstaanbaarheid oplevert.

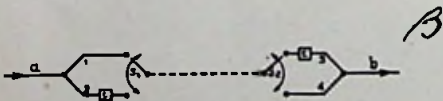
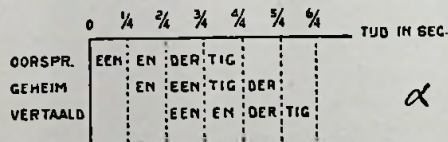


Fig. 2. Verdeeling volgens den tijd.

Als voorbeeld diene het vierlettergrepige woord eenendertig, waarvan elke lettergreep bij normale uitspraak ongeveer even lang, b.v. een kwart seconde, duurt. Snijdt men nu het woord in vier

stukken en rangschikt men deze naar een volgorde, waarbij b.v. de eerste en derde lettergroep over een halve seconde worden vertraagd, dan is het resultaat het woord eneentigder, hetgeen, in volzinnen toegepast, volslagen onverstaanbaarheid oplevert (fig. 2a). Aan de ontvangende zijde moeten nu de lettergrepen twee en vier elk apart over een halve seconde worden vertraagd, waardoor zij zoodanig tusschen de andere worden ingeschoven, dat het oorspronkelijke woord weer voor den dag komt.

In werkelijkheid zal de woordverdeling meestal niet samenvallen met de lettergrepen, hetgeen aan de spraak op de radiatoroute een nog grootere mate van onverstaanbaarheid geeft.

De verwezenlijking van deze methode is geschetst in fig. 2b waar zoowel aan de zendende als aan de ontvangende zijde de spraakindeeling wordt verricht door een stel schakelaars of contactschijven S_1 en S_2 , welke onderling synchroon loopen. Aan de zenzijde a wordt de lijn door middel van den schakelaar S_1 bijvoorbeeld tweemaal per seconde beurtelings gedurende een kwart seconde met tak 1 of tak 2 verbonden, waarvan de laatste een vertragsketen met een looptijd van een halve seconde bevat. Terloops zij opgemerkt, dat een vertragsketen t dient om de spraak gedurende een korten tijd vast te houden en daarna weer gaaf af te geven; hij kan b.v. bestaan uit een uit zelfinducties en capaciteiten opgebouwde keten, een wasrol-fonograaf, een staaldraad-weergever, enz.

Dezelfde vertraging is aan de ontvangstzijde b aangebracht in den tak 3, welke door middel van den met S_1 synchroon loopenden schakelaar S_2 afwisselend met tak 4 op de lijn wordt geschakeld. De werking is direct uit de figuur op te maken. Op de lijn (radio-

weg) is de spraak onverstaanbaar; ter plaatse van de ontvangst is de spraak weer gaaf. Het spreekt vanzelf, dat men door het verdeelen volgens een andere volgorde, door het variëren van de tijdsin-deeling, enz., het in zijn macht heeft om als het ware den sleutel der geheimhouding te veranderen; de ontcijferbaarheid wordt bij telkenmale verwisseling ervan voor onbevoegden geheel onmogelijk gemaakt.

De nadeelen van het hier beschreven systeem zijn groot en meestal een beletsel voor de practische toepassing. Deze zijn:

1. Het systeem wordt, wat de uitvoering betreft, ingewikkeld, hetgeen aan de bedrijfszekerheid niet ten goede komt.

2. Het synchroniseeren moet zeer nauwkeurig geschieden.

3. De telkenmale onderbreking en weer samenvoeging van de woorddeelen zullen, indien niet de uiterste voorzorgen genomen worden, nog waarneembaar, zoo niet storend kunnen zijn. Bovendien zal in het laatste geval het vinden van den sleutel voor onbevoegden gemakkelijker worden.

4. Bij overdracht over een zeer lange radioverbinding (b.v. Holland—Indië) kan, daar de weg door den aether doorloopen, niet op elk oogenblik dezelfde is, ook de looptijd telkens eenigszins verschillen en de samenvoeging van de woorddeelen met verschuivingen gepaard gaan.

5. Het tijdverlies, hetgeen wel het grootste bezwaar en feitelijk een noodzakelijk kwaad is. Denkt men zich n.l. een vierdraadssysteem, waarbij in beide richtingen een vertragsketen van b.v. een halve seconde geschakeld is (fig. 3). Wanneer spreker a roept „hallo”, dan zal abonné b hierop reageren, echter een halve seconde later dan normaal zonder vertragsketen. Dit antwoord naar b

wordt op zijn weg naar a wederom een halve seconde vertraagd, zoodat a een heele seconde te laat antwoord van b ontvangt. Bij een vlot gesprek is een seconde een lange tijd; intusschen zal dan ook a in de meening verkeeren, dat b hem niet hoort en weer „hallo” roepen, hetgeen ongeveer samenvalt met het antwoord van b. Nu zal b op zijn beurt in de meening verkeeren, dat a zijn antwoord niet hoort en nog eens antwoorde, enz. Kortom, er ontstaat verwarring.

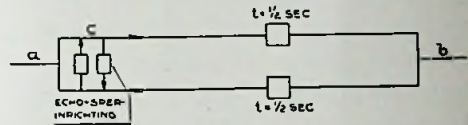


Fig. 3. Vierdraadsverbinding met tijdvertraging.

Dit wordt nog veel ongunstiger door de onvermijdelijk optredende echo. Het eerste „hallo” van a komt bij hem een seconde later weer terug (via de lek van den differentiaaltransformator bij b), waardoor a in de meening verkeert, dat b hem antwoordt; a zal hierop antwoord geven, hetgeen ongeveer samenvalt met het inkomende antwoord van b, enz. De lezer trachte zichzelf deze hopelooze verwarring voor te stellen.

Onwillekeurig zal men, ter vermindering van echo, denken aan de toepassing van echo-sperrers, waarbij men echter van kwaad tot erger vervalt. Is namelijk b.v. ter plaatse c een stel echosperrers aangebracht, dan zal bij goede instelling hiervan (de sperrer welke werkt van den uitgaanden naar den inkomenden tak moet 1 seconde vertraagd zijn) deze in werking treden een seconde nadat hij den eersten keer „hallo” riep. Daar a denkt, dat b hem niet hoort, zal hij nog eens roepen en sluit daarna automatisch den inkomenden tak. Dit afsluiten kan geheel of gedeetelijk samenvallen met het inkomende antwoord van b, waarvan dus a niets of slechts een verminkt deel

hoort; a zal weer roepen, sluit weer af, enz., kortom, het gesprek mislukt. Voor geheel ingewijden zal het misschien met veel moeite mogelijk zijn om een gesprek gaande te houden, doch van een behoorlijk commercieel gesprek is geen sprake.

Nu schijnt weliswaar de vertragingstijd van een halve seconde voor elke richting wat overdreven, doch, indien het systeem een hoge mate van onverstaaenbaarheid moet bezitten, komt men al spoedig tot een tijd van eenige honderden milliseconden. Hierbij komt dan nog de vertraging van de radioverbinding zelve (Amsterdam—Bandoeng vice versa bijna 100 m.sec.) en die van de aangesloten lijnen (b.v. Amsterdam—Weenen vice versa ook ongeveer 100 m.sec.). Meestal zal men dus een halve seconde totaal heen en terug overschrijden en dikwijls zal het bedrag van 1 seconde benaderd worden.

Als maximum toelaatbare grens is op de jongste vergaderingen in Juni en September j.l. te Praag, resp. Parijs, van het „Comité Consultatif International”, voorgesteld een bedrag van 300 m.sec. voor den totalen looptijd voor elk der richtingen van een verbinding. Zelfs werd geadviseerd, om niet meer dan 100 m.sec. toe te laten tusschen de uiterste sperrichtingen van een totale verbinding, hetgeen den eisch nog belangrijk kan verzwaren. In elk geval blijkt hieruit ten duidelijkste de ontoelaatbaarheid van de invoering van extra vertragingen, o.a. ten behoeve van geheime telefonie-installaties.

Zelfs bestaat tegenwoordig het algemeene streven om, door de keuze van zeer speciaal geconstrueerde kabels en versterkers, den looptijd ook op lijnverbindingen zoo kort mogelijk te houden.

Een andere wijze van tijdsverdeling is mogelijk, door elke lettergreep of elk woorddeel op zichzelf een oogenblik te

fixeeren en achterste voren weer te geven, b.v. het woord een-en-der-tig te verzenden in den vorm nee-ne-red-git. Dit is te verwezenlijken b.v. volgens fig.

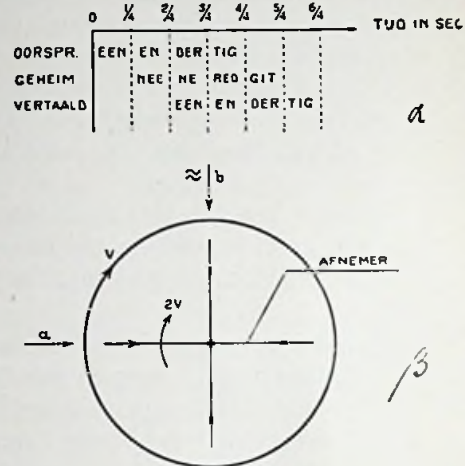


Fig. 4. Tijdsverdeling met partieele omkeering.

4b. Hierbij is als conserveerend medium een roteerende staaldraad of -band zonder eind gedacht, waarop, volgens het bekend veronderstelde beginsel, de spraak door magnetisatie wordt vastgelegd bij a, en ergens onderweg tusschen a en b weer afgenomen, terwijl ze bij b wordt uitgebluscht. De draad beweegt zich met een omtreksnelheid v rechtsom. De 4 afnemers zijn quadraatsgewijs ten opzichte van elkaar opgesteld en roteeren om dezelfde as met een omtreksnelheid $2v$ rechtsom, dus met een relatieve snelheid v ten opzichte van den staaldraad. Bovendien wordt elke afnemer slechts ingeschakeld, zoolang hij zich tusschen a en b bevindt. Men ziet direct in, dat telkenmale door een afnemer het stuk a-b, waarop zich de spraak bevindt in den zin van b naar a, wordt afgenomen in de richting van a naar b, dus achterste voren.

Worden de stukken van de spraak niet te kort genomen, b.v. 200 m.sec., dan zal onverstaaenbaarheid optreden. Eenig idee,

hoewel niet geheel hetzelfde, van hetgeen er te voorschijn komt, geeft een achteruit afgedraaide gramfoonplaat.

Een dergelijke, synchroon loopende inrichting ontcijfert aan de andere zijde de spraak weer.

Ook aan deze methode kleven dergelijke bezwaren als aan de vorige, waarbij vooral weer de tijdsvertraging een groote rol speelt. Uit fig. 4a blijkt n.l. zonder meer, dat zowel aan de zend- als aan de ontvangstzijde, elke lettergreep of elk woorddeel, dat b.v. $\frac{1}{4}$ sec. duurt, eerst in zijn geheel moet zijn vastgelegd om weer afgedraaid te kunnen worden waarmee minstens $\frac{1}{4}$ sec. verloren gaat. De totale vertraging voor één richting wordt dus $\frac{1}{2}$ sec.

Een geheel ander effect verkrijgt men, als de afnemers met een snelheid 2 v, of nog grooter, ten opzichte van het medium draaien, hetzij in positieve, hetzij in negatieve richting. Hiermee wordt bereikt, dat van elk stukje op zichzelf alle frequenties, benevens de bandbreedte, worden verdubbeld; het geheel klinkt dus een octaaf of meer hoger. Echter geschiedt deze weergave telkens over de helft van den normalen tijd. Dit geeft op zichzelf reeds een zekere mate van onverstaanbaarheid, welke nog gunstiger wordt, indien de tuschenruimten opgevuld worden met een tweede gesprek. Tegenover een winst aan tijd staat hier dus een grootere, in den aether ingenomen plaats; voor twee gesprekken is minstens de drievoudige spraakbandbreedte nodig, enz.

Ook aan deze methode kleven de bovengenoemde nadeelen.

Aangezien hierbij de frequentieverdeling reeds een rol speelt, kan het opgevat worden als een overgang naar het volgende, tweede hoofdsysteem, waarbij is uitgegaan van:

B. Verandering van de spraak volgens de frequentie, eventueel gecombineerd met frequentietransformatie.

Uitgegaan wordt van een, door een bandfilter van 300—2300 p.p.s. gevoerde spraak, welk spectrum door middel van een serie passende filters volgens de frequentie wordt verdeeld in b.v. vier stukken: 300—800, 800—1300, 1300—1800 en 1800—2300 p.p.s. (fig. 5a).

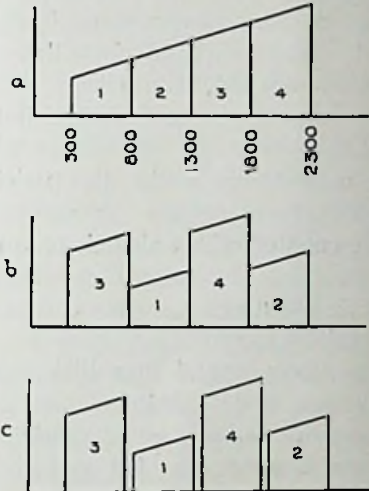


Fig. 5. Verdeling volgens de frequentie.

Nu is bekend, dat men een enkele frequentie, een reeks van frequenties of een zeker frequentiespectrum, deel uitmakende van een spraakband, kan verschuiven, eventueel met omkeering, naar een ander frequentiegebied door middel van modulatie op een doelmatig gekozen draagfrequentie. Verderop zal dit wat nader worden gezien. Het oorspronkelijke spectrum neemt hierbij den vorm aan van twee zijbanden aan weerskanten van de draagfrequentie; een dezer zijbanden kan door middel van filters worden geïsoleerd en eventueel, na wederom op een andere draagfrequentie gemoduleerd te zijn, weer naar een lager gebied worden terugverschoven, hetzij in rechten, hetzij in omgekeerden toestand. Met „rechten”

toestand wordt hier bedoeld, dat lage, resp. hogere frequenties van den oorspronkelijken band, ook optreden als frequenties met dezelfde algebraïsche verschillen als in den oorspronkelijken toestand; bij den „omgekeerden” toestand zijn deze verschillen negatief, d.w.z. in den getransformeerden toestand kunnen bepaalde frequenties, welke voorheen hooger lagen, nu lager komen te liggen ten opzichte van andere. Op deze wijze kunnen de vier bovengenoemde deelen van den frequentieband op willekeurige wijze ten opzichte van elkaar gerangschikt worden volgens de frequentie; het is zelfs mogelijk, om met telkens wisselende combinaties, welke elk op zichzelf onverstaaubare spraak opleveren, bepaalde onontcijferbare sleutels te vormen (zie fig. 5a, b en c, waarin de lengte der verticale lijnen een maat is voor de oorspronkelijke toonhoogte). Juist door het enorm groote aantal mogelijkheden bij dit systeem is de geheimhouding tot op zeer groote hoogte gewaarborgd. Het grootste bezwaar van het systeem met tijdsinndeeling, de ontoelaatbare vertraging, is hier geheel afwezig; hoogstens treedt een zeer geringe, onbelangrijke vertraging op in de zeefketens. Het zou dan ook een der mooiste oplossingen wezen, ware het niet, dat een ander nadeel praktische bezwaren veroorzaakt. Om n.l. de stukken, waarin de spraakband wordt verdeeld, goed van elkaar te scheiden, zijn vele zeer scherpe filterketens noodig, welke de vervorming door inslingerverschijnselen dermate kunnen opvoeren, dat aan de verstaanbaarheid afbreuk wordt gedaan.

Het schijnbare bezwaar van synchronisme vervalt vrijwel, aangezien het veranderen van de combinaties niet in zoo'n snel tempo behoeft te geschieden als de synchrone verbrekingsen van de methode met tijdsverdeling; een periodieke

variatie van 10 seconden, 1 minuut of langer, of volgens een telkenmale gemaakte afspraak, kan afdoende zijn.

* * *

De continue bandomkeering of -inversie, welke reeds, voor elk stukje van den spraakband apart toegepast, hierboven terloops is aangestipt, vindt momenteel nogal toepassing wegens den betrekkelijken eenvoud, gepaard gaande met een vrij grooten waarborg voor geheimhouding voor oningewijden. De werkwijze komt in het kort op het volgende neer:

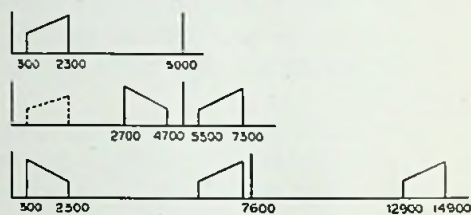


Fig. 6. Spraakbandomkeering met twee keer moduleeren.

De spraakband van 300—2300 p.p.s. wordt eerst door middel van modulatie getransformeerd naar een hooger gebied en daarna wordt de gewenschte band afgezonderd door middel van filters. In fig. 6 b.v. zijn met behulp van de draagfrequentie 5000 p.p.s. de zijbanden 2700—4700 en 5300—7300 verkregen, waarvan de laatste wordt afgezonderd. Dit spectrum wordt weer gemoduleerd op een tweede draagfrequentie 7600 p.p.s., welke de banden 2300—300 en 12900—14900 p.p.s. oplevert, waarvan de eerste wordt afgezonderd. Dit frequentiebereik is weliswaar even breed en ligt in precies hetzelfde gebied als het origineele, doch elke frequentie ervan is in de plaats getreden van zijn „complementaire” van de oorspronkelijke. Zoo b.v. is de frequentie 300 veranderd in 2300, 400 in 2200, . . . 2300 in 300. Slechts ééne frequentie, n.l. 1300, is dezelfde ge-

bleven. De geheele band is dus als het ware om de as 1300 omgekeerd, met behoud echter van den totalen inhoud. Alle klanken zijn veranderd; de in de origineele spraak voorkomende harmonischen van een grondtoon, b.v. 800 met 1600, zijn nu geen harmonischen meer (1800 en 1000). Een toonladder, oplopend gefloten of gespeeld op een muziekinstrument, komt er, schijnbaar geheel onharmonisch en onsamenhangend, in omgekeerde volgorde, d.w.z. van boven naar beneden, aan de andere zijde uit. Alle klanken zijn anders, b.v. een i klinkt als oe, ij als o, enz., kortom, de spraak is totaal onverstaaenbaar geworden. Alleen het ritme is natuurlijk bewaard gebleven, evenals klinkers, waarvan de hoofdtonen om en bij de 1300 p.p.s. liggen, zooals b.v. de klinker a in Amsterdam, en verder eenige typeerende medeklinkers, zooals de r.

Het spreekt vanzelf, dat deze spraak met behulp van eenzelfde omkeerinrichting weer recht en verstaanbaar is te maken.

* * *

We zullen thans vluchtig ingaan op het modulatie-principe en eenige hoofdschakelingen hiervoor.

Nemen wij aan, dat de draaggolf de sinusvormige functie

$$e_1 = a \sin. \omega_1 t$$

bezit, terwijl een der tot den spraakband behorende frequenties van den vorm

$$e_2 = b \sin. \omega_2 t \text{ is.}$$

Worden beide spanningen toegevoerd aan het moduleerende systeem, b.v. aan het rooster van een hiervoor bestemde lamp, dan treedt dus aan dit rooster op de som der spanningen:

$$E_r = e_1 + e_2 = a \sin. \omega_1 t + b \sin \omega_2 t.$$

Na gelijkrichting treedt in het anodecircuit op een stroom van den vorm.

$$I_a = p_0 + p_1 E_r + p_2 E_r^2 + \dots,$$

waarbij de termen van hogere orde verwaarloosd kunnen worden.

Hierin is:

p_0 de overblijvende gelijkstroomcomponent, welke verder geen rol speelt.

$p_1 E_r = p_1 (a \sin. \omega_1 t + b \sin. \omega_2 t)$ een rest van de origineele frequenties; deze kunnen meestal door filteren of balanceeren klein gehouden worden.

$p_2 E_r^2$, of, uitgewerkt:

$$p_2 \left[\frac{a^2}{2} \left\{ 1 - \cos 2 \omega_1 t \right\} + \frac{ab}{2} \times \left\{ \sin (\omega_1 + \omega_2) t + \sin (\omega_1 - \omega_2) t \right\} + \frac{b^2}{2} \left\{ 1 + \cos 2 \omega_2 t \right\} \right]$$

het resultaat der quadratering. Hierin komen voor de termen met $2\omega_1 t$ en $2\omega_2 t$ beide harmonischen van de draaggolf en de spraakfrequentie. De eerste kan uitgezeefd worden, terwijl de tweede ($2\omega_2 t$) relatief zwak kan worden gehouden door den term b klein t.o.v. a te houden, dus zwak te moduleeren.

De termen met $(\omega_1 + \omega_2) t$ en $(\omega_1 - \omega_2) t$, de som en het verschil der beide origineele frequenties, vormen tezamen het eigenlijke, nuttige resultaat van het modulatieproces. Deze beide nieuwe frequenties bevinden zich dus aan weerszijden van de draagfrequentie op een afstand ω hiervan. Modulatie van een spraakband van bepaalde breedte zal dus aan weerszijden van de draaggolf een evenredige ruimte in den aether beslaan.

Wat de modulatie-schakelingen betreft, kunnen we kort zijn.

In fig. 7a is een eenvoudige schema gegeven, waarbij het rooster der triode op een dusdanige negatieve spanning ten opzichte van de kathode is gebracht, dat modulatie optreedt. Bij a wordt de draagfrequentie toegevoerd, welke, in samenwerking met de bij b toegevoerde spraak, de beide zijbanden oplevert, welke het gevolg zijn van de som en het verschil

van de draagfrequentie en de in den spraakband voorkomende frequenties. Bij d kan, na zieving via juist gekozen filters, de gewenschte band afgezonderd worden. Spraak of (en) draagfrequentie kunnen ook bij c worden toegevoerd in plaats van bij a of b.

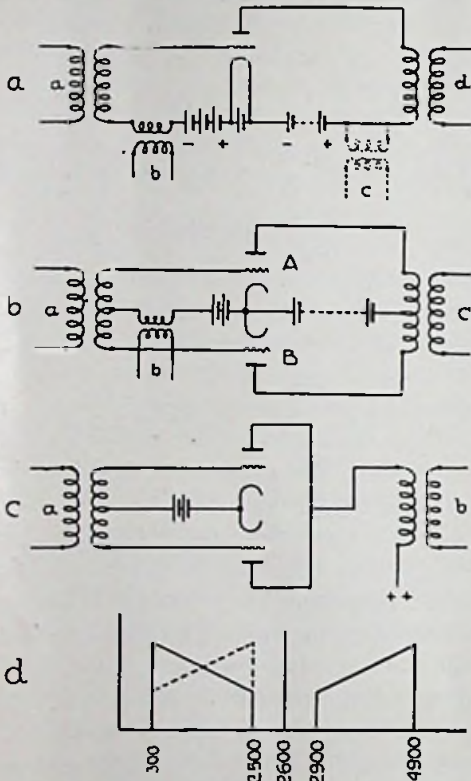


Fig. 7. Modulator- en demodulatorschakelingen.

Fig. 7b stelt voor een modulatie met balansschakeling; wordt de draagfrequentie bij b, en de spraak bij a toegevoerd, dan zal, daar vanuit b de roosters in gelijke phase onder wisselspanning worden gebracht, bij c geen draagfrequentie te hooren zijn, wel echter de beide zijbanden tengevolge van de modulatie, en een rest van den oorspronkelijken spraakband. De vele bij het modulatieproces optredende harmonischen, welke echter relatief zwak gehouden kunnen

worden, laten we hier buiten beschouwing.

De omkeering van den spraakband kan volgens een veel eenvoudiger proces dan het bovenbeschrevene, n.l. met behulp van slechts één keer moduleeren, worden verkregen.

Indien men aan een modulator volgens fig. 7a den spraakband 300—2300 met een draagfrequentie 2600 p.p.s. mengt, verkrijgt men, behalve den bovenband 2900—4900 en een rest van 2600, ook den ondersten modulatieband 2300—300, echter gemengd met een rest van den origineelen spraakband 300—2300, welke twee laatsten niet meer van elkaar te scheiden zijn (fig. 7d). Voert men nu echter bij de schakeling van fig. 7b de spraak 300—2300 toe bij b en de draagfrequentie 2600 bij a, dan zal van den origineelen band 300—2300, bij goede uitbalanceering, niets bij c doorkomen. Wel echter komen de beide zijbanden door, te zamen met een rest van de draagfrequentie. Deze draagfrequentie 2600 en de bovenband 2900—4900 kunnen gemakkelijk worden uitgezeefd, zoodat de omgekeerde band 2300—300 overblijft. Het behoeft geen betoog, dat de symmetrie van de schakeling tot het uiterste doorgevoerd moet worden.

Nog eenvoudiger is het schema volgens fig. 7c, waarbij de spraakband 300—2300 en de draagfrequentie 2600 te zamen bij a worden toegevoerd, dus ten opzichte van de roosters in tegenphase. Bij b, waarvoor de aftakking der anoden parallel geschiedt, komen dus noch van den origineelen band, noch van de draagfrequentie iets door, terwijl alleen de beide zijbanden overblijven, van welke de onderste, 2300—300, gemakkelijk afgezonderd kan worden.

De bandbreedte kan natuurlijk betrekkelijk willekeurig gekozen worden, evenals de grootte van de draagfrequentie.

Ter verhoging van de geheimhouding kan de laatste in een bepaald rythme verschoven worden over een zeker gebied.

Hoewel het systeem met bandomkeering een vrij hooge mate van geheimhouding waarborgt tegen onbevoegde luisteraars, kan door toepassing van het interferentieprincipe volgens een bepaalde methode, met betrekkelijk eenvoudige middelen de spraak voor een deel verstaanbaar gemaakt worden. Hiertegen echter bestaan weer middelen, welke af luisteren volkomen onmogelijk maken.

Een variatie en uitbreiding van de bandomkeering kan worden verkregen, door den spraakband vanuit den normalen rechten stand, over een bedrag van 2 à 300 p.p.s., te verschuiven naar boven (of beneden), waardoor reeds eenige, echter onvoldoende, onverstaanbaarheid optreedt. Eventueel kan men dit verschuivingsproces laten gepaard gaan met omkeering of knippen van het spraakspectrum. Hier bestaan vele mogelijkheden.

* * *

Door de beide bovenomschreven hoofdsystemen, n.l. de verdeling volgens den tijd en die volgens de frequentie te combineeren, wordt een terrein van een oneindig aantal mogelijkheden betreden. Eenige combinaties zullen hier genoemd worden.

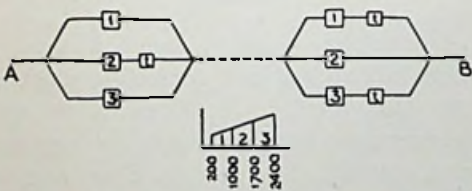


Fig. 8. Verdeling gecombineerd volgens tijd en frequentie.

In fig. 8 is een eenvoudig geval hiervan geschetst. De spraakband wordt volgens de frequentie in drie deelen gesplitst, b.v. 200—1000, 1000—1700 en 1700—

2400 p.p.s., hetgeen geschiedt kan met behulp van de filters 1, 2 en 3 aan de zijde A. Nu wordt het middelste deel over een vertragsketen t gevoerd, met een dusdanige vertraging, dat onverstaanbaarheid van het geheel optreedt. Aan de ontvangzijde B wordt met overeenkomstige filters 1, 2 en 3 en met een vertragsketen t in 1 en 3, welke denzelfden looptijd bezitten als die aan de zenzijde, de spraak weer in den oorspronkelijken vorm gebracht.

De onverstaanbaarheid wordt nog vermeerderd, wanneer het deel 3 aan de zenzijde A in andere, b.v. sterkere mate wordt vertraagd dan dat in 2.

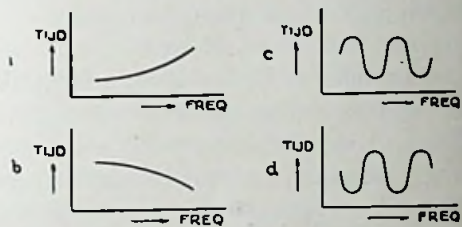


Fig. 8. Vertraging continu afhankelijk van de frequentie.

Van den in stukken verdeelden frequentieband kan men nog elk stukje, eventueel met of zonder omkeering, verschuiven en het geheel willekeurig rangschikken, gecombineerd met partieele vertraging. Vele combinaties zijn ook hier mogelijk; de inrichting wordt echter gecompliceerd. Onmiddellijk hieruit is af te leiden een systeem, waarbij de verschuiving min of meer continu geschiedt. In fig. 9a b.v. neemt de vertraging toe met de frequentie, hetgeen verkregen kan worden met behulp van een uit een groot aantal zelfinducties en capaciteiten opgebouwde keten, welke echter kostbaar wordt. Een vervorming van geheel denzelfden aard treedt, hoewel in veel mindere mate, op in zeer lange kabelverbindingen, voorzien van versterkers.

De ontcijfering aan de ontvangstzijde

geschiedt met behulp van een dergelijke, compenseerende keten (fig. 9b). Na beide ketens doorlopen te hebben, zijn alle frequenties over eenzelfde, aanzienlijken tijd vertraagd.

De vertraging als functie van de frequentie voor onverstaaibaren toestand kan elken willekeurigen en doelmatigen krommevorm hebben; fig. 9c en d zijn hiervan een stel voorbeelden.

Ook deze apparatuur wordt kostbaar en het systeem bezit, evenals het vorige, het onoverkomelijke nadeel van de aanzienlijke tijdsvertraging. Om een voldoende mate van onverstaaibaarheid te verkrijgen, is een groote relatieve vertraging noodig van b.v. minstens 150 m.sec., terwijl dan nog de waarborg voor geheimhouding dubieus blijft, daar het mogelijk kan zijn om door middel van eenvoudige filters of resonantieketens de meest vertraagde stukken van het frequentiespectrum te verzwakken of te elimineeren, waarna een voor den klandestienen luisteraar voldoende verstaanbaar deel kan overblijven.

Er bestaat n.l. een groot verschil tusschen een commercieel bruikbare spraakoverdracht en nog juist verstaanbare spraak. De eerste moet een vlot gesprek waarborgen en moet dus aan zoo hoog mogelijke eischen voldoen; de laatste is vaak met eenvoudige middelen gemakkelijk te bereiken, vooral na eenige oefening; de kwaliteit als zoodanig kan hierbij, vooral voor een geoefend oor, relatief zeer slecht zijn. Aan den eenen kant moet dus aan het weer verstaanbaar maken van de spraak in geheimen toestand de uiterste zorg besteed worden, terwijl aan den anderen kant het den klandestienen luisteraar onmogelijk gemaakt moet worden, om met betrekkelijk bescheiden middelen iets verstaanbaars te kunnen maken. De toestand van onontcijferbaar-

heid moet dus zoo ver mogelijk worden doorgevoerd.

* * *

Een geheel ander systeem van geheimhouding wordt bereikt, door een spraakspectrum te splitsen in een aantal stukken, welke verdeeld worden over eenzelfde aantal zenders of banden op één zender. Op de overblijvende spectrumdeelen van elken zender bestaat dan nog plaats voor een overeenkomstig aantal andere gesprekken, op analoge wijze verdeeld. Op elken zender verkrijgt men dus een mengmoes van eenige gesprekken, hetgeen onverstaaibaar is.

De verdeling kan ook geschieden volgens den tijd; door middel van synchroon loopende contactschijven aan zend- en ontvangzijde kan elk gesprek volgens den tijd in een aantal stukken gesplitst en over evenveel zenders of banden verdeeld worden.

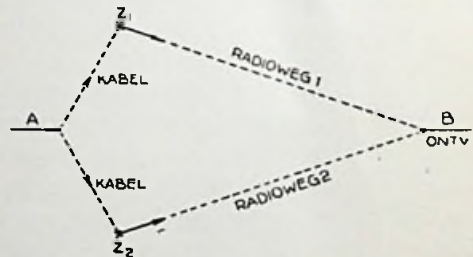


Fig. 10. Geheimhouding, gecombineerd met richteffect.

Opmerking verdient, dat we hier te doen hebben met een verdeling volgens den tijd, waarbij, in tegenstelling met vroeger genoemde systemen, geen vertraging optreedt, daar de spraak niet telkens behoeft te worden vastgehouden.

Door de bovenbeschreven zenders elk op zichzelf een scherp richteffect te geven op den ontvanger B (fig. 10) en ze op aanzienlijken afstand uit elkaar te plaatsen, wordt de waarborg voor geheimhouding nog verhoogd. Bij dit systeem speelt

dus de geografische ligging een rol in de geheimhouding.

Zooals boven reeds werd aangeroerd, kan men de groep zenders vervangen door één enkele, voorzien van evenveel bovenbanden.

Hiermee houdt verband een systeem, hetwelk, voor zoover bekend, praktische toepassing vindt; hierbij worden twee gesprekken op één zender gemoduleerd, waarbij het eerste zich in omgekeerden toestand bevindt op de plaats van het normale spraakspectrum (300—2300 p.p.s.) en het tweede gesprek in rechten toestand daarboven, b.v. in het gebied 3000—5000 p.p.s. De vooropgezette bedoeling hiervan is, dat een klandestiene luisteraar met behulp van interferentie niets verstaanbaar kan maken, zoolang beide gesprekken aanwezig zijn; bij afwezigheid echter van een der gesprekken kan het andere verstaanbaar worden gemaakt. Het spreekt vanzelf, dat men een der spraakbanden kan vervangen door een of meer telegrafiekkanalen, welke bedreven worden met binnen dien band liggende frequenties; ook kan men, met behoud van beide spraakspectra, er tusschenin of er buiten een of meer telegraafkanalen inlasschen.

* * *

Reeds tijdens den wereldoorlog trachtte men geheimhouding te verzekeren, door op een of andere manier storende geluiden in de spraak in te lasschen, zoodat het geheel onverstaanbaar werd voor derden; aan de ontvangstzijde werden deze stoorgeluiden op passende wijze verwijderd. Zeer groot is hierbij het aantal mogelijkheden, in de hier volgende punten zeer beknopt samengevat:

a. In de spraak wordt op elk oogenblik, op bepaalde tijden een korte, sterke stoortoon of groep van stoortonen ingemengd, waardoor afluisteren onmogelijk ge-

maakt wordt. Aan de ontvangstzijde wordt de spraak in hetzelfde rythme telkens onderbroken zoolang de stoortoon duurt. Het overblijvende deel, hoewel voorzien van vele kleine hiaten, kan nog voldoende verstaanbaar zijn.

b. Hetzelfde kan geschieden volgens de frequentie-indeeling. In het spraakspectrum worden een of meer constante, varieerende of onderbroken tonen of groepen van tonen ingevoerd; aan de ontvangstzijde worden deze uitgefilterd door scherp afgestemde smookketens, welke echter praktisch niet zoo scherp gemaakt kunnen worden, dat niet een klein frequentiegebied wegvalt uit den spraakband. De laatste vertoont dus een overeenkomstig aantal hiaten, doch kan, bij een goed gekozen werkwijze, nog behoorlijk verstaanbaar blijven.

In plaats van uifilteren kan men ook de stoortonen aan de ontvangstzijde compenseeren door toevoeging van dezelfde frequenties in tegenphase, welke laatste, wanneer zij onafhankelijk zijn van de origineele stoortonen, geen hiaten behoeven te veroorzaken in den spraakband. In hoeverre dit te verwezenlijken is, laten wij hier in het midden.

c. Met een combinatie van frequentie- en tijdsindeeling valt hier meer te bereiken; het toepassen van code- of sleutelsystemen waarborgt grootere geheimhouding.

d. Ook bij den omgekeerden band kan de stoortoon met succes worden toegepast. Bij een geïnverteerd spectrum van 2300—300 p.p.s. b.v. wordt een stelsel storende tonen of in bedrijf zijnde telegraafkanalen tusschen 3000 en 4500 p.p.s. gevoegd (fig. 11). Bij ontvangst wordt het eigenlijke omgekeerde spectrum eenvoudig met een doorlaatfilter 300—2300 p.p.s. afgezonderd en daarna omgekeerd. Echter zal een onbevoegde, door middel van interferentie met een golf λ_1 , welis-

waar een rechten band ontvangen, doch gemengd met de in dat gebied optredende interferentietonen als gevolg van de stoorfrequenties, hetgeen onverstaanbaarheid veroorzaakt (fig. 11b).

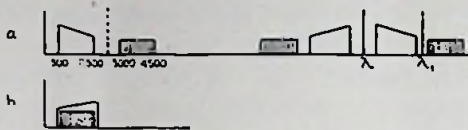


Fig. 11. Omgekeerd spectrum met stoorgeluiden.

Al deze methoden met inmenging van storende geluiden bezitten het groote nadeel, dat, om onverstaanbaarheid te verkrijgen, deze tonen minstens even sterk of liefs sterker moeten zijn dan de spraak zelve, zoodat hoogstens de helft van de modulatie-energie van den zender voor de spraak beschikbaar blijft. De condities voor de nuttige overdracht, wat betreft luchtstoringen, etc., worden dus veel ongunstiger.

Een methode, welke op 't oog nogal aannemelijk lijkt, is die, waarbij bepaalde stukken van het spraakspectrum relatief worden verzwakt, waardoor het overblijvende een zekere mate van onverstaanbaarheid moet bezitten. Bij de ontvangst moeten dan, door middel van passende ketens, correcties toegepast worden. De bruikbaarheid van dit systeem stuit op de volgende bezwaren:

1. De spraak blijft, ook al zijn groote stukken relatief verzwakt, nog een zekere mate van verstaanbaarheid behouden.

2. De ontvangstvoorwaarden met het oog op luchtstoringen worden voor de verzwakte deelen ongunstig.

3. Door klandestiene luisteraars kunnen meestal wel de relatief sterkere deelen door middel van eenvoudige resonantiekringen verzwakt worden, waardoor een verstaanbaar geheel overblijft.

4. Men introduceert een sterke vervor-

ming, welke nooit geheel straffeloos weer is op te heffen.

* * *

Ten slotte kan men bij alle bovengemelde methoden de geheimhouding in hogere mate verzekeren, door de golflengte van den zender te laten verspringen of op een bepaalde wijze te laten variëren, hetgeen echter als nadeelen heeft, dat een bredere band in den aether wordt ingenomen, en dat een synchroniseerinrichting noodig is. Hetzelfde kan men doen met de draagfrequenties, waarop de spraakband wordt gemoduleerd, voordat deze aan den zender wordt toegevoerd. Hierbij gelden nadeelen van denzelfden aard.

Het spréekt vanzelf, dat een groot aantal van de bovenbeschreven systemen voor geheimhouding niet uitsluitend op de telefonie, doch in het algemeen op de overbrenging van berichten met succes toegepast kunnen worden. Zoo zou men b.v. bij het verzenden van telegraafteekens of per telegraaf over te dragen foto's zekere voordeelen kunnen bereiken.

Het is hier geenszins de bedoeling geweest, om alle bestaande methoden voor telefonie met geheimhouding te beschrijven; uitgaande van een aantal bekende en voor de hand liggende systemen is getracht, om een algemeen, eenigszins schematisch overzicht samen te stellen, waaruit onmiddellijk een aantal verwante combinaties logisch afgeleid kunnen worden. Nadere bijzonderheden hierover zijn te vinden in de, voor zoover ons bekend, schaarsche literatuur in tijdschriften, doch in ieder geval leveren de vele octrooien, waarvan hier een aantal nummers volgen, een zeer interessante stof betreffende het onderwerp der telefonie met geheimhouding.

Nederlandsche octrooi no's: 16701, 16444, 9837, 6130, 27495, 25801;

Britsche octrooi no's 287673, 190442,
179016, 218282, 226488;
Amerikaansche octrooi no's: 1542565,

1542566, 1542567, 1497714, 1563326,
1633625, 1624601, 1726578;
Duitsche octrooi no's: 331243, 339915.

Een Radio-ontvanger met Brugfilter

Door C. R. BURCH (Metropolitan-Vickers Electrical Co. Limited),
en F. L. SMALLPEICE (Sale (Cheshire) Municipal Electricity Department).

Tijdens het experimenteeren met een 50 k.Hertz versterker namen wij toevallig waar, dat wanneer de demping van den versterker voldoende werd vermindert, de hoek, waaronder de koppelspoel met den ontvanger geplaatst moest worden om het signaal uit te dooven, sterk afhankelijk was van de golflengte, waarop het binnenkomende sein werd getransformeerd door den heterodyne-ontvanger en dat men een bijzonder selectieve werking van den versterker kon verkrijgen door de koppelspoel zoo te stellen, dat men gebruik maakte van deze eigenschap van den versterker, die door toevallige capacatieve en galvanische koppelingen in gelukkige samenwerking met de aangebrachte inductieve koppeling werd veroorzaakt. Ofschoon schakelingen, die bovenvermelde eigenschap bezitten, zeer

wel bekend zijn, hadden wij toch nimmer een beschrijving gezien van een radio-ontvanger, waarin zij werden toegepast en wij besloten daarom onzen ontvanger zoodanig te veranderen, dat wij het effect naar believen konden opwekken.

Van de vele brugfilterschakelingen, die mogelijk zijn, vertoont die, welke is afgebeeld in fig. 1, een aantrekkelijken eenvoud.

Laten wij, om de werking van de brug te verduidelijken, onderstellen, dat de complexe grootheden E_1 en E_2 , geteld in den positieven zin van den secundair vloeïenden stroom I_2 , de spanningen voorstellen, die in L_1 geïnduceerd worden door de respectieve stroomen in L_2 en L_1 en laat E_2 evenzoo de spanning voorstellen, geïnduceerd in L_2 .

Veronderstellen wij verder, dat de

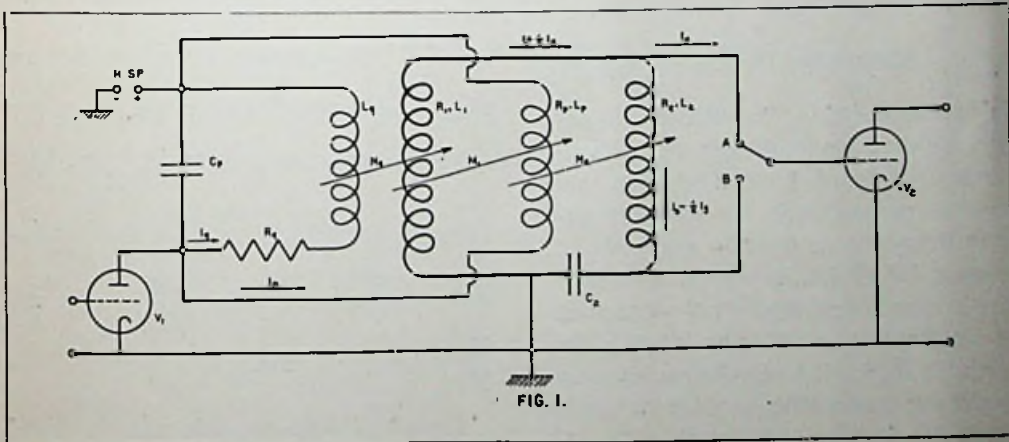


FIG. 1.

brug in evenwicht is voor een hoekfrequentie p , zoodat, wanneer een stroom met deze periode binnenkomt van de anode van de lamp V_1 , de spanning van het punt A nul is en evenzoo de stroom I_e naar het rooster van V_2 .

De spanning van A kan dan voorgesteld worden door de complexe grootheden

$$E_1 + E_a - (R_1 + j p L_1) I_s \dots (1)$$

$$\text{en } -E_2 + \left\{ R_2 + j p L_2 + \left(+ \frac{1}{j p C_2} \right) I_s \dots \dots \dots \right\} (j = \sqrt{-1})$$

en beide moeten gelijk aan nul zijn.

De evenwichtsvoorwaarde is dus

$$\begin{aligned} E_1 + E_a &= \alpha + j \beta = \\ E_2 & \\ R_1 R_2 + p L_1 \left[p L_2 - \frac{1}{p C_2} \right] &+ \\ R_2^2 + \left(p L_2 - \frac{1}{p C_2} \right)^2 & \\ + j \left[\frac{p L_1 R_2 - \left(p L_2 - \frac{1}{p C_2} \right) R_1}{R_2^2 + \left(p L_2 - \frac{1}{p C_2} \right)^2} \right] &(2) \end{aligned}$$

Wanneer er een phaseverschil is tusschen E_1 en E_2 , dat is wanneer er een phaseverschil bestaat tusschen de stroomen in L_p en L_a , zoo zullen er altijd waarden bestaan voor de verhoudingen

van de wederkeerige inducties $\frac{M_1}{M_2}$ en $\frac{M_a}{M_2}$,

die aan vergelijking (2) voldoen. Wanneer dus deze verhoudingen slechts voldoende gevarieerd kunnen worden, zal het altijd mogelijk zijn om voor een gegeven frequentie de brug in evenwicht te brengen. De exacte formules, waardoor deze verhoudingen uitgedrukt worden in de constanten van de brug ($R_1, L_1, R_2, L_2, C_2, L_p, R_p, L_a, R_a$) zijn zeer wijdloopig en niet erg interessant; en daar we reeds weten, dat de evenwichtsconditie (2) al-

tijd vervuld kan worden, is het voldoende om een benaderde waarde voor de verhoudingen

$$\frac{M_1}{M_2} \text{ en } \frac{M_a}{M_2}$$

te bezitten. Te dien einde nemen wij aan, dat de stroom in L_a 90° verschilt in phase van dien in L_p en dat $I_a = \lambda j I_p$, waarbij λ een reële grootheid is. Wij verkrijgen dan de eenvoudige uitdrukkingen:

$$\frac{E_1}{E_2} = \frac{M_1}{M_2} = \alpha; \quad \frac{-j E_a}{E_2} = \lambda \frac{M_a}{M_2} = \beta \quad (3)$$

Voorts zullen wij uitsluitend te maken hebben met frequenties dicht bij de resonantie van de secundaire, zoodat daar L_1 en L_2 van dezelfde orde van grootte zijn, $p^2 L_1 C_2$ en $p^2 L_2 C_2$ ieder ongeveer $\frac{1}{2}$ zullen bedragen. Daar verder de demping van de secundaire niet hoog zal zijn, mogen we het kwadraat van de verhouding: weerstand/reactantie verwaarloozen in ieder van de takken van de secundaire en zodoende verkrijgen wij de verdere benaderingen:

$$\left. \begin{aligned} \frac{M_1}{M_2} &= \frac{p^2 L_1 C_2}{p^2 L_2 C_2 - 1} \\ \lambda \frac{M_a}{M_2} &= \frac{p C_2}{1 - p^2 L_2 C_2} \times \left[R_2 \left\{ \frac{p^2 L_1 C_2}{1 - p^2 L_2 C_2} \right\} + R_1 \right] \end{aligned} \right\} \dots (4)$$

$\frac{\lambda M_a}{M_2}$ is van dezelfde orde van grootte

als $\frac{2 R_1}{p L_1}$ en wanneer R_a groot is t.o.v.

$p L_a$ en ook groot is t.o.v. $p L_p$, is λ van dezelfde orde van grootte als $\frac{p L_p}{R_a}$. Kie-

zen wij R_a zoo, dat $\frac{p L_a}{R_a}$ van dezelfde

orde van grootte is als $\frac{2 R_1}{p L_1}$, dan zal

$\frac{M_a}{M_2}$ ongeveer 1 zijn.

Daar $\frac{2 R_1}{p L_1}$ van de orde van 0,02 zal

zijn, moet R_2 van de orde van 100 pL_p , dat is van de orde van 100.000Ω zijn.

Het is voorts duidelijk, dat $\frac{M_1}{M_2}$ van de orde van -1 zal zijn.

In de eerste brug, die gebouwd werd, waren deze condities op de volgende, eenvoudige wijze vervuld. De spoelen L_1 en L_2 waren in een vierkante doos zoo geplaatst, dat hun velden elkander kruisten; elke spoel bestond uit 2 wikkelingen, aangebracht op twee tegenoverstaande zijden van de doos en achter elkander geschakeld, terwijl in het midden van de doos de primaire spoel L_p draaibaar was opgesteld. De „90° phase” spoel L_n was buiten de doos aangebracht en wel zoo, dat deze variabel gekoppeld kon worden met een van de helften van L_1 . De spoelen L_1 , L_2 , L_p en L_n hadden elk ongeveer $12500 \mu\text{H}$, zoodat $0,0004 \mu\text{F}$ noodig was om de secundaire af te stemmen (C_2) en $0,0008 \mu\text{F}$ voor de primaire (C_p). De „90°-phase” weerstand bestond uit een verzadigde oplossing van kopersulfaat

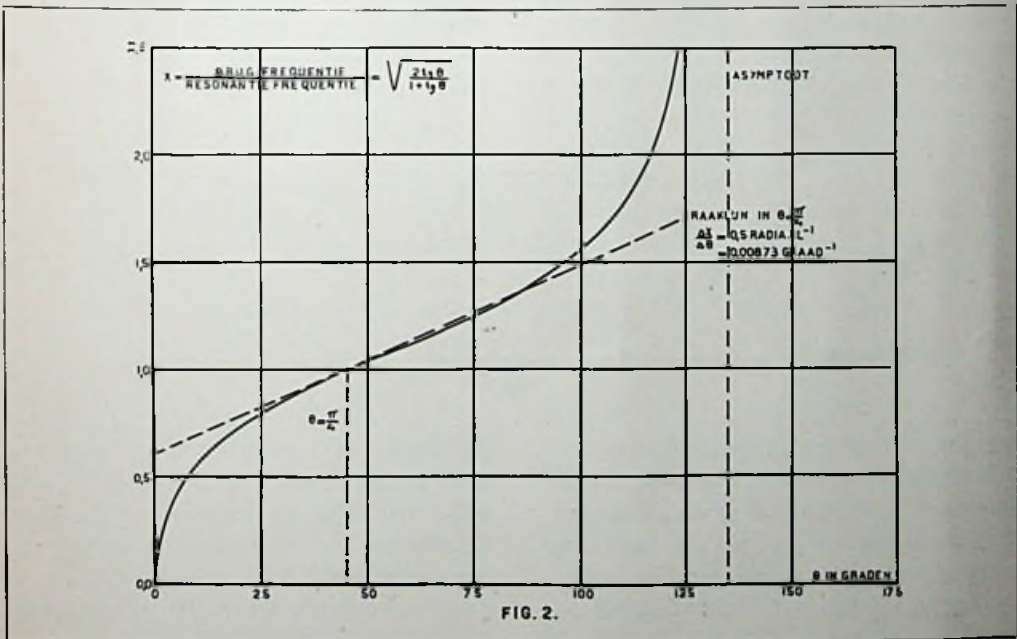
(het pentahydraat) in glycerine tusschen electroden van $0,5 \text{ cm } \varnothing$ en 1 à 2 cm van elkander verwijderd. Dit is een zeer praktische manier om niet-inductieve weerstanden te maken, die gemakkelijk regelbaar zijn.

Daar de resonantie-frequentie 50 kHz was, de koppelingsverhouding $\frac{M_1}{M_2}$ van 0

tot $-\infty$ gevarieerd kon worden (door L_p over 90° te draaien) kon de frequentie, waarvoor de brug in evenwicht was, van 0 tot $70,7 \text{ kHz}$ veranderd worden. Varia-

tie van $\frac{M_1}{M_2}$ van ∞ tot 1 (door L_p nog eens 45° te draaien) doet de evenwichtsfrequentie van $70,7 \text{ kHz}$ tot ∞ veranderen. Wanneer de secundaire spoelen L_1 , L_2 , zoo gebouwd zijn, dat zij gelijke, loodrecht op elkander staande, homogene velden geven zooals in een radiogoniometer, kan de verhouding

$$\frac{\text{Brugfrequentie}}{\text{Resonantie freq. secundaire}}$$



uitgedrukt worden in de hoekdraaiing van L_p door de formule:

$$\frac{\text{Brugfrequentie}}{\text{Resonantie freq. secundaire}} = \frac{2 \tan \Theta}{1 + \tan \Theta} \quad (5)$$

waarin Θ de hoek is tusschen de as van L_p en die van L_2 en het teeken van Θ

zoo is, dat wanneer $\Theta = \frac{\pi}{4}$, $\frac{M_1}{M_2} = -1$

is. In fig. 2 is het verloop van deze functie grafisch weergegeven.

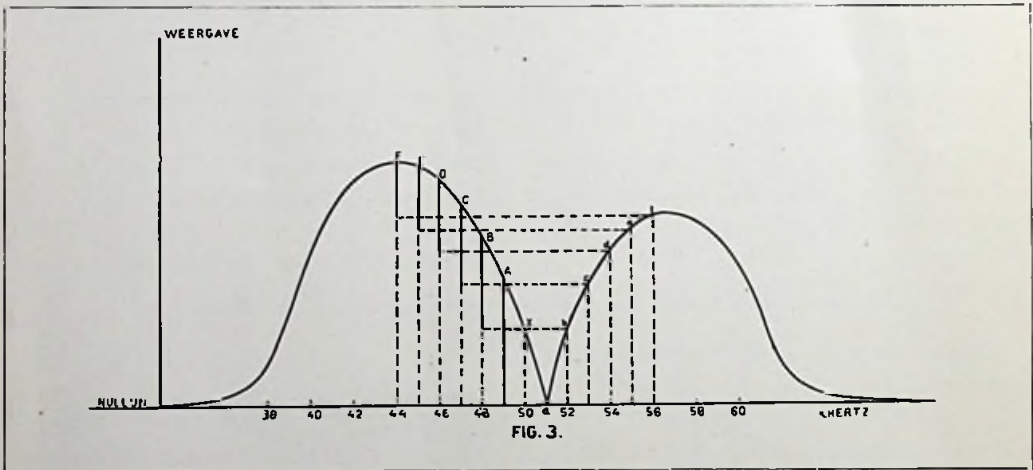
Fouten in de symmetrie in de spoelen L_1 en L_2 , waardoor de instelling van de brug niet precies volgens formule (5) verloopt, zijn echter geenszins schadelijk voor de goede werking.

Uit de voorafgaande analyse zal het duidelijk zijn, dat wanneer, de „gelijke

phase” koppeling $\frac{M_1}{M_2}$ en de „90° phase”

koppeling $\frac{M_1}{M_2}$ ingesteld zijn, de brug aan

Van bijzonder belang is het gebruik van de brug in die gevallen, waar een heterodyne storing aanwezig is. Zoo zullen wij bijv. zeker in staat zijn om de storing, veroorzaakt door een ongemoduleerd signaal, geheel tot nul terug te brengen en wij kunnen verwachten, dat de storing ten gevolge van een ongedempten telegrafiezender tot een serie van tikken gereduceerd kan worden, die ontstaan ten gevolge van de zijbanden, die het in- en uitschakelen van den sleutel veroorzaakt en misschien een spoor van een zwevingstoon bij het begin en het eind van iederen tik, eveneens door deze zijbanden veroorzaakt. Wanneer de storende zender, die door de brug wordt uitgezefd, met telefonie wordt gemoduleerd, zoo zullen de zijbanden van dezen zender blijven bestaan en we zullen hooren het resultaat van de samenwerking van deze zijbanden niet met de bijbehorende draaggolf, doch met de draaggolf van het station, waarop de



de resonantiecurve van den versterker bij de evenwichtsfrequentie een naar beneden gericht keerpunt zal geven, waarvan de top precies de nullijn zal bereiken, zooals schematisch voorgesteld is in fig. 3, waarbij de brug in evenwicht bij 51 kHz is geteekend.

ontvanger is ingesteld: het effect van deze samenwerking op den vorm van de telefoniegolf is, dat deze vermenigvuldigd wordt met een sinusgolf, waarvan de frequentie gelijk is aan den (uitgedoofden) zwevingstoon, zoodat elke spreekfrequentie van het ongewenschte station

aanleiding zal geven tot het ontstaan van twee frequenties (een som- en een verschiltoon) in de telefoon. Er schijnt geen enkele aanleiding te bestaan om te veronderstellen, dat het resulterende geluid zal klinken, alsof de zwevingstoon tot de samenstellende frequenties zou behooren; wij mogen dan ook verwachten, dat de telefonie van het ongewenste station volkomen onverstaanbaar zal zijn. De gemiddelde sterkte van het ongewenste station is echter bij deze wonderlijke wijze van detectie tot de helft teruggebracht, want daar de hoorbare frequenties, veroorzaakt door de twee zijbanden van het ongewenste station, verschillend zijn, tellen de energieën gewoon op tot de totale geluidsenergie; daarentegen, wanneer deze zelfde zijbanden met de bijbehorende draaggolf worden gelijkgericht, zoo vallen de hoorbare frequenties, door elken zijband veroorzaakt, samen en moeten hun amplituden worden opgeteld tot de totale, laagfrequente amplitude.

Ten einde een idee te krijgen, hoe het brugfilter de laagfrequente weergave voor het gewenste station vervormt, trekken wij in fig. 3 de verticale lijnen A, B, C, D, E, F, a, b, c, d, e, f. De lengten van deze lijnen zijn evenredig aan de gevoeligheid van den ontvanger voor den bovensten, resp. ondersten zijband van een zender op 50 kHz en modulatiefrequenties van respectievelijk 1, 2, 3, 4, 5 en 6 kHz. Frequenties boven de evenwichtsfrequentie van de brug ondergaan een omkeering in de phase wanneer zij door de brug gaan, zoodat de laagfrequente weergave van een toon, waarvan één zijband boven de evenwichtsfrequentie ligt, niet voorgesteld wordt door de som van de lengten van de stukken in fig. (3), verkregen voor ieder der zijbanden, doch door het verschil. De zwaar getrokken lijnen in fig. (3), die dit ver-

schil voorstellen (A—a), (B—b), etc. zijn dus evenredig met de amplituden, die het toestel geeft voor tonen 1, 2, etc. kHz. (Een kleine correctie is nog noodig voor langzame veranderingen in de phase van de weergavecurve met de frequentie, waardoor de zijband boven de evenwichtsfrequentie niet exacte antisymmetrie bezit met den zijband, onder de evenwichtsfrequentie. Hierdoor wordt de weergave van hooge noten iets sterker dan door de verschilstukken (D—d), (E—e), etc. wordt voorgesteld). Het is duidelijk, dat uitgezonden tonen met een frequentie dicht bij die van den (uitgevoelden) zwevingstoon noch een bijzondere versterking, noch een bijzondere verzwakking ondergaan, en men kan dan ook verwachten, dat het nauwelijks mogelijk zal zijn, op het gehoor af te zeggen, of een brugfilter is ingeschakeld dan wel een of ander koppelingstoestel, dat niet speciaal voor een natuurgetrouwe weergave is ontworpen. Zooals zal blijken, werden deze verwachtingen in de praktijk ook vervuld.

De brug werd geschakeld in de plaats van een van de tusschentransformatoren in den 50 kHz versterker, de „90° phase” spoel L_a werd niet verbonden en de schakelaar, geteekend in den roosterlek van de tweede lamp in fig. 1, werd in den stand B gezet, zoodat de brug veranderd was in een gewoon stelsel van gekoppelde kringen. De stand van de „gelijke phase” koppelspoel, L_p , waarvoor de verhouding $\frac{M_1}{M_2}$ gelijk aan -1 was, werd vervolgens bepaald, door deze spoel te draaien tot in den stand, dat het signaal verdween, zoodat, wanneer het apparaat weer als brugfilter werd geschakeld, door den schakelaar in den stand A te zetten, de in phase zijnde koppelspoel ongeveer in den juisten stand was om de brug in evenwicht te brengen

voor de resonantiefrequentie, hoewel, daar de „90°“-phase spoel nog niet verbonden was, een volkomen uitdooven van het signaal onbereikbaar was.

Er werd vastgesteld, dat bij een verandering van de frequentie van het signaal de in phase zijnde koppelspoel inderdaad verzet moest worden om weer minimale signaalsterkte te verkrijgen. Deze koppeling op het minimum ingesteld zijnde, werd de „90° phase“-spoel en de weerstand verbonden en de „90° phase” en de „gelijke phase” koppelingen afwisselend ingesteld op minimum geluidsterkte. Zoals te verwachten was, veroorzaakten, daar het signaal met telefonie was gemoduleerd, de eerste twee of drie achtereenvolgende instellingen alleen een vermindering in de sterkte, maar naar mate het evenwicht van de brug beter en beter benaderd werd en de draaggolf tot een te verwaarlozen amplitude was gereduceerd, hoorde men in plaats van hoofdzakelijk de tonen, die ontstonden door de samenwerking van de zijbanden met de draaggolf, het geluid, veroorzaakt door de samenwerking van de banden met elkander, zoodat de weergave zonder belangrijk verder in sterkte af te nemen, onverstaaanbaar werd. Volkomen onverstaaanbaarheid eischte een zeer critische instelling van de brug; het geringste spoor van de draaggolf was voldoende om de telefonie, hoewel vervormd, verstaanbaar te maken. De „90° phase” instelling, op deze wijze gevonden, bleek vrijwel voor iedere frequentie juist te zijn.

Het apparaat was toen klaar voor een proef op de uitstekende voorbeelden van heterodyne storing, waarvan het golflengtegebied van 300—2000 meter is voorzien. De afstemmingsmanipulatie bestond in het brengen van de roosterverbinding in dien stand, die de brug tot een eenvoudig stel gekoppelde kringen

terugbracht, zoodat de ontvanger zijn gewone afstemeigenschappen had, en het uitzoeken van een paar heterodyne zenders. De „gelijke phase” koppeling werd dan klein gemaakt en het apparaat, dat de frequentie transformeerde, ingesteld, totdat maximum geluidsterkte van het gewenschte signaal verkregen was; de draaggolf hiervan was zodoende getransformeerd in de resonantiefrequentie van de secundaire van de brug. Wanneer de roosterverbinding dan werd overgeschakeld in den brugfilterstand, waren er twee standen van de „gelijke phase” koppeling, waarbij de heterodyne toon verdween, de eene, waarbij de brug in evenwicht was voor de draaggolf van het gewenschte station, en de tweede, wanneer er evenwicht was voor de interfereerende draaggolf. Een zeer geringe naregeling van de „90° phase” koppeling was meestal noodig om volkomen evenwicht te verkrijgen. Wanneer de afstand tusschen de twee draaggolven gering is, en de ongewenschte draaggolf is uitgedoofd, is de koppeling voor de gewenschte draaggolf gering en het is dan in het bijzonder gewenscht om de bovenstaande wijze van afstemming toe te passen, zoodat de gewenschte draaggolf precies getransformeerd wordt op de resonantiefrequentie van de secundaire; anders is de gevoeligheid gering.

Het bleek mogelijk, om een met telefonie gemoduleerde draaggolf met redelijke gevoeligheid te ontvangen en wel zonder opvallende vervorming, terwijl de brug zoo ingesteld was, dat een heterodyne storing uitgedoofd werd van slechts 500 perioden en vooropgesteld, dat de frequentie van de storende draaggolf nauwkeurig constant bleef, kon de heterodyne-toon tot volkomen onhoorbaarheid worden teruggebracht, zelfs wanneer deze zonder brugfilter, voldoende sterk was om het gewenschte

signaal geheel te overstemmen. Telefonie van het storende station was geheel onverstaanbaar en klonk zoo ongeveer als de bekende „omgekeerde telefonie” (het is dan ook de som van twee speciale vormen van inversie). Het luisteren, waarbij men abstraheert van de onverstaanbare, ongewenschte telefonie, is belangrijk minder vermoeiend dan wanneer men van een sterken heterodyne-fluittoon moet abstraheeren en gelijkij meer op het luisteren naar twee personen, die tegelijk praten.

Een geschikt geval werd gevonden van een storing door een zeer sterken, ongedempten telegrafie-zender, die een interferentie-toon van 2 kHz veroorzaakte: deze kon teruggebracht worden tot een serie van harde tikken, die een spoor van den heterodyne-toon bleven bevatten. Het is buitengewoon moeilijk om vast te stellen, of een heterodyne fluittoon volkomen is verwijderd, wanneer nog een andere heterodyne fluittoon aanwezig is, zelfs wanneer deze tonen belangrijk in frequentie verschillen en het bleek noodzakelijk, ten einde de werking van de brug goed te kunnen beoordeelen, om een tweede brug in te schakelen, zoodat beide heterodyne storingen konden opgeheven worden.

Het scheen ons toe, dat een constructie, die meer gevoeligheid voor frequenties vlak bij de evenwichtsfrequenties bezat, zou verkregen kunnen worden door de primaire spoel L_p in tweeën te splitsen en de wederkeerige inducties M_1 en M_2 in den vorm van twee afzonderlijke variometers op één as te construeeren, zoodat het maximum van M_1 samenvalt met het nulpunt van M_2 . (De „90° phase” spoel blijft gekoppeld met een van de stators L_1 als vroeger). De verhouding

$\frac{M_1}{M_2}$ verandert dan op dezelfde wijze, maar de absolute waarden van M_1 en

M_2 zijn nu grooter dan in de vorige constructie.

Ofschoon geen kwantitatieve metingen verricht werden, leek de tweede brug belangrijk gevoeliger. Een schakelaar werd aangebracht, waardoor de brug in een gewoon paar gekoppelde kringen kon omgeschakeld worden. Het is wellicht aardig, hoewel beschamend, om te vermelden, dat eens de brug gebruikt werd om een heterodyne toon van buitengewone sterkte te verwijderen, die later bleek veroorzaakt te zijn door het genereeren van een voorafgaanden 50 kHz versterker.

Tot nu toe werd de versterker gestabiliseerd door de roosterdemping alleen. Het is natuurlijk wenschelijk om middelen aan te brengen om de inwendige lampcapaciteit te neutraliseeren en dit zal het noodzakelijk maken om afzonderlijke, afgeschermd en in het midden afgetakte resonantiekringen aan te brengen, waarin een spanning in tegenphase met de anode-spanning kan opgewekt worden en deze parallel te verbinden aan de ingaande klemmen van de bruggen. Het zal eveneens noodig zijn, bijzondere aandacht te besteden aan details van de afscherming en wellicht iederen trap van den versterker uit te rusten met een eigen afvlakrichting voor de hoogspanning en roosterspanning, daar nu de twee bruggen niet geheel zonder invloed op elkander zijn. Wanneer de tweede brug in werking wordt gebracht, is het noodig om de eerste een weinig na te regelen om weer evenwicht te verkrijgen. Ontvangst in te dicht bezette gedeelten van het spectrum kan nooit ideaal worden, maar een te waardeeren verbetering van de weergave van de ontvangst wordt bereikt door de verwijdering van de heterodyne fluittonen en wij gelooven dan ook, dat de verbetering van de bovenvermelde detailpunten geen verloren tijd zal zijn.

Wij zijn voorts van meening, dat, wanneer nog een derde brug is aangebracht, het in het algemeen mogelijk zal zijn, om met behulp van een éénzijdig gericht antennestelsel met cardioïde-karakte-

ristiek, ook in het overkropte golflengtegebied signalen te ontvangen, vrij van heterodyne storing.

Manchester, 19 Januari 1932.

De photo-electrische cel van Patin.

Door Dr. Fr. NOACK, Berlin-Schlachtensee.

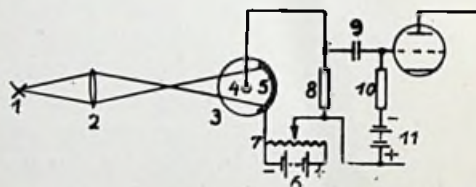
Onder den naam van Patin-cel is in Duitschland een nieuwe lichtgevoelige cel in den handel verschenen, die de aandacht trekt door een bijna honderd maal grotere gevoeligheid dan van de normale fotocellen met gasvulling.¹⁾

Zooals men weet, is de met gas gevulde, z.g. laagvacuumcel, altijd gevoeliger dan de hoogvacuumcel. Haar *grootste* gevoeligheid bereikt zij evenwel pas wanneer men de hulpspanning opvoert tot het punt vlak vóór de doorslagspanning. Daardoor bezit zulk een cel, op grootste gevoeligheid gebracht, slechts een heel klein bereik, waarover de doorgelaten stroom inderdaad evenredig blijft met de sterkte der belichting.

De nieuwe cel nu, is feitelijk ook een gewone laagvacuumcel, maar door geschikte keuze van het gas voor de vulling, van den gasdruk en van den afstand tusschen de anode en de lichtgevoelige laag, heeft de uitvinder weten te bereiken, dat bij instelling vlak vóór de doorslagspanning toch een groot bereik bestaat, waar de stroom evenredig blijft met de belichting.

In de figuur stelt 3 de fotocel voor; zij heeft geheel den gebruikelijken vorm. Op de binnenzijde van het glas is dit over de eene helft bedekt met een dun laagje (5) van een alkalimetaal, terwijl zich on-

geveer in het midden de anode 4 bevindt. Evenals bij andere fotocellen wordt ook hier de keuze van het alkalimetaal bepaald door de vraag, voor welk deel van het lichtspectrum men de hoogste gevoeligheid verlangt. Hoogste gevoeligheid voor blauw licht ontstaat als men kalium gebruikt, voor geel licht met caesium of lithium, terwijl ook mengsels van deze stoffen kunnen worden gebruikt.



1. Lichtbron. 2. Condensorens. 3. Patin-fotocel. 4. Anode. 5. Alkalilaag. 6. Hulpspanningsbatterij (ongeveer 190 Volt). 7. Spanningsregelaar voor de hulpspanning (volumeregelaar). 8. Koppelweerstand (0.5 megohm voor sprekende film; grooter voor beeldtelegrafie en televisie). 9. Koppelcondensator 5000 à 15000 $\mu\mu\text{F}$. 10. Lekweerstand 0.5 à 2 megohm. 11. Roosterspanningsbatterij der eerste versterkerlamp.

Het eigenlijke geheim van de nieuwe cel ligt, zooals gezegd, in de gasvulling en dimensionering, waardoor enorm groote lichtwisselingen zonder vervorming in evenredige stroomwisselingen kunnen worden omgezet.

De oppervlakte der lichtgevoelige laag is ongeveer 15 cm^2 , terwijl de „inwendige

¹⁾ Een eerste bericht over deze cel verscheen in R.-E. 1931 No. 48. Red.

weerstand" der cel op 0.5 à 1 megohm is te stellen.

Als regelbare hulpspanning aan de cel (batterij 6 in de figuur) is ongeveer 190 Volt noodig. Voor de versterking achter de cel komt een weerstandkoppeling het meest in aanmerking. De koppelweerstand 8 wordt voor sprekende film bijv. ongeveer 0.5 megohm genomen, terwijl voor beeldtelegrafie en televisie hogere waarden gewenscht zijn. De koppelingscondensator 9 kan 5000 à 15000 $\mu\mu\text{F}$ zijn, terwijl de lekweerstand 10 steeds minstens even groot moet worden genomen als de koppelweerstand 8. Voor grootst mogelijke versterking zijn grotere waarden te gebruiken voor de weerstanden 8 en 10.

Wanneer men de cel gebruikt in een installatie voor sprekende film, met ongeveer 190 Volt hulpspanning en een koppelweerstand van 0.5 megohm, kan men aan het rooster der eerste lamp achter de cel spanningsvariaties van ongeveer 0.5 Volt verkrijgen, een waarde, welke tot dusverre met andere cellen niet wordt bereikt. Daarbij blijft de werking goed voor frequenties tot boven 2500 Hertz.

Zeer belangrijk is het, dat men op eenvoudige wijze de door de cel afgegeven spanningen aan het rooster der 1ste versterkerlamp kan regelen door de hulpspanning 6 van de cel te wijzigen. In de figuur is deze regeling aangegeven door een potentiometer 7 over de batterij. Uit den aard der zaak kan men hiervoor elke andere regelinrichting gebruiken en zal men meestal een andere methode volgen dan een potentiometer over de geheele spanningsbron; dit is slechts geteekend om op eenvoudige wijze het beginsel der regelbaarheid aan te geven. Bij andere cellen kon men tot dusver de afgegeven spanning niet regelen op een zoo eenvoudige manier, omdat dan vervorming optrad. In het bijzonder

voor sprekende film is deze regelmethode van groote beteekenis omdat het mogelijk is, die regeling van de hulpgelijkspanning te doen geschieden in de zaal zelf, waar men geluidsvolume en kwaliteit volkomen kan beoordeelen. Bij gebruik van andere cellen moest de regeling steeds plaats vinden in de cabine, waar men de juiste instelling niet altijd goed kan beoordeelen.

De groote wisselspanningen, welke direct achter de photocel worden verkregen, maken het mogelijk, met veel geringere versterking te werken dan anders, hetgeen het voordeel heeft, dat men minder last ondervindt van inductiestoringen¹⁾. Met 2 lampen weerstandkoppeling en eindtrap heeft men voldoende voor elk vermogen. De geheele montage wordt hiermee ook eenvoudiger, omdat ook laagfrequente terugkoppelingen bij den versterker met minder lampen, minder gauw voorkomen. De gewone voorzorgen moeten genomen worden om de leidingen tusschen cel en versterker capaciteitsarm te maken, aangezien anders de hooge tonen worden geschaad. Reeds bij de eerste demonstraties van het gebruik der Patin-cel voor sprekende film bleek de kwaliteit minstens gelijk, zoo niet beter dan tot dusver bereikt kon worden.

De fabricage is in handen der firma Pressler te Leipzig, terwijl de C. Lorenz A.G. te Berlijn speciaal voor haar beeldtelegraaf toestellen voor de politie de nieuwe cel is gaan toepassen. Mogelijk zal zij ook voor televisie van belang worden.

¹⁾ In de techniek van de sprekende film onderscheidt men „versterker” en „voorversterker”. Met voorversterker bedoelt men alle lampen vóór de pickupaansluiting. Aangezien de Patin cel gelijke spanningen geeft als een pickup, kan men daarbij den geheelen „voorversterker” missen. Red.

**Een eenvoudig vervangings-
schema voor een inductief
teruggekoppelde lamp en
eenige toepassingen.**

(Verbetering.)

In het artikel van Ir. J. M. op den North in het April-nummer van Radio-Nieuws is een drukfout blijven staan.

Op blz. 40 kolom 2, regel 6 van onderen moet n.l. $\frac{rr_2}{L_2}$ vervangen worden door het omgekeerde, dus door $\frac{L_2}{rr_2}$.

Vereenigingsnieuws.

BIBLIOTHEEK.

Ranonkelstraat 23, Den Haag.

Leestijd 14 dagen.

Het gecombineerde 1e en 2e supplement 1932 op den catalogus 1929 is verschenen en wordt op aanvraag aan het **Secretariaat, Obrechtstr. 106, den Haag**, aan leden der N.V.V.R. toegezonden.

In de bibliotheek werden opgenomen:

E. P. Weber, Radio-Jaarboek 1932. 441 blz.

E. V. Appleton, Thermionic vacuum tubes and their applications, 1932, 117 blz.

D. Tector, Raad bij radio-raadsels. 4e druk, 1932, 96 blz.

M. W. H. de Gorter, Lange en korte golf. Handl. voor zelfbouwers, 1932, 112 blz.

E. Nesper, Kompendium der Funktechnik, 1931, 330 blz.

M. J. O. Strufft, Strahlung von Antennen u. d. Einfluss der Erdbodeneigenschaften, 1929, 16 blz.

—, Schwingungen in Dreielektrodenröhren mit pos. Gitter, 1930, 16 blz.

B. D. H. Tellegen, Erzwungene Schwingungen eines linearen Systems zweiter Ordnung, 1929, 18 blz.

H. Görges, Michael Faraday, 1931, 4 blz.

A. Forstmann, Ueber elektrische Schallplattenaufnahme und- wiedergabe, 1931, 9 blz.

O. van Auwers, Die magnetischen Eigenschaften des Eisens u. s. wichtigsten Legierungen, 1932, 8 blz.

Arbeidsinspectie, Voorkomen van storingen bij de radio-ontvangst, 1930, 10 blz.

L. Bergmann, Versuche mit hochfrequ., ungedämpften elektr. Schwingungen und kurzen elektr. Wellen, 1932, 87 blz.

C. W. Oatley, Wireless receivers, 1932, 103 blz.

De Radio-Centrale, Off. orgaan van den B.E.R.C.



Fa. Ch. VELTHUISEN

OPGERICHT 1891

TELEFOON 116227

**OUDE MOLSTRAAT 18
DEN HAAG.**

De **MAVOMETER** een kunstwerk der meettechniek. Prijs f 22.75 (zonder toebehooren).

Met shunts en weerstanden zijn **59** metingen mogelijk.

**LEVERING VAN
LOSSE ONDERDEELLEN.**

GECO LAMPEN

De lampen, die ook **INDERDAAD** datgene presteeren, wat men, op grond van de karakteristieken, ervan mag verwachten!

De Heer **CORVER** schreef in **Radio-Expres**:

... „Wat dat betreft, zou er veel voor te zeggen zijn als algemeen de methode werd toegepast van den fabrikant der **GECO-lampen**, die niet de uiterste waarden opgeeft maar gemeten waarden bij een veel lagere anodespanning dan de maximale en bij nul roosterspanning. Maxima zou men alleen oscillographisch kunnen bepalen wilde men niet reeds bij de meting de lamp bederven.

Opgaven als die der **GECO-lampen** daarentegen kan men zelf nameten; en dan blijken ze ook te kloppen!”

VRAAGT UITVOERIGE PROSPECTUS MET KARAKTERISTIEKEN BIJ:



**N. V. Algemeene Radio
Import Maatschappij**

Surinamestraat 15
DEN HAAG.

NIEUWE geheel herziene derde druk
KORTEGOLF-ONTVANGST

door Ir. J. J. NUMANS

PRIJS INGENAAID f 4.-, GEB. f 5.50

Alom bij den boekhandel verkrijgbaar, en tegen inzending van het bedrag, plus f 0.20 voor porto, bij den Uitgever

N. Veenstra Laan v. Meerdervoort 30, Den Haag

LORENZ

RADIO ZEND- EN

ONTVANGINSTALLATIES

VOOR ALLE VOORKOMENDE DOELEINDEN.



HYDRA

BLOKCONDENSATOREN

VOOR ALLE VOORKOMENDE DOELEINDEN.

LAAN
VAN
MEERDER-
VOORT 30

C.E.B.

TELEF.
335277
TELEGR.
„CEB HAAG”

DEN HAAG