

Tijdschrift van het Nederlands Radiogenootschap

DEEL 19 No. 4

JULI 1954

Problemen van de koppeling van het magnetron aan een golfpijp

door M. L. Toppinga en J. Schuytemaker *)

Voordracht gehouden door M. L. Toppinga voor het Nederlands Radiogenootschap op 29 April 1953.

SUMMARY

In order to determine the dimensions of the output coupling system of a magnetron, the equivalent schematic is given of the system, beginning with the magnetron and including the coupling elements up to the waveguide. From this schematic, the input admittance of the „cold” magnetron in a specific plane in the waveguide is determined, for frequencies in the neighbourhood of the so-called π -mode. The conditions for oscillation and the Rieke-diagram are also discussed. From a comparison of the theoretical treatment and results obtained from measurements with the English CV 76 magnetron, the following conclusions can be drawn:

- a) The simple theory gives a reasonable insight in the functioning of the output circuit.
- b) By working along the lines, given in this article, much time can be saved on measurements.
- c) The designer of the magnetron should clearly define in detail the output circuit to be associated with the magnetron.
- d) The method of approach should be based on the fundamental Rieke-diagram, taken in the correct reference plane.

Inleiding en korte inhoud.

Bij het ontwerp van de cm-golf generatoren, waarbij hier dan speciaal aan het magnetron is gedacht, speelt de dimensionering van het uitgangssysteem een uitermate belangrijke rol.

Teneinde hierin enig inzicht te verschaffen zal in het navolgende achtereenvolgens worden behandeld:

*) Fysisch Laboratorium RVO-TNO.

- a) Schetsmatig de opbouw van een anodeblok en een daaraan gekoppeld afneemsysteem, waartoe tevens het eerste stuk van de golfgeleider behoort, dat de energie naar de antenne (c.q. belasting) transporteert. Tevens zal het daarbij behorende vervangingsschema worden gegeven.
- b) De uitwerking van het totale vervangingsschema tot de ingangsadmittantie in een bepaald vlak in de rechthoekige golfgeleider voor het „koude” magnetron, voor frequenties in buurt van de z.g. „ π -mode”.
- c) Het opstellen van de voorwaarde voor oscillatie, met een korte beschouwing over het Rieke-diagram.
- d) Enige „warme” en „koude” metingen aan enkele CV 76 magnetrons en uitgangssystemen verricht.
- e) Samenvatting en conclusie.

a) *Anodeblok met afneemsysteem, w.o. begrepen de overgang van de coaxiale uitgang naar de rechthoekige golfgeleider. Het elektrische vervangingsschema.*

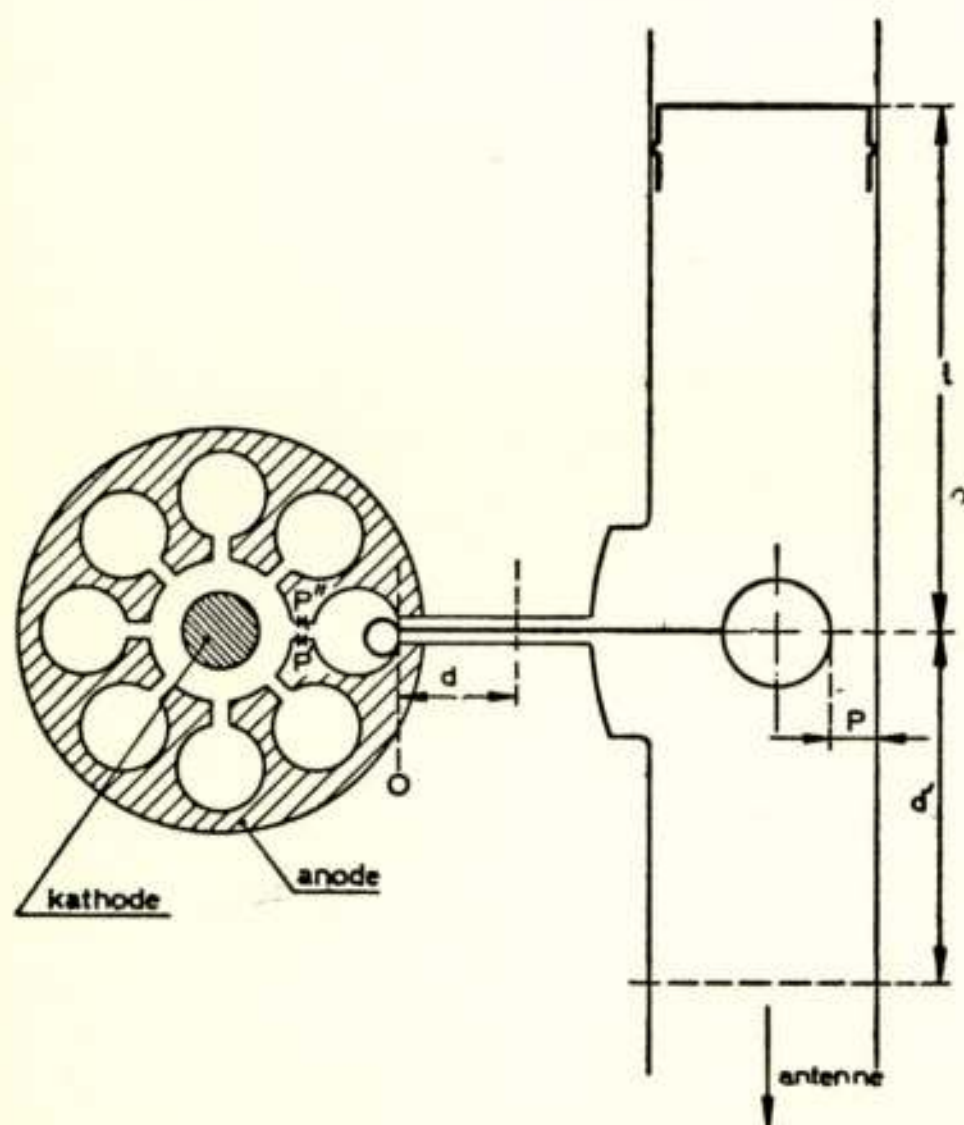


Fig. 1.

De hoogfrequent schakeling van het CV 76 magnetron met bijbehorend afneemsysteem (schematisch).

Aangezien de metingen, waarvan verderop sprake zal zijn, betrekking hebben op het Engelse CV 76 magnetron en het bijbehorende aankoppelsysteem, zal de schakeling hiervan stilzwijgend aan het navolgende ten grondslag liggen. Dit kan overigens zonder verlies aan algemeenheid.

Schematisch is de hoogfrequent schakeling als geschetst in fig. 1.

Zoals uit de schets blijkt hebben wij aan het anodeblok de nodige elementen toegevoegd om de energie op de juiste wijze af

dige elementen toegevoegd om de energie op de juiste wijze af

te voeren. Wat onder „juist” moet worden verstaan zal verderop moeten worden verduidelijkt.

Deze elementen bestaan uit een koppellus, werkend als transformatie-element met lek, en een overgang coaxiaal-golfgeleider, waarin eveneens een impedantie-transformatie plaats vindt.

Teneinde inzicht te verkrijgen in wat er, globaal gezien, geschiedt, indien de zendbuis werkt en enkele parameters van de aangekoppelde eenheden worden gewijzigd, zal allereerst het vervangingsschema van het geheel in „koude” toestand worden

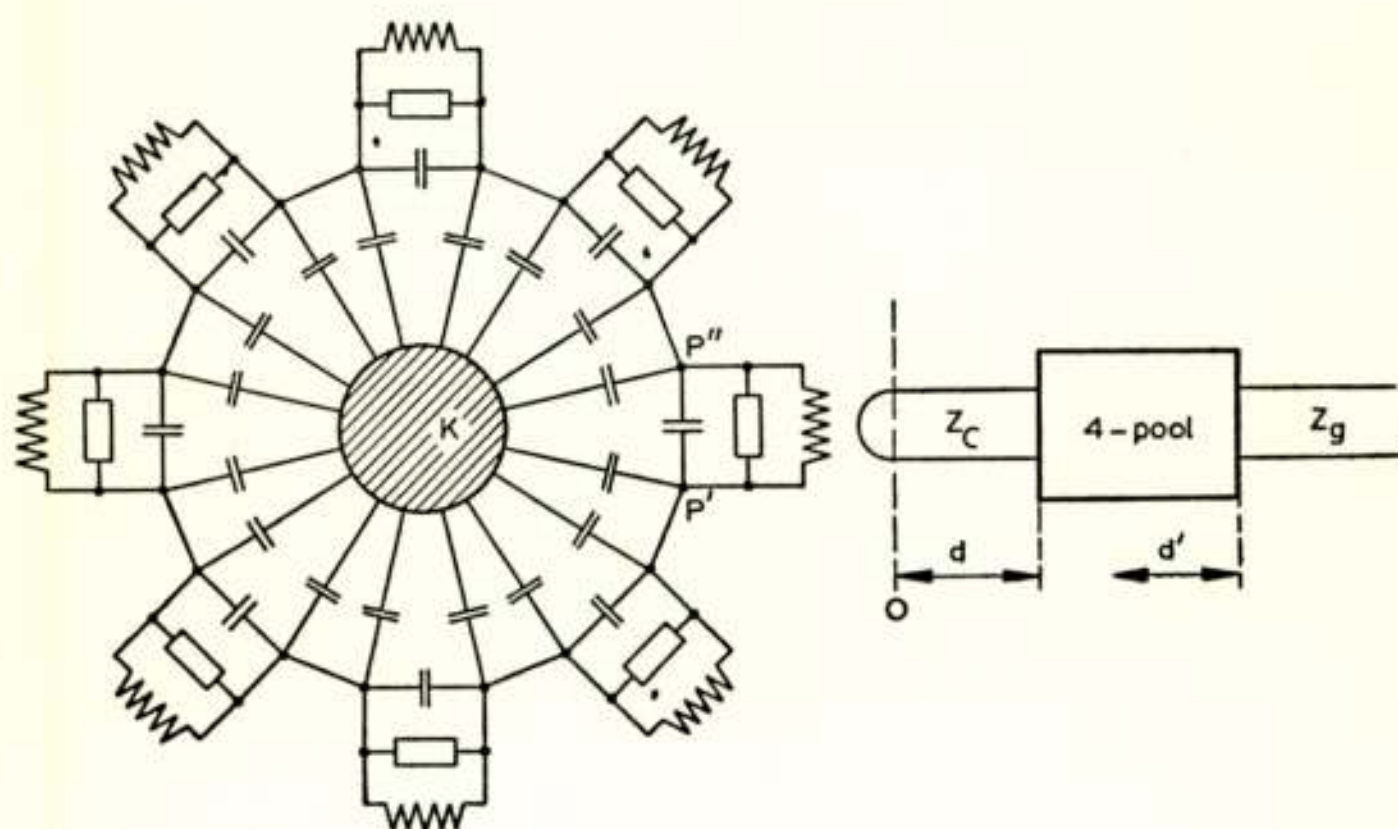


Fig. 2.

Het vervangingsschema van het CV 76 magnetron en aankoppel-elementen in koude toestand met het anodeblok oneindig lang ondersteld.

gegeven, gebruikmakend van het bekende vervangingsschema van het blok met geconcentreerde zelfinducties, capaciteiten en weerstanden. Eenvoudigheidshalve wordt het anodeblok in de de asrichting oneindig uitgebreid ondersteld.

Het vervangingsschema is in fig. 2 geschetst.

- b) *De ingangsadmittantie in een nader te kiezen referentievlaak in de rechthoekige golfgeleider voor het „koude” blok (f in de buurt van f_π).*

De bepaling van deze admittantie zal in enkele etappen plaats vinden.

De procedure van fig. 4 gaan wij nu op de belasting van de spoel L_2 van fig. 3 toepassen. Trekken we nu tevens nog de L_2 bij de ringleiding, dan hebben wij dus allereerst de ingangs-impedantie in $P'P''$ uit te rekenen van een ringleiding van 8 identieke π -secties. Deze wordt daarna met M^2/L_2^2 getransformeerd en in serie geschakeld met $L_1 - M^2/L_2$, waarmee Z_{oo} is verkregen. Fig. 5 geeft de bedoeling weer.

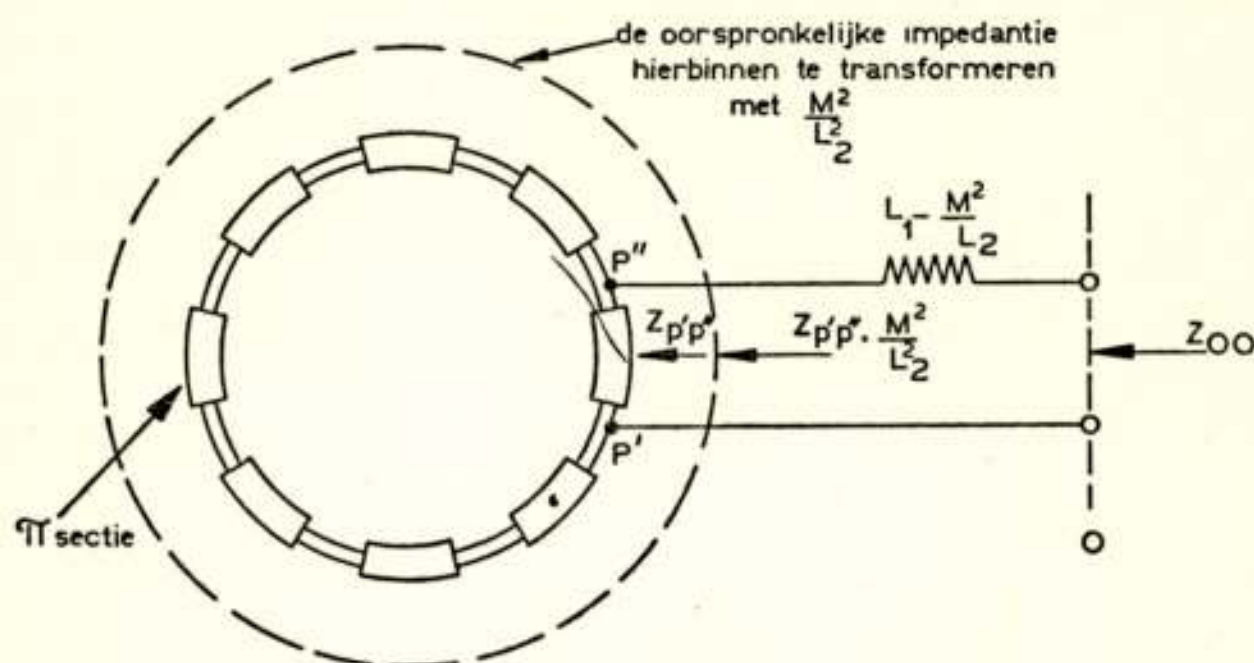


Fig. 5.

Het getransformeerde ringnet van het anodeblok, opgebouwd uit 8 identieke π -secties.

Rekenen wij $Z_{p'p''}$ uit, dan vinden wij, voor zover het vervangingsschema geldt, heel algemeen:

$$Z_{p'p''} = \frac{1}{N \cdot Y_r} \cdot \left[\frac{N \cdot \coth \frac{\gamma l}{2}}{\coth (N - 1) \frac{\gamma l}{2} + \coth \frac{\gamma l}{2}} \right] \quad (5)$$

met

$$\left. \begin{aligned} N &= \text{het totale aantal } \pi\text{-secties} \\ \coth^2 \frac{\gamma l}{2} &= \frac{4 Y_r}{j \omega C'} \end{aligned} \right\} \quad (6)$$

Voor het onderzoek van de resonantietoestanden, ook voor die van de „ π -mode”, kan hiermede verder gewerkt worden. Onder „ π -mode” verstaat men die trilwijze van het systeem, waarbij het faseverschil tussen de opeenvolgende anodesegmenten telkens π radialen bedraagt.

We zien nu uit (6) dat $\coth^2 \frac{\gamma l}{2}$ reëel is voor het geval dat

de verliezen te verwaarlozen zijn, dus R_p weggelaten kan worden. Voor de „ π -mode” gaat dan de vorm tussen [] van de formule (5) voor resonantie over in 1, zodat

$$Z_{p,p''} = \frac{1}{8 Y_r}, \text{ met } Y_r = 0. \quad (7)$$

Deze uitdrukking geldt exact voor de resonantiefrequentie f_0 , en met goede benadering voor de onmiddellijke omgeving van f_0 , waarbij dus $\coth^2 \frac{\gamma l}{2} \ll 1$.

In werkelijkheid zijn de verliezen, hoewel gering, niet te verwaarlozen. Het gedrag van $Z_{p,p''}$ als functie van de frequentie wordt nu veel ingewikkelder, omdat $\coth^2 \frac{\gamma l}{2}$ in dit geval een complexe grootte is. Bovendien moet de beperkte geldigheid van het vervangingsschema niet uit het oog worden verloren.

We zullen ons daarom nu verder losmaken van een nadere discussie van de afgeleide formules en stellen dat in werkelijkheid voor het geval van verdeelde constanten en eindige verliezen $Z_{p,p''}$ in de buurt van de „ π -mode” mag worden voorgesteld door bovenvermelde formule (7), een effectieve parallelschakeling dus van alle resonatoren. De reden, waarom bij deze kwestie vrij uitgebreid is stilgestaan, is dat, wanneer zo meteen het magnetron als zendbuis wordt gezien, wij moeten weten hoe de uit de veldentheorie verkregen elektronische admittanties tussen de „polen” in het vervangingsschema moeten worden ingepast.

Samenvattend kunnen wij dus constateren dat in eerste benadering voor de π -mode:

$$Z_{\infty} \approx j \omega L_s + M^2/L_2^2 \cdot 1/8 \frac{R_p}{1 + j v Q_0} \quad (8)$$

indien

$$L_1 - M^2/L_2 = L_s \quad (9)$$

Het volgende punt is de invoering van een geschikt gekozen vlak d en de bepaling van de daar aanwezige ingangsimpedantie (zie fig. 1). Alvorens tot dit punt over te gaan moet de uitdrukking (8) worden gereduceerd op de karakteristieke impedantie van het coaxiale systeem Z_c . Wij vinden dan:

$$\frac{Z_{\infty}}{Z_c} = z_0 = j \omega l + \frac{k}{\frac{1}{Q_0} + j v} \quad (10)$$

waardoor

$$\left. \begin{aligned} j \omega l &= j \omega L_s / Z_c \\ \text{en} \quad k &= 1/8 M^2 / L_2^2 \cdot \frac{R_p}{Q_o Z_c} \end{aligned} \right\} \quad (11)$$

De ingangsimpedantie in d kan nu worden geschreven als:

$$z_d = \frac{z_o + j \operatorname{tg} 2\pi d/\lambda}{1 + j z_o \operatorname{tg} 2\pi d/\lambda} \quad (12)$$

met gebruikmaking van de normale lange leiding impedantie-transformatie.

Kiezen wij nu d zodanig, dat

$$0 = j \omega l + j \operatorname{tg} 2\pi d/\lambda, \quad (13)$$

hetgeen wil zeggen, dat d zodanig is gekozen, dat bij ontstemd magnetron in het gewenste frequentiebereik, d het kortsluitvlak op de coaxiale geleider karakteriseert, dan volgt uit de substitutie van (13) en (10) in (12) dat

$$z_d = \frac{k / 1 + \omega^2 l^2}{\frac{1}{Q_o} + j \left(\frac{\omega}{\omega_o} - \frac{\omega_o}{\omega} - \frac{k \omega l}{1 + \omega^2 l^2} \right)} \quad (14)$$

Hiervoor kan meestal met voldoende benadering worden geschreven:

$$z_d = \frac{k / 1 + \omega^2 l^2}{\frac{1}{Q_o} + j \left(\frac{\omega}{\omega_r} - \frac{\omega_r}{\omega} \right)} \quad (15)$$

met

$$\omega_r - \omega_o \approx \frac{k \omega_o l}{1 + \omega_o^2 l^2} \frac{\omega_o}{2} \quad (16)$$

Het laatste punt is de verwerking van de algemene 4-pool gevormd door de overgang coaxiaal systeem-golfgeleider, waarbij wederom de keuze van een geschikt referentievlak d' een belangrijke rol speelt (zie fig. 1).

Men kan aantonen, dat bij zodanige keuze van d' , dat bij aanbrengen van een kortsluiting in d , d' het corresponderende kortsluitvlak in de golfgeleider is:

$$y'_{d'} = A(\omega) y_d + j B(\omega) \quad (17)$$

met $A(\omega)$ en $B(\omega)$ reëel voor een verliesloze overgang.

De admittantie $y'_{d'}$ is gereduceerd op de karakteristieke admittantie van de golfpijp en y_d op die van het andere systeem.

Substitueren wij nu in (17) de uitdrukking (14), dan vinden wij:

$$y'_{d'} = \frac{\frac{1}{Q_0} + j \left(\frac{\omega}{\omega_0} - \frac{\omega_0}{\omega} - \frac{k \omega l}{1 + \omega^2 l^2} + \frac{B(\omega)}{A(\omega)} \cdot \frac{k}{1 + \omega^2 l^2} \right)}{\frac{k}{1 + \omega^2 l^2} \cdot \frac{1}{A(\omega)}} \quad (18)$$

waarmede de gevraagde uitdrukking is verkregen.

Wij kunnen onder zekere kleinheidsrestricties wederom de uitdrukking (18) nog iets modificeren en in een bekender vorm brengen:

$$y'_{d'} \approx \frac{\frac{1}{Q_0} + j \left(\frac{\omega}{\omega_r'} - \frac{\omega_r'}{\omega} \right)}{\frac{k}{1 + \omega^2 l^2} \cdot \frac{1}{A(\omega)}} \quad (19)$$

met

$$\omega_r' - \omega_r \approx - \frac{B(\omega)}{A(\omega)} \cdot \frac{k}{1 + \omega_r^2 l^2} \cdot \frac{\omega_r}{2} \quad (20)$$

De *conclusie* van al deze berekeningen is nu, dat onder zekere restricties van verwaarloosbaarheid, waaraan practisch steeds is voldaan, en bij voldoende constant zijn van de $A(\omega)$ en $B(\omega)$ als functie van ω in het gewenste ω -traject, de admittantie in het variabele vlak d' een normaal parallel-resonantie-karakter vertoont. Op het Smith-diagram moet dit dus een cirkel opleveren.

c) *Het opstellen van de voorwaarden van oscillatie.
Het Rieke diagram.*

In dit hoofdstuk zal de voorwaarde voor oscillatie voor een werkend magnetron worden besproken.

Hierbij zullen wij gemakshalve deze voorwaarde opstellen voor het vlak d in het coaxiale systeem (zie fig. 1). Wij sluiten nu de golfgeleider, die de energie naar de belasting transporteert, in d' af met een volkomen willekeurige admittantie $y'_{d'}$. De pijl geeft aan, dat wij bij deze admittantie in een richting \rightarrow zien van het magnetron af.

Schrijven wij nu (17) nog eens op, echter nu voorzien van pijlrichtingen, dan vinden wij:

$$\underset{\leftarrow}{y'}_{d'} = A(\omega) \cdot \underset{\leftarrow}{y}_d + j B(\omega) \quad (17)$$

en met omkering van pijl, met invoering van $\underset{\rightarrow}{y}'_b$ en naar buiten ziend in vlak d' :

$$\underset{\rightarrow}{y}_d = j \frac{B(\omega)}{A(\omega)} + \frac{\underset{\rightarrow}{y}'_b}{A(\omega)} \quad (21)$$

Voor oscillatie moet gelden, dat in vlak d aan de voorwaarde moet zijn voldaan dat

$$\underset{\leftarrow}{z}_d + \underset{\rightarrow}{z}_d = 0 \quad (22)$$

of

$$\underset{\rightarrow}{y}_d + \underset{\leftarrow}{y}_d = 0 \quad (23)$$

Aangezien $\underset{\rightarrow}{y}_d$ bekend is (21), zal nu aandacht moeten worden besteed aan $\underset{\leftarrow}{y}_d$ onder inachtnaam van de aanwezigheid van electronen. We gaan daartoe terug naar (10) en schrijven daarvoor heel algemeen:

$$\underset{\leftarrow}{z}_o = j \omega l + \underset{\leftarrow}{z} \quad (24)$$

In $\underset{\leftarrow}{z}$ is, behalve de invloed van het anodeblok, eveneens het electronenspel begrepen, met de noodzakelijke reducties.

Toepassing van de vergelijkingen (12) en (13) en substitutie van (24) geeft:

$$\underset{\leftarrow}{y}_d = (1 + \omega^2 l^2) \underset{\leftarrow}{y} - j \omega l \quad (25)$$

Schrijven wij nu voor:

$$\underset{\leftarrow}{y} = \frac{\frac{1}{Q_o} + j \left(\frac{\omega}{\omega_o} - \frac{\omega_o}{\omega} \right)}{k} + Re_{\leftarrow}(y_e) + Im_{\leftarrow}(y_e) \quad (26)$$

waarbij de laatste twee termen slaan op de in rekening gebrachte electronen, dan geeft substitutie van (26) in (25) met (23) en (21) als voorwaarde van genereren voor het reële deel:

$$(1 + \omega^2 l^2) Re_{\leftarrow}(y_e) + \frac{1}{A(\omega) \cdot \frac{Q_o k}{1 + \omega^2 l^2} \frac{1}{A(\omega)}} + Re_{\rightarrow} \left(\frac{\underset{\rightarrow}{y}'_b}{A(\omega)} \right) = 0 \quad (27)$$

en voor het imaginaire deel:

$$\begin{aligned}
 (1 + \omega^2 l^2) \underset{\leftarrow}{Im}(y_e) + \frac{\frac{\omega}{\omega_0} - \frac{\omega_0}{\omega} - \frac{k \omega l}{1 + \omega^2 l^2} + \frac{B(\omega)}{A(\omega)} \cdot \frac{k}{1 + \omega^2 l^2}}{A(\omega) \cdot \frac{k}{1 + \omega^2 l^2} \cdot \frac{1}{A(\omega)}} + \\
 + \underset{\rightarrow}{Im}\left(\frac{y'_b}{A(\omega)}\right) = 0
 \end{aligned} \tag{28}$$

Nu de voorwaarde voor oscillatie is gevonden, zal een nadere discussie van het verkregen resultaat noodzakelijk zijn.

Welke zijn nu de conclusies van (27) en (28)?

Realiseren wij ons nog allereerst, dat alle belastingen in het variabele vlak d' werden aangebracht. Wij interesseren ons nu voor de volgende vraag: hoe veranderen vermogen en frequentie bij vast ingestelde voedingscondities als functie van de belasting $\underset{\rightarrow}{y'_b}$?

Het is een gegeven experimenteel feit, dat bij niet te grote variaties een lineaire relatie mag worden aangenomen tussen de veranderingen van $\underset{\leftarrow}{Im}(y_e)$ en $\underset{\leftarrow}{Re}(y_e)$, volgens:

$$\Delta \underset{\leftarrow}{Im}(y_e) = \operatorname{tg} \alpha \Delta \underset{\leftarrow}{Re}(y_e) \tag{29}$$

met $\operatorname{tg} \alpha$ als een in eerste benadering aangenomen constante. Schrijven wij nu (27) en (28) nog iets anders, dan krijgen wij:

$$\underset{\leftarrow}{Re}(y_e) + \frac{1}{Q_0 k} + \frac{\underset{\rightarrow}{Re}(y'_b)}{A(\omega) \cdot (1 + \omega^2 l^2)} = 0 \tag{30}$$

en

$$\begin{aligned}
 \underset{\leftarrow}{Im}(y_e) + \frac{\frac{\omega}{\omega_0} - \frac{\omega_0}{\omega} - \frac{k \omega l}{1 + \omega^2 l^2} + \frac{B(\omega)}{A(\omega)} \cdot \frac{k}{1 + \omega^2 l^2}}{k} + \\
 + \frac{\underset{\rightarrow}{Im}(y'_b)}{A(\omega) \cdot (1 + \omega^2 l^2)} = 0
 \end{aligned} \tag{31}$$

Onderstellen wij nu dat wij bij variatie in $\underset{\rightarrow}{y'_b}$ de veranderingen in $A(\omega) \cdot (1 + \omega^2 l^2)$ mogen verwaarlozen, dan wil een verandering van $\underset{\rightarrow}{y'_b}$:

1e zodanig dat $\underset{\rightarrow}{Re}(y'_b) = \text{constant}$, zeggen dat volgens (30) tevens $\underset{\leftarrow}{Re}(y_e)$ constant moet blijven. Op grond van (29) blijft tevens

de gevonden formules blijkt dat bij bijv. een magnetronoscillator, de buis zelf en het uitgangssysteem samen uitmaken hoe de totaalschakeling zich in de praktijk zal gedragen.

Bij het ontwerp van deze zendbuizen is het dus van het grootste belang in het laboratorium reeds het complete geheel in zijn werking te overzien. Daartoe zullen de „koude” en de „warme” metingen hand in hand moeten gaan, dus resp. metingen aan het magnetron als passief element (trilholte) en als generator.

d) *Enige warme en koude metingen aan enkele CV 76 magnetrons en bijbehorende uitgangssystemen verricht.*

Zien wij nog eens naar de fig. 1.

Een van de metingen, die men meestal aan het warme CV 76 magnetron verricht, is dat men onder zekere standaardcondities van voeding opneemt:

- 1) het vermogen, dat in een lopende belasting wordt afgegeven;
- 2) de tegelijk afgegeven frequentie.

Beide grootheden als functie van de zuigerstand l .

Uit een grote collectie aldus ontstane gegevens volgen hier twee voorbeelden:

één stel curven van een z.g. geselecteerd goed magnetron (fig. 7) idem van een geselecteerd slechte buis (fig. 8).

Wij zullen nu trachten aan de hand van (30) en (31) duidelijk te maken wat deze meting in formule uitgedrukt nu eigen-

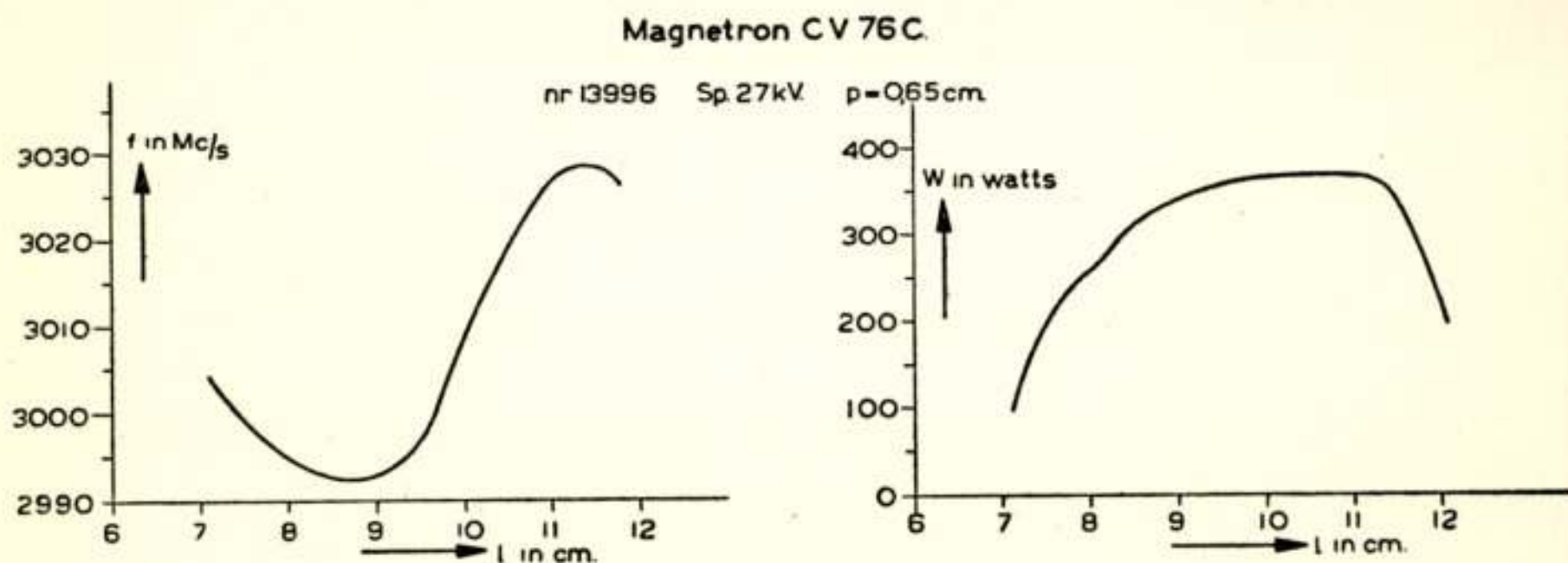


Fig. 7a.

Gegenereerde frequentie van het goede magnetron als functie van de zuigerstand l bij aangepaste belasting (lage montering).

Fig. 7b.

Gegenereerd gemiddeld vermogen van het goede magnetron als functie van l bij aangepaste belasting (lage montering).

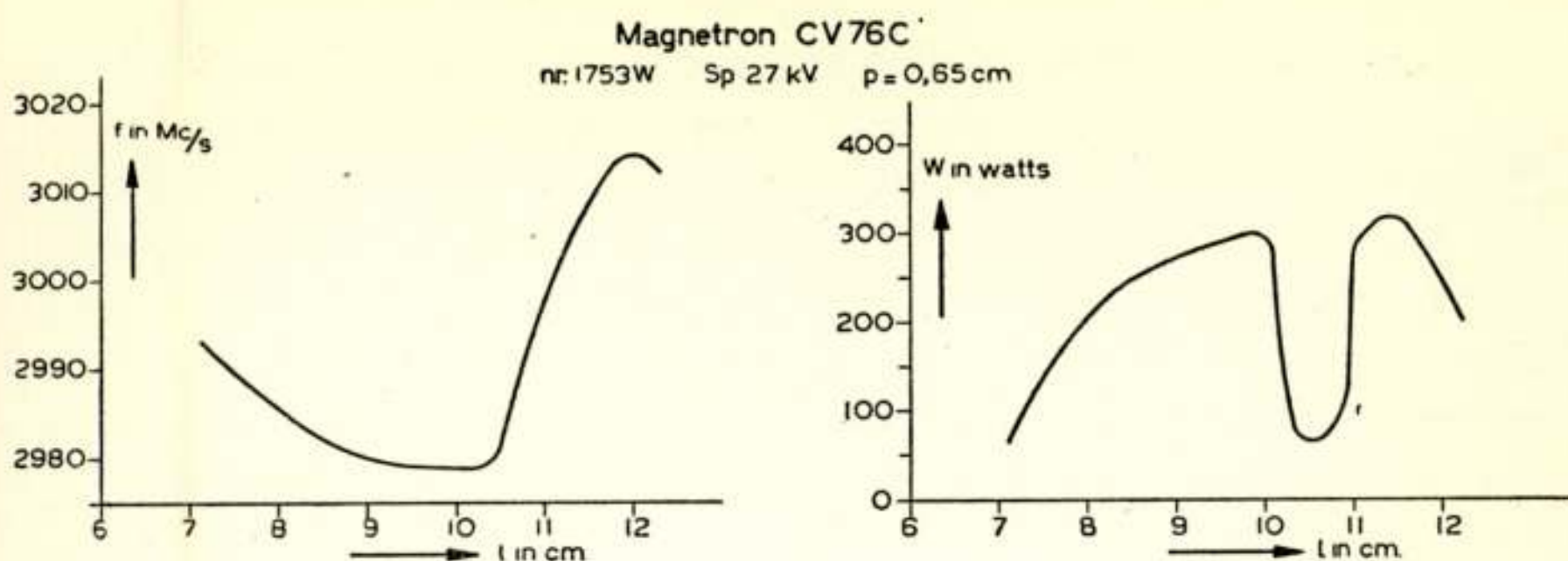


Fig. 8a.

Gegenereerde frequentie van het slechte magnetron als functie van de zuigerstand l bij aangepaste belasting (lage montering).

Fig. 8b.

Gegenereerd gemiddeld vermogen van het slechte magnetron als functie van l bij aangepaste belasting (lage montering).

lijk betekent en daarna trachten of quantitatief theorie en praktisch redelijk tot dekking zijn te brengen.

Voor de gememoreerde condities gaan (30) en (31) over in het volgende:

$$Re(y_e) + \frac{1}{Q_0 k} + \frac{1}{A(\omega)(1 + \omega^2 l^2)} = 0 \quad (32)$$

en

$$Im(y_e) + \frac{\frac{\omega}{\omega_0} - \frac{\omega_0}{\omega} - \frac{k \omega l}{1 + \omega^2 l^2} + \frac{B(\omega)}{A(\omega)}, \frac{k}{1 + \omega^2 l^2}}{k} = 0 \quad (33)$$

Wij moeten er nu wel op letten dat bij verplaatsing van de zuiger l de geometrische begrenzingen van de vierpool veranderen.

Alvorens de vergelijkingen (32) en (33) nu nader te bezien, zullen wij eerst aandacht moeten besteden aan de gemeten grootheden $A(\omega)$, $B(\omega)$ en $\frac{B(\omega)}{A(\omega)}$ met de l als parameter.

De belangrijkste mechanische maten zijn in de grafiek ingetekend. Zie fig. 9, 10 en 11.

Zoals uit de meetgegevens blijkt, zijn deze grootheden sterk frequentie-afhankelijk. Dit werd reeds op grond van andere waarnemingen vermoed, reden ook waarom het onderhavige probleem in het verleden wat meer diepgaand is bezien.

Richten wij onze aandacht nu *eerst* op het frequentieverloop en wel in warme toestand en gemeten in koude toestand, beide

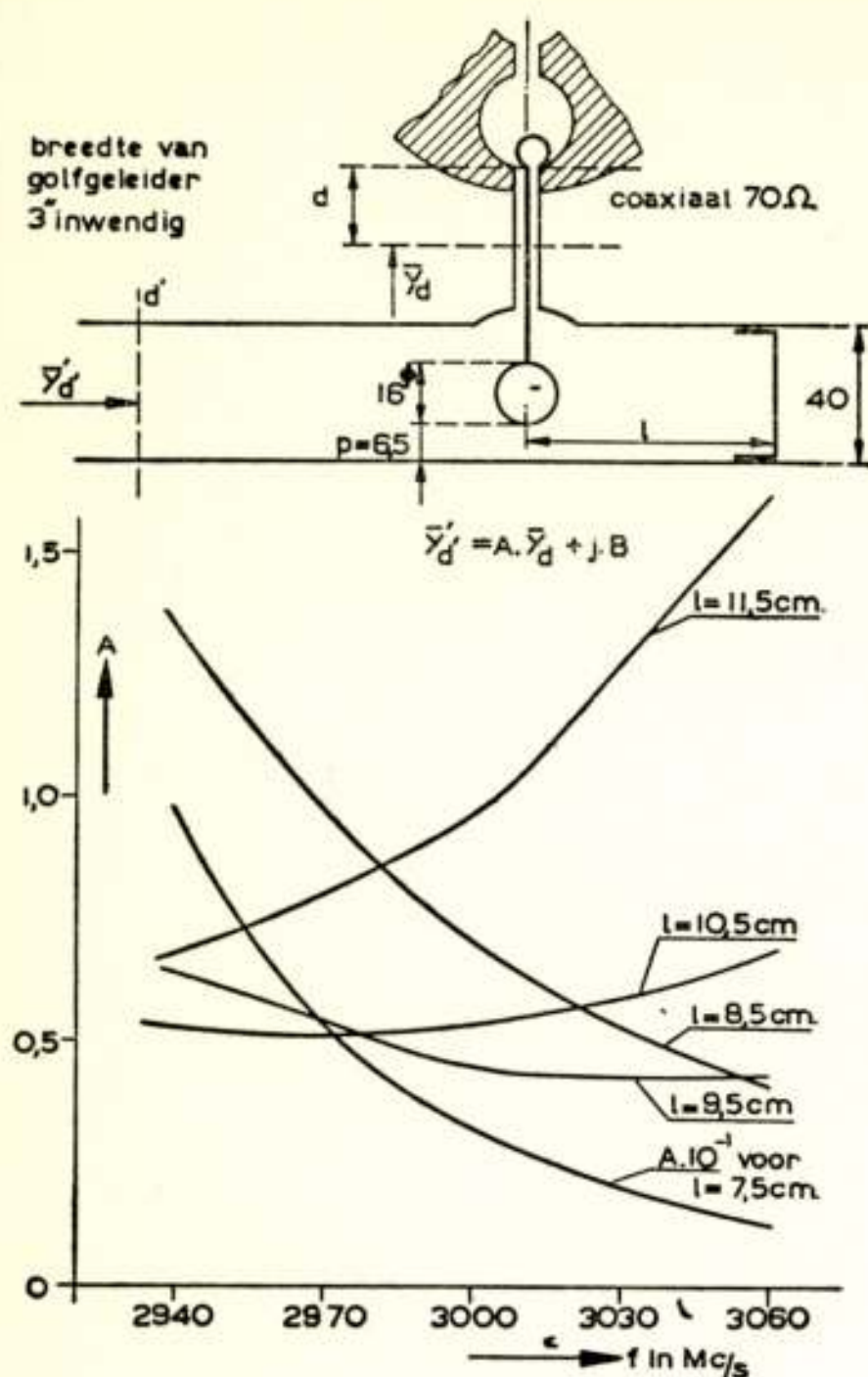


Fig. 9.

A vs f met l als parameter voor lage montering (40 mm) gemeten met „proefantenne II”.

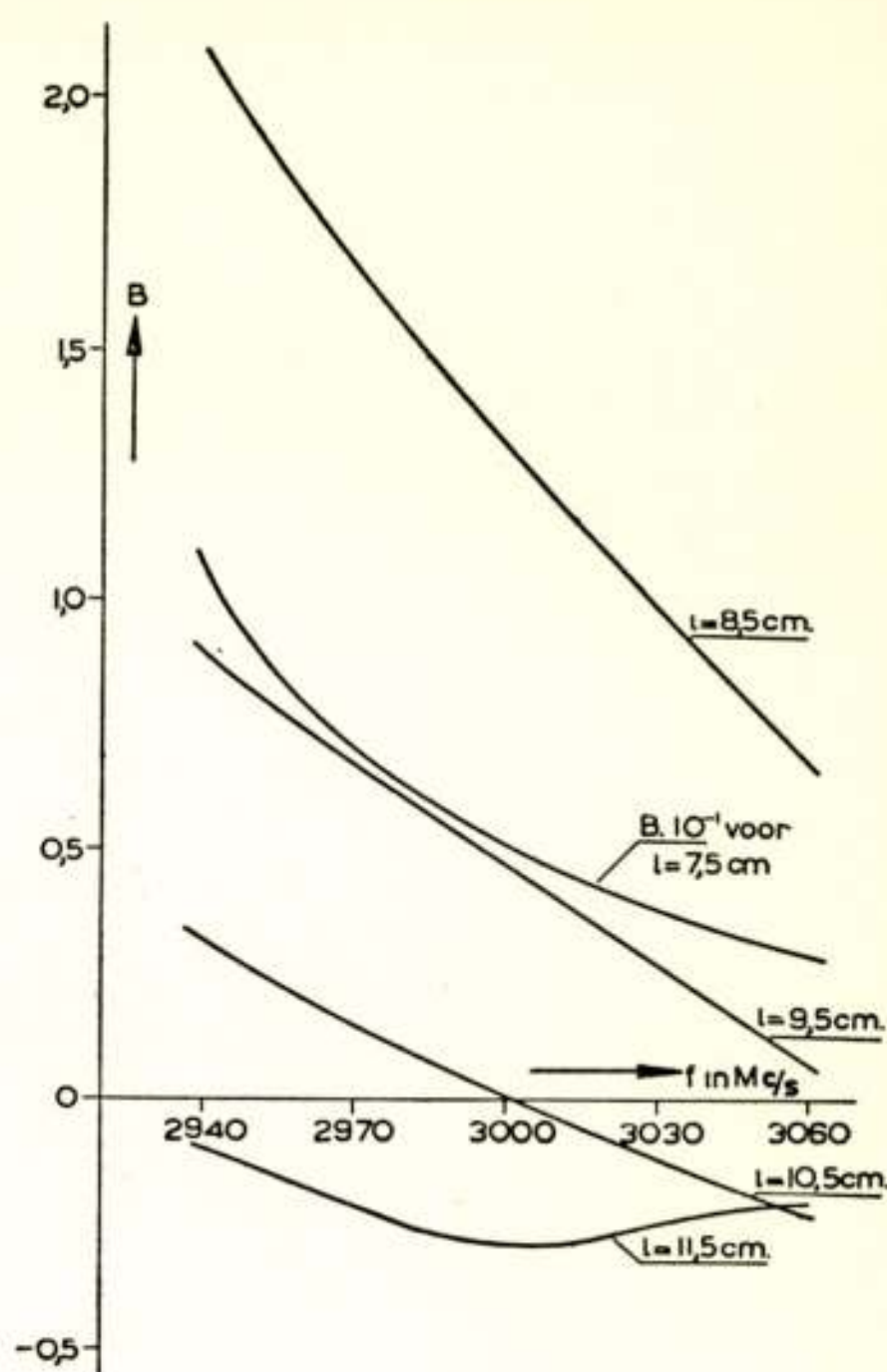


Fig. 10.

B vs f met l als parameter voor lage montering (40 mm), gemeten met „proefantenne II”.

metingen verricht aan het „goede” magnetron CV 76 C/13996 (fig. 7) in de eerder gememoreerde montering. De beide curven zijn in fig. 12 weergegeven (men lette op de verschillende frequentie-assen!). Hetgeen meteen opvalt is het in hoge mate parallel lopen van beide curven. Het spreekt vanzelf dat hierdoor gegevens betreffende de $Im(y_e)$ zijn te verkrijgen. Hierover later meer.

We zullen nu trachten aan de hand van allerlei koude metingen het koude verloop te voorspellen, waarmee het warme verloop op grond van de evenwijdige verschuiving dan eveneens praktisch vastligt.

De koude metingen zijn voorzien van een index k , de warme met een index w .

De vergelijking, waaruit de koude resonantiefrequentie moet volgen, luidt (uit 33):

$$\frac{\omega_k}{\omega_o} - \frac{\omega_o}{\omega_k} - \frac{k \omega_k l}{1 + \omega_k^2 l^2} + \frac{B(\omega_k)}{A(\omega_k)} \cdot \frac{k}{1 + \omega_k^2 l^2} = 0 \quad (34)$$

Gezien de geringe invloed van de verandering van ω_k t.o.v. ω_o neemt (34) de volgende eenvoudige vorm aan:

$$\frac{2 \Delta_k \omega}{\omega_o} \cong \frac{k \omega_o l}{1 + \omega_o^2 l^2} - \frac{B(\omega_k)}{A(\omega_k)} \cdot \frac{k}{1 + \omega_o^2 l^2} \quad (35)$$

waarbij $\frac{B(\omega_k)}{A(\omega_k)}$ uit de grafiek 11 wordt genomen, met de werkelijke „koude” resonantiefrequenties ingevuld.

Uit coaxiale metingen is nu bekend dat:

$$\begin{aligned} \omega_o &= 2\pi \cdot 2985 \cdot 10^6 \text{ rad/sec} \\ \omega_o l &= 2,53 \\ k &= 0,145 \\ Q_o &= 1264 \end{aligned} \quad (36)$$

Met deze gegevens kan dus de theoretische „koude” curve worden geconstrueerd.

De overeenstemming lijkt redelijk, gezien de benaderingen, de meetonnauw-

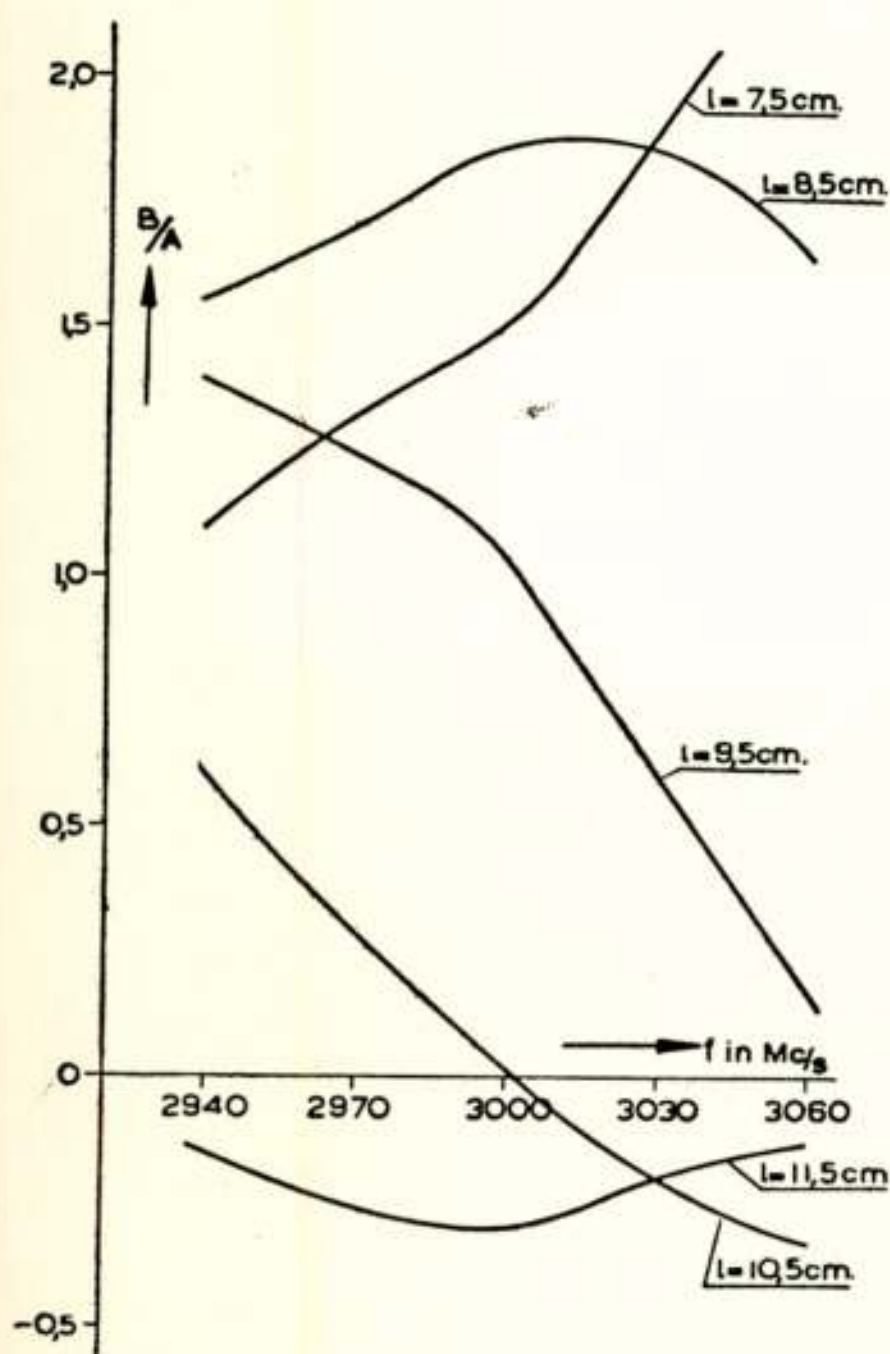


Fig. 11.

B/A vs f met l als parameter voor lage montering (40 mm), gemeten met „proefantenne II”.

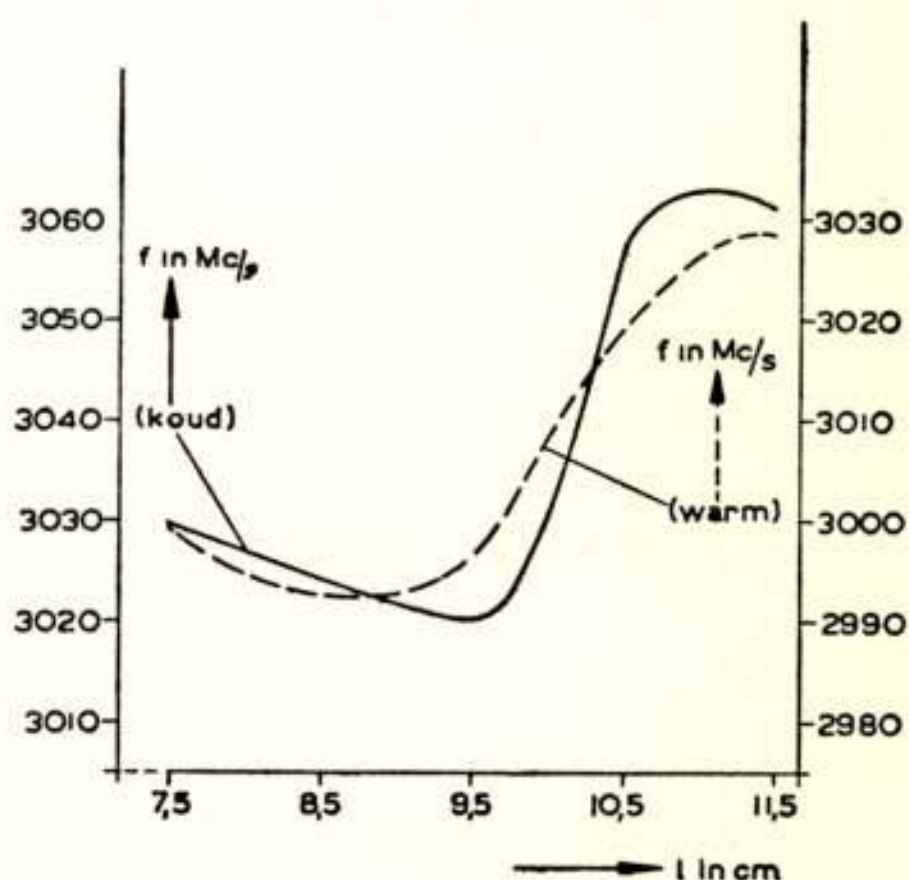


Fig. 12.

De frequenties f_{koud} en f_{warm} als functie van l van het goede magnetron in de lage montering.

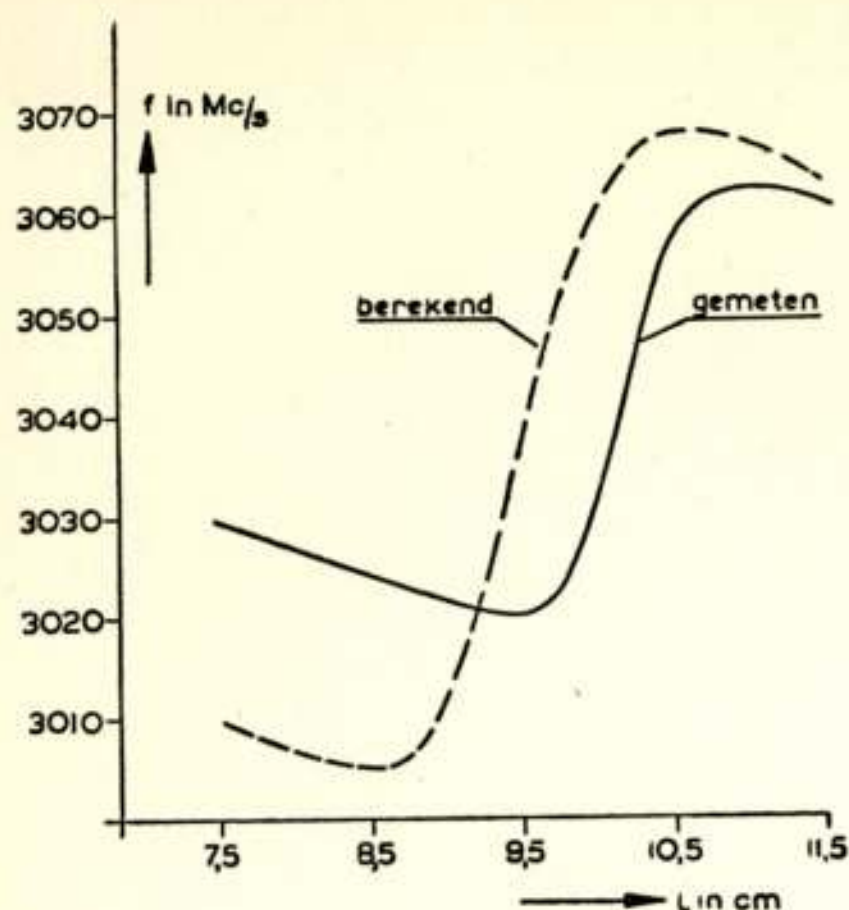


Fig. 13.

f_{koud} , gemeten en berekend als functie van l in de lage montering.

keurigheden en het feit dat zeker een drietal jaren verloop tussen de warme metingen en de uiteindelijke nauwkeurige koude metingen.

Enkele gegevens betreffende $Im(y_e)$.

Gezien de zinsneden op het einde van de laatste paragraaf worden de te geven numerieke gegevens onder het nodige voorbehoud gememoreerd.

Van de vergelijking (33), voorzien van de index w ,

wordt de vergelijking (34) afgetrokken. Het verkregen resultaat wordt geschreven als:

$$k Im(y_e) \approx \frac{2\delta}{f_0} + \Delta \left\{ \frac{B(\omega)_w}{A(\omega)_w} \right\} \cdot \frac{k}{1 + \omega_0^2 l^2} \quad (37)$$

met de gebruikelijke benaderingen op grond van (36).

Verder geldt:

$$\left. \begin{aligned} \frac{B(\omega)_k}{A(\omega)_k} &= \frac{B(\omega)_w}{A(\omega)_w} + \Delta \left\{ \frac{B(\omega)_w}{A(\omega)_w} \right\} \quad \text{en} \\ f_k &= f_w + \delta \end{aligned} \right\} \quad (38)$$

Invullen van de gemeten grootheden resulteert tenslotte in fig. 14 met uitgezet

$$- Im(y_e) \text{ vs } l$$

Het vermogen.

Teneinde te kunnen inzien dat de verkregen vermogenscurve (fig. 7) inderdaad plausibel is, gaan wij nog eens terug naar (32) en rekenen $Re(y_e)$ uit als functie van de zuigerstand l . Wij vinden dan, met gebruikmaking van de reeds gevonden gegevens, de curve fig. 15, onder aanname dat de afwijking van

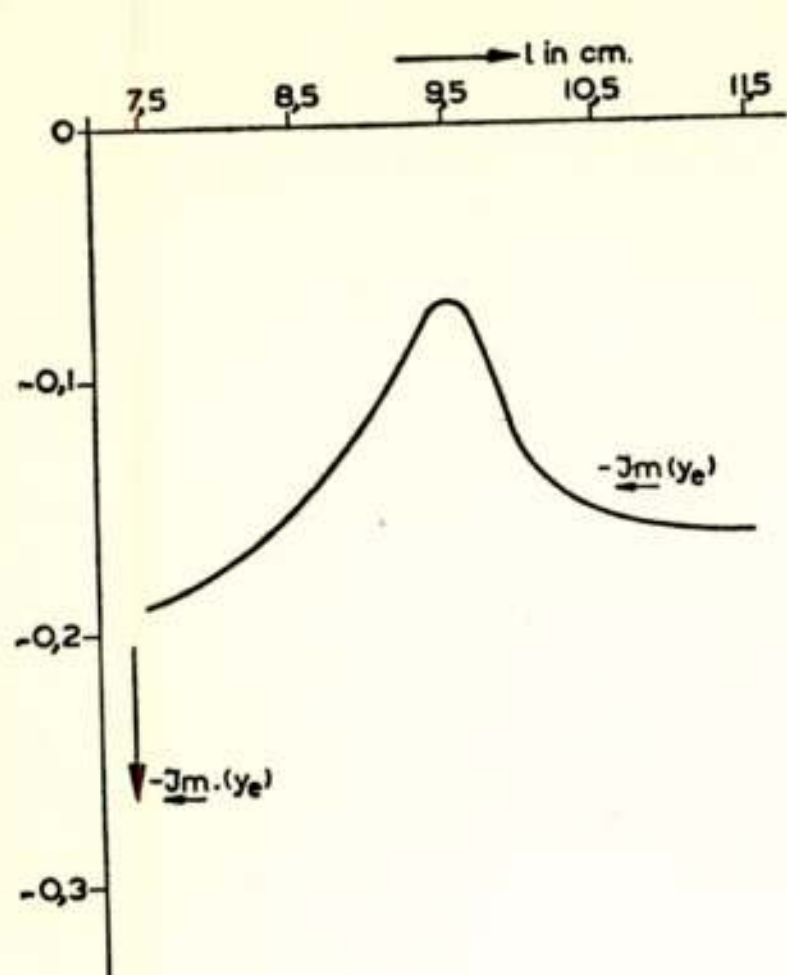


Fig. 14.

— $\text{Im}(y_e)$ vs l voor het goede magnetron in de lage montering.

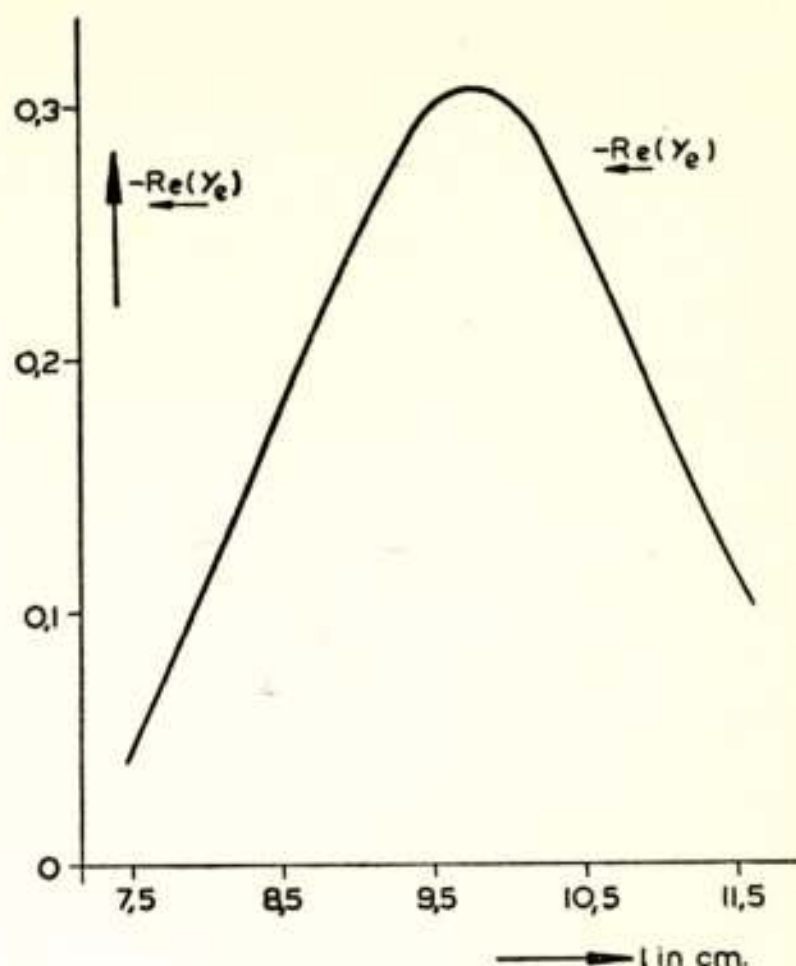


Fig. 15.

— $\text{Re}(y_e)$ vs l voor het goede magnetron in de lage montering.

ω_w van ω_o in $(1 + \omega^2 l^2)$ mag worden verwaarloosd.

Het door het magnetron afgegeven vermogen wordt nu, evenals bij de beschouwingen bij het „Rieke” diagram, evenredig gesteld met

$$\text{Re}(y_e) \cdot |\tilde{v}|^2$$

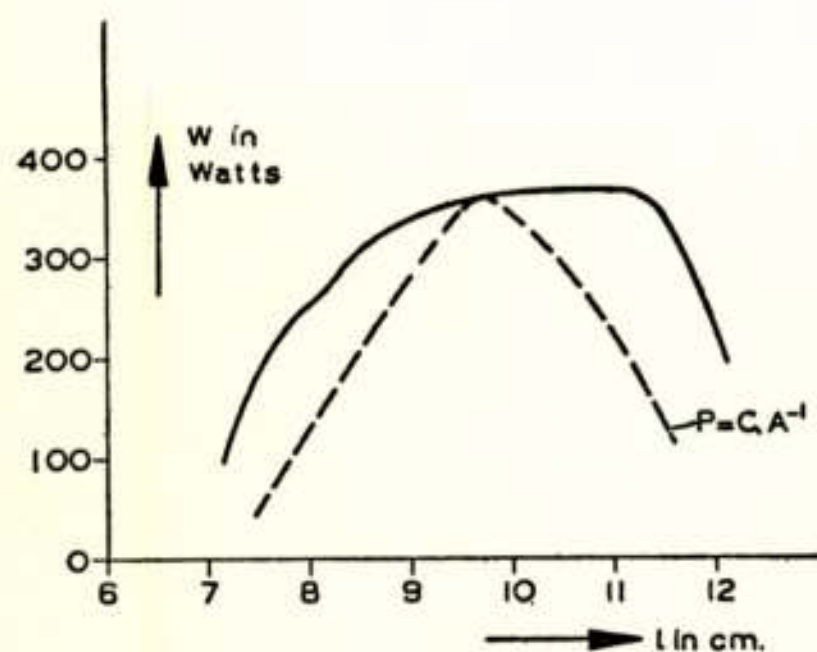


Fig. 16.

Vergelijking van gemeten en berekend gemiddeld vermogen van het goede magnetron als functie van l in de lage montering (bij berekening is $|\tilde{v}|$ constant genomen).

waarin wij in eerste instantie $|\tilde{v}|$ constant stellen en onafhankelijk van de instelling van het werkpunt, dat vanzelfsprekend telkens anders is tengevolge van de belastingsvariatie. Hierover zo meteen nog een nader exposé.

Normeren wij nu het maximum van deze curve op het, bij dezelfde l , gegenereerde vermogen, dan vinden wij de fig. 16, waarin, vanwege de toegestane verwaarlozingen, eigenlijk is uitgezet:

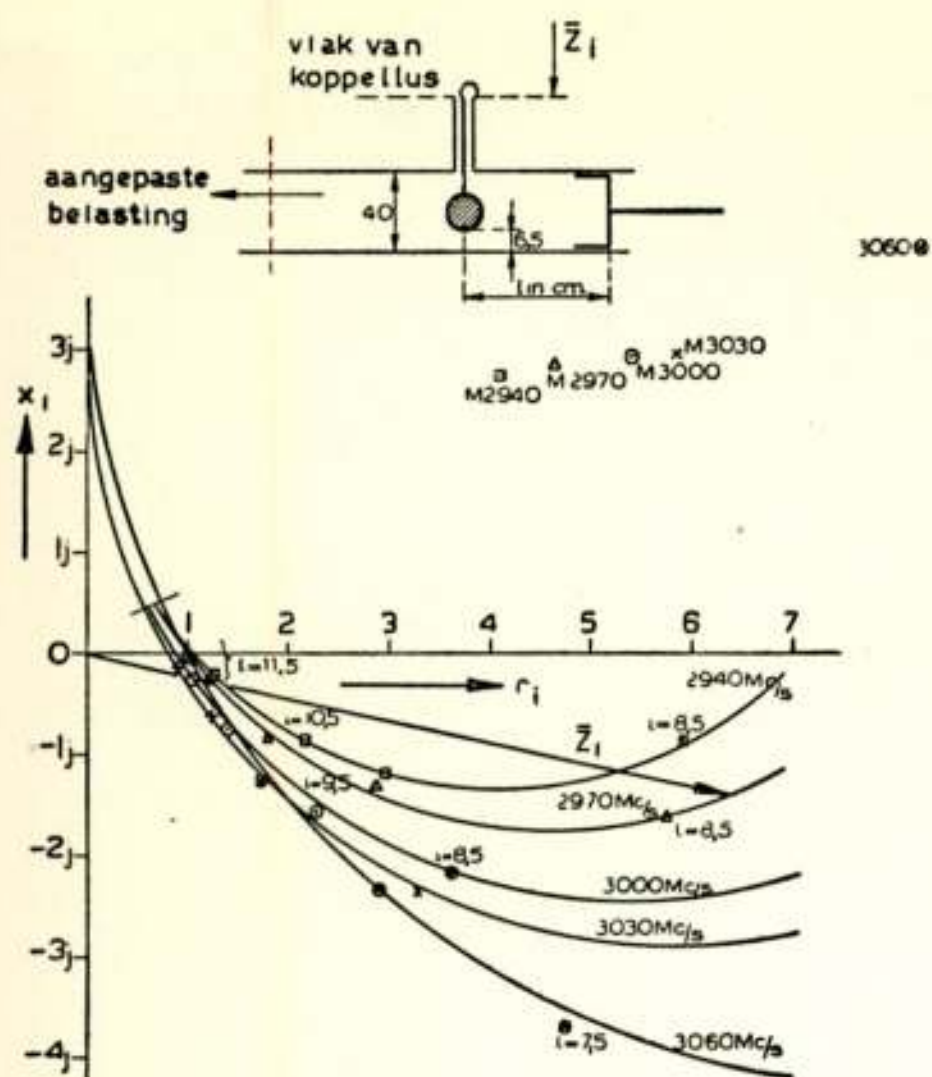


Fig. 18.

De op 70Ω gereduceerde lusimpedantie $z_i = r_i + jx_i$ als functie van l met f als parameter, gemeten met „proefantenne I” in de lage montering.

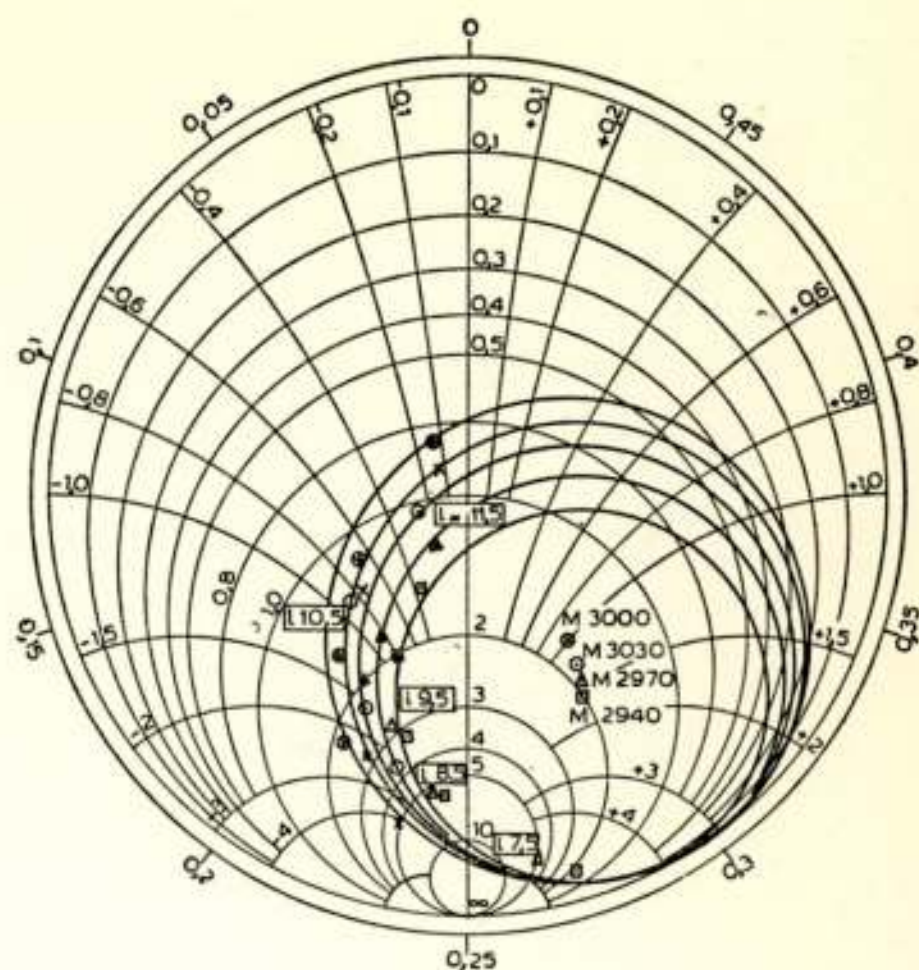


Fig. 19.

De op 70Ω gereduceerde lusimpedantie $z_i = r_i + jx_i$ als functie van l met f als parameter, gemeten met „proefantenne I” in de lage montering (als in fig. 18, doch nu in het Smith-diagram).

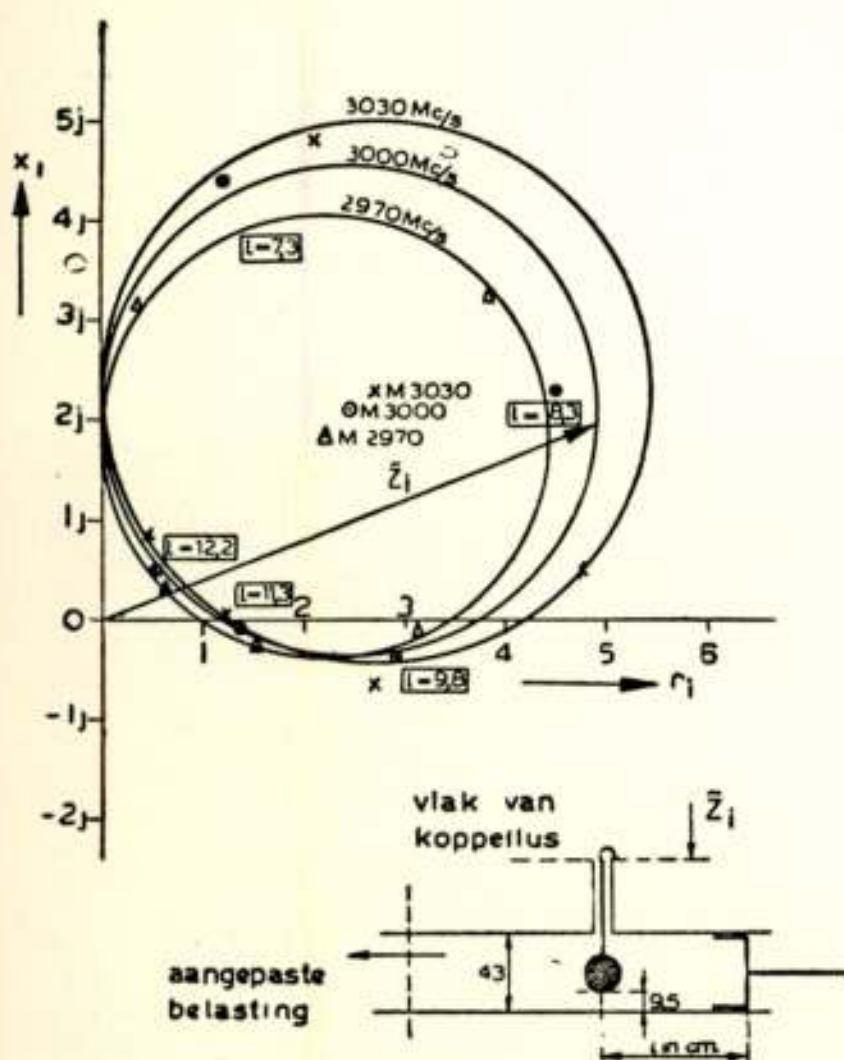


Fig. 20.

De op 70Ω gereduceerde lusimpedantie $z_i = r_i + jx_i$ als functie van l met f als parameter, gemeten met „proefantenne I” in de hoge montering.

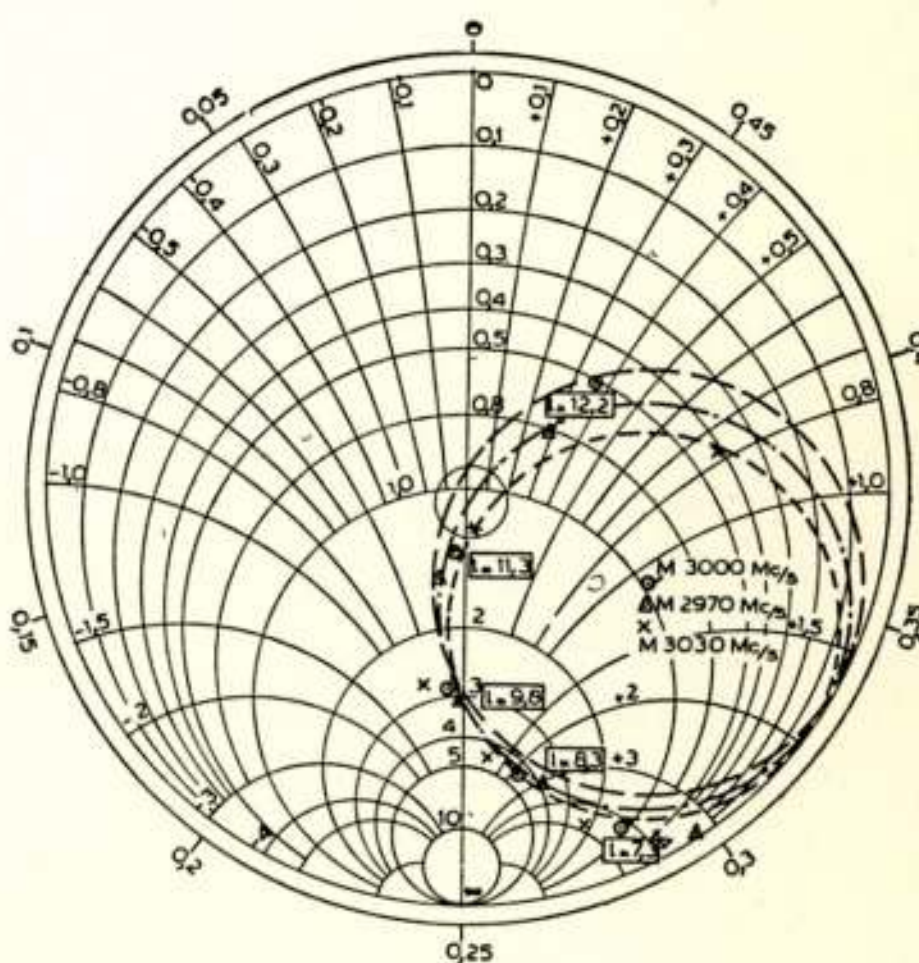


Fig. 21.

De op 70Ω gereduceerde lusimpedantie $z_i = r_i + jx_i$ als functie van l met f als parameter, gemeten met „proefantenne I” in de hoge montering (als in fig. 20, doch nu in het Smith-diagram).

werd aangegeven. Daaruit volgt dan dat de vermogenscurve fig. 16 aanzienlijk moet worden gecorrigeerd en wel degelijk het gemeten verloop zal kunnen krijgen. Vanzelfsprekend kan omgekeerd uit vermogensmetingen de $|\tilde{v}|$ -schaal er langs worden getekend.

Enkele metingen tot slot, betreffende de lusimpedanties door twee verschillende uitgangssystemen aan het CV 76 magnetron geboden.

Deze metingen, die uiteen vallen in twee reeksen, werden met twee proefantennes verricht. De eerste reeks, met „proefantenne I” gedaan, en uitgevoerd aan het z.g. „lage systeem” (hoogte 40 mm) en het z.g. „hoge systeem” (hoogte 43 mm) vindt men uitgezet op rechthoekige coördinaten en in een z.g. „Smith-diagram”. De figuren 18, 19, 20 en 21 spreken voor zich zelf.

Het valt op dat bij het „hoge” systeem de cirkels kleiner zijn dan bij het „lage”. In het Smith-diagram uit zich dit in een draaiing.

Het normale werkgebied ligt rond $l = 10,5$ en uit de figuren blijkt dat daarbij de staande golfverhouding op het coaxiale uitgangssysteem niet hoog is. Dit zal ook niet mogen, daar anders licht doorslag in de golfgeleider rond dit coaxiale systeem kan optreden. Bij de constructie van dit uitgangssysteem is hier

vermoedelijk welbewust naar toe gewerkt.

De tweede reeks is uitgevoerd met „proefantenne II” (wegens breken van de eerste) en betekent het resultaat van meer precieze metingen.

De gegevens met dit systeem aan het „lage” circuit verkregen, werden voor de uitwerking van de formules samen met de CV76-13996 gebruikt. Volledigheidshalve volgen de curven als fig. 22 (slechts in rechthoekige coördinaten).

Latere metingen, met andere coaxiale uitgan-

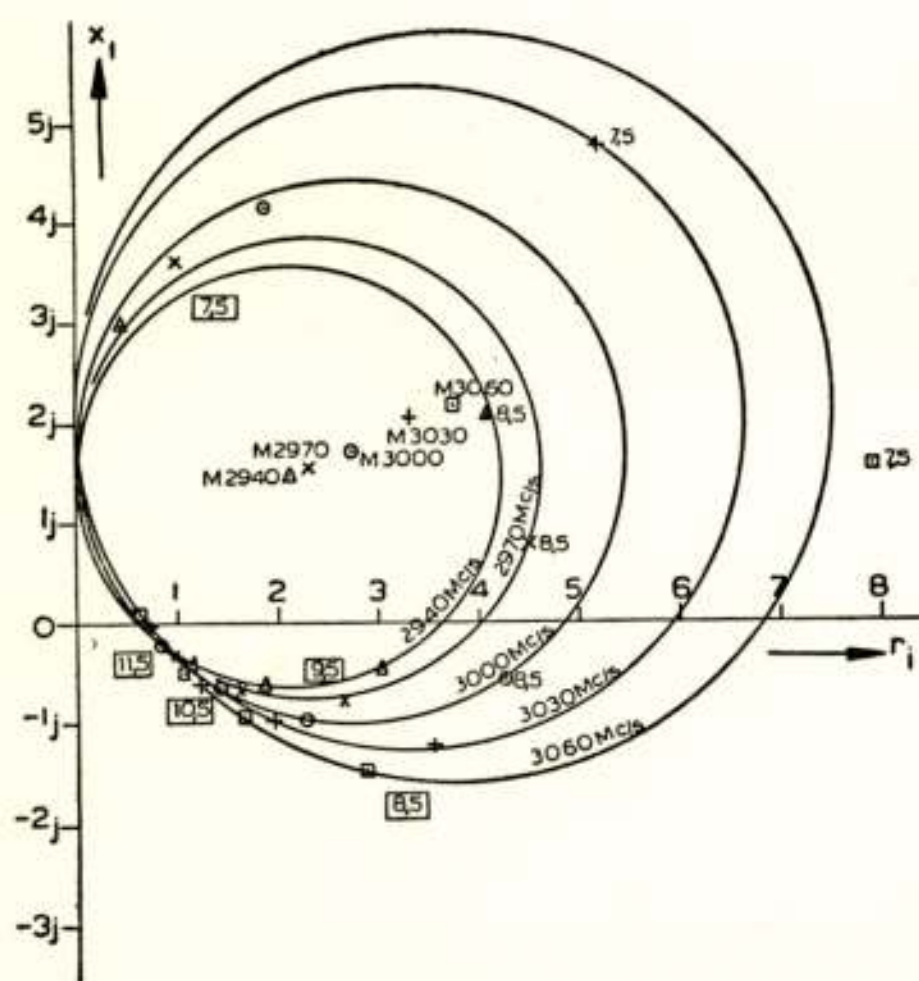


Fig. 22.

De op 70Ω gereduceerde lusimpedantie $z_i = r_i + jx_i$ als functie van l met f als parameter, gemeten met „proefantenne II” in de lage montering van fig. 18.

gen verricht, hebben steeds dezelfde effecten doen zien (kleinere cirkel, draaiing van de figuren) wanneer van het „lage” systeem op het „hoge” werd overgegaan.

Het zal tenslotte duidelijk zijn dat eenzelfde buis, geplaatst in verschillende uitgangscircuits, dezelfde vermogens en frequenties afgeeft, indien de lusimpedantievelden elkaar praktisch dekken. Indien dit niet het geval is, is van de werking van de buis weinig te voorspellen!

Nog een enkel woord over de reden, waarom het ene magnetron „goed” en het andere „slecht” was.

Een reeks metingen, vergelijkenderwijze aan beide magnetrons verricht, uitgevoerd na het houden van de voordracht, zowel op het „lage” golfgeleidersysteem als ook op een $70\ \Omega$ coaxiaal systeem, hebben aan het licht gebracht, dat deze twee buizen in „koude” toestand niet noemenswaard van elkaar afwijken.

De conclusie is dan ook als volgt te geven.

Afgaande op de „koude” proeven en op het bij het „warme” testen waargenomen overslagverschijnsel, moet dit overslagverschijnsel in de golfgeleider de reden van het verkeerde werken zijn geweest. Vermoedelijk hebben excentriciteit etc. van het uitgangscircuit bij het ene magnetron wel, en bij het andere juist niet overslag ingeleid.

Het lage uitgangscircuit heeft bovendien bewezen de buizen erg gevoelig voor dit soort verschijnsel te maken.

Verder is het dan vermoedelijk zo geweest dat het magnetron vnl. Ohms belast is geweest en de vierpoolconstanten A en B niet te veel zijn gewijzigd (gezien de geringe frequentieverschuiving t.o.v. het verwachte verloop).

Practisch zeker is een redelijk percentage van het volle vermogen afgegeven, echter nu niet nuttig, maar voor een groot deel in de boogontlading.

e) Samenvatting en conclusies.

Na een theoretische inleiding betreffende de circuits, die bij het probleem van de uitkoppeling een rol spelen, werd in het kort het Rieke-diagram behandeld.

Aan de hand van de verkregen formules werd daarna getracht globale overeenstemming te bereiken tussen de theorie en de metingen, verricht aan een CV 76 magnetron, gekoppeld aan

het „lage” uitgangssysteem, metingen, die werden uitgevoerd in „warme” en „koude” toestand.

In verband met het fundamentele belang daarvan werd kort ingegaan op de grafische voorstelling van de verschillende gemeten admittanties (electronische zowel als andere) ter verkrijging van een fysisch gevoel voor de resonantievoorwaarde.

Tenslotte werd de gemeten lusimpedantie, gezien vanuit het magnetron, in grafiekvorm voor het „lage” en „hoge” systeem gegeven.

Als *conclusies* uit het betoog moeten worden genoemd dat:

- 1e. de eenvoudige theorie reeds een redelijk inzicht verschaft in de functie van het uitgangscircuit;
- 2e. het aanbeveling verdient het uitgangscircuit wel gedefinieerd aan de gebruiker voor te schrijven ter vermijding van moeilijkheden met de „buis” na aflevering;
- 3e. men bij het ontwerp van nieuwe typen zendbuizen zich uiterst voorzichtig met deze materie moet inlaten, aangezien pas na veel meetwerk het goede uitgangscircuit is gecompieerd;
- 4e. men daarbij het snelst tot zijn doel geraakt door uit te gaan van het fundamentele Rieke-diagram, echter betrokken op juist gekozen referentievlak.

Tot slot rust op de schrijvers dezes de plicht voor hun uitnemende hulp te bedanken de Irs C. C. M. van Oerle, en J. C. Diels, zonder wie deze en andere inzichten niet zouden zijn verkregen.

De Rijksverdedigingsorganisatie T. N. O. wordt bovendien hartelijk dank gezegd voor de toestemming tot publicatie.

LITERATUUR

- J. B. Fisk e.a.: The magnetron as a generator of cm waves. Bell Syst. Tech. J. **25**, no. 2, 1946.
- M. H. Oliver: Discontinuities in concentric-line impedance measuring apparatus. Proc. I.E.E. Pt III **97**, 29—38, 1950.
- R. Musson-Genon e.a.: Méthodes et appareillages d'essais pour le développement des klystrons basse tension 3 cm. L'Onde Electr. **30**, 425—432, 1950.
- G. B. Collins e.a.: Microwave magnetrons. M.I.T. Rad. Lab. Ser. no. 6.
- J. C. Slater: Microwave Electronics, Toronto 1950.

Enige grepen uit de geschiedenis van de omroepontvanger

door C. Dorsman *)

SUMMARY

A short historical survey of the development of broadcast receivers is given in the following article. Beginning with the Leyden jar, the development of electricity followed by that of radiotechnique is illustrated with quotations from the original publications.

Special emphasis is given to the work of Maxwell, Hertz and Marconi. The description of receivers designed after 1920 is limited to work done in the Netherlands.

Inleiding.

Getracht is in het hierna volgende artikel de geschiedenis van de radio-ontvanger kort te beschrijven vanaf de ontdekking van het eerste onderdeel, de Leidse fles, tot de ontwikkeling van de transistor. Een aantal citaten van de ontdekkers en hun tijdgenoten zijn opgenomen; de commentaar is kort gehouden.

Het opwekken van vonken.

De ontwikkeling van de kennis van elektrische verschijnselen in de achttiende en negentiende eeuw heeft de snelle groei van de radio in de twintigste eeuw mogelijk gemaakt. Het zou te veel plaats nemen deze ontwikkeling volledig te beschrijven. Slechts een paar belangrijke stappen die geleid hebben tot een goed begrip van oscilleren en de straling en voortplanting van electromagnetische golven zijn gememoreerd, grotendeels in de vorm van citaten.

Trembley, een beroemde Zwitserse bioloog (1) beschrijft in 1745 proeven met wrijvingselectriciteit en daardoor veroorzaakte lichtverschijnselen. Aan het eind van zijn artikel vermeldt hij de Leidse fles (Appendix 1) en een studie van Van Musschenbroek (2).

Hij zegt dit met de volgende woorden (Lit. 1 blz. 60):

*) Philips, Eindhoven, Holland.

„It is to be remarked that in this Experiment he stood simply upon the Floor, and not upon the Cakes of Resin. It does not succeed with all Glasses; and though he has tried several, he has had perfect Success with none but those of Bohemia. He has tried English Glasses without any Effect. That Glass with which it best succeeded was a Beer Glass. Mr Musschenbroeck the Professor has repeated his Experiment, holding in his Hand a hollow Bowl exceeding thin, full of Water; and he says he experienced a most terrible Pain. He says, the Glass must not be at all wet on the Outside.”

Le Monnier beschrijft in 1746 een reeks, door hem in Parijs verrichte, proeven. Hij komt tot de volgende conclusies (3):

1. Electriciteit wordt geleid door stoffen die zelf geen wrijvings-electriciteit kunnen opwekken.
2. Een electrische schok kan door een metalen draad 4 kilometer ver worden geleid.

Tevens tracht Le Monnier de voortplantingssnelheid van electriciteit te meten en beschrijft dit als volgt (Lit. 3 blz. 294):

„With regard to the Propagation of Electricity, the Velocity with which the electrical Matter is convey'd, has been found too great to be yet determin'd with any Exactness.

The Author made an Experiment with an iron Wire of 950 Toises in Length, and He was not able to observe, that there passed so much as a Quarter of a Second of Time, between the Wires receiving the Electricity at one End, and his feeling the Shock in both his Arms at the other; which infers a Velocity at least thirty times as great as that with which Sounds are propagated.”

In 1832 slagen Nobili en Antinori en even later Faraday er in vonken op te wekken met een permanente magneet en een spoel. Faraday beschrijft een bijzonder aardige proef als volgt (Lit. 4 blz. 405 en 406):

„I will take the opportunity of describing the simple adjustment I have devised. A helix was fixed round the lifter, the wire ends were raised upwards; one, which may be called *a*, was bent into a hook as in the figure 1; the other, *b*, after rising was bent at a right angle, and had a thick small circular plate of copper fixed to it, which was made by the spring of the wire to press in the middle slightly against the rounded end of *a*; this plate and the end of *a* were amalgamated. On bringing the

lifter down suddenly upon the poles in the position figured,

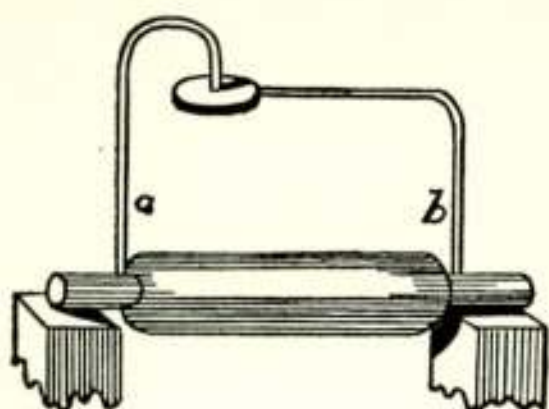


Fig. 1.

Inductie apparaat van
Faraday (1832).

the momentum of the plate caused it to separate from the end of *a*, and the spark passed. On lifting it up the concussion always separates the end of *a* from the plate, and a spark is again seen. When the plate and the point are well amalgamated, the spark will not fail once in a hundred times either at making or breaking contact. I have shown it brilliantly to two or three

hundred persons at once, and over all parts of the theatre of the Royal Institution."

Henry onderzoekt, eveneens in 1832, de werking van de transformator welke hij met de volgende woorden beschrijft (Lit. 5 blz. 405):

"This experiment illustrates most strikingly the reciprocal action of the two principles of electricity and magnetism, if indeed it does not establish their absolute identity. In the first place, magnetism is developed in the soft iron of the galvanic magnet by the action of the currents of electricity from the battery, and secondly the armature, rendered magnetic by contact with the poles of the magnet, induces in its turn, currents of electricity in the helix which surrounds it; we have thus as it were electricity converted into magnetism and this magnetism again into electricity."

Henry gebruikt dan de transformator om vonken te maken. Hij onderbreekt de stroom in een spoel met gering aantal windingen om een gesloten ijzerkern en constateert dat tussen de uiteinden van een secundaire spoel met een groot aantal windingen, aangebracht om dezelfde kern, vonken kunnen ontstaan. Henry zegt (Lit. 5 blz. 407):

"But the most surprising effect was produced when instead of passing the current through the long wires to the galvanometer, the opposite ends of the helices were held nearly in contact with each other, and the magnet suddenly exited: in this case a small but vivid spark was seen to pass between the ends of the wires and this effect was repeated as often as the state of intensity of the magnet was changed."

Ruhmkorff verbetert in 1851 de secundaire spoel door het wikkelen in secties en vergroot in 1852 de vonk door het aanbrengen van een condensator over de secundaire wikkeling.

Helmholtz schrijft in 1847 zijn klassieke werk over het behoud van arbeidsvermogen: „Ueber die Erhaltung der Kraft.”

Bij de behandeling van de warmteontwikkeling door electriciteit komt hij, als eerste, tot het inzicht dat een condensator batterij zich met wisselstroom ontladst. Helmholtz beschrijft dit als volgt:

„Zu erklären ist dieses Gesetz leicht, sobald wir uns die Entladung einer Batterie nicht als eine einfache Bewegung der Electricität in einer Richtung vorstellen, sondern als ein Hin- und Herschwanken derselben zwischen den beiden Belegungen in Oscillationen, welche immer kleiner werden, bis die ganze lebendige Kraft derselben durch die Summe der Widerstände vernichtet ist. Dafür, dass der Entladungsstrom aus abwechselnd entgegengerichteten Strömen besteht, spricht erstens die abwechselnd entgegengesetzte magnetisierende Wirkung desselben, zweitens die Erscheinung, welche Wollaston bei dem Versuch, Wasser durch electrische Schläge zu zersetzen, wahrnahm, dass sich nämlich beide Gasarten an beiden Electroden entwickeln.”

William Thomson schrijft in 1853 een artikel over „Transient Electric Currents” waarin hij deze verschijnselen wiskundig behandelt (6).

Omstreeks dezelfde tijd ontwikkelt de telecommunicatie zich verder als in 1850 de eerste kabel voor telegrafie door het Nauw van Calais gelegd wordt.

In 1866 legt men de eerste Atlantische kabel, na een mislukking in 1858.

In 1876 construeert Alexander Graham Bell de telefoon.

James Clerk Maxwell.

James Clerk Maxwell geeft in 1864 in the Royal Transactions een „Dynamical Theory of the Electromagnetic Field” (7). De behandeling van de theorie is in dit artikel algebraïsch. In 1873 wordt de theorie meer modern met vectorische rekenwijze herzien in „A treatise of Electricity and Magnetism” (8).

Maxwell behandelt de electromagnetische theorie van het licht, toont aan dat de voortplantingssnelheid van electromagnetische trillingen ongeveer gelijk is aan de lichtsnelheid en komt

ook tot een aanvechtbare uiting over de realiteit van een medium. Hij schrijft het volgende (Lit. 8 blz. 431):

„If it should be found that the velocity of propagation of electromagnetic disturbances is the same as the velocity of light, and this not only in air, but in other transparent media, we shall have strong reasons for believing that light is an electromagnetic phenomenon, and the combination of the optical with the electrical evidence will produce a conviction of the reality of the medium similar to that which we obtain, in the case of other kinds of matter, from the combined evidence of the senses.”

Maxwell wijst met de volgende woorden op de analogie van licht en electromagnetische golven (Lit. 8 blz. 435). Deze analogie zal later een theoretische basis aan het werk van Hertz geven.

„On the theory that light is an electromagnetic disturbance, propagated in the same medium through which other electromagnetic actions are transmitted, V must be the velocity of light, a quantity the value of which has been estimated by several methods. On the other hand, v is the number of electrostatic units of electricity in one electromagnetic unit, and the methods of determining this quantity have been described in the last chapter. They are quite independent of the methods of finding the velocity of the light. Hence the agreement or disagreement of the values of V and of v furnishes a test of the electromagnetic theory of light.”

Op de tentoonstelling in Philadelphia demonstreert Edison in 1884 de diode (9) welke gedurende vele jaren vrijwel vergeten zal blijven, totdat in 1904 de diode in gebruik zal komen als detector. Het „Edison” effect is als volgt beschreven in *Engineering* 1884:

„A Phenomenon of the Edison Lamp.

In Mr Edison's exhibit at the Philadelphia Exhibition a curious phenomenon was shown. Midway between the legs of the filament in an Edison incandescent lamp an insulated electrode of platinum strip was inserted, the tip of the electrode ending about $\frac{1}{2}$ in. below the arch of the loop. When the lamp was in the action, if a galvanometer was connected between the electrode and one terminal of the filament, a current was observed, which changed in direction according as the + or - terminal of the carbon was connected to the instrument. This shows that there

is a discharge of current through the vacuum of the lamp. The current was many times stronger when the + pole of the carbon was that connected. The current was also increased by increasing the current in the lamp."

Op dezelfde bladzijde van Engineering wordt beschreven hoe een afgevaardigde in het Franse huis van afgevaardigden buitengewoon verdienstelijke voorstellen heeft gedaan om de industrie en de landbouw te bevorderen. De voorstellen van deze afgevaardigde Denayrouze geven blijk van een diep inzicht in de taak van gerichte research en tevens van een zeer knappe visie in de toekomstige mogelijkheden van de binding van stikstof, het nut van elektrische en benzine motoren en het gebruik van aluminium. Ook begrijpt Denayrouze beter dan zijn tijdgenoten dat het de taak van de regering is dergelijke ontwikkelingen te stimuleren en te ondersteunen. Hoewel het onderwerp geen directe betekenis voor de radio-ontvangst heeft lijkt het mij zó interessant, dat het bedoelde artikel gedeeltelijk is opgenomen als Appendix 2.

Heinrich Hertz.

In 1887 verschijnt in Wiedemann's Annalen een historische bijdrage van Heinrich Hertz onder de titel: „Ueber sehr schnelle elektrische Schwingungen." Belangrijke bronnen van theoretische en experimentele ervaring staan Hertz ter beschikking als hij het onderzoek aanvangt dat tot bovenvermelde publicaties zal leiden (11).

Reeds is vermeld dat Maxwell de theorie van de electromagnetische voortplanting en de analogie van de voortplanting van electromagnetische trillingen en licht vrijwel volledig heeft gegeven. De theorie is in 1887 aanmerkelijk verder ontwikkeld dan het experiment. Eerder in dit artikel is de groei beschreven van de kennis van elektrische verschijnselen en van de hulpmiddelen die het experimenteren met oscillerende vonkontladingen mogelijk maken.

Het is de grote verdienste van Hertz dat hij, gewapend met bovengenoemde kennis en ervaring, een zo groot aantal fundamentele gegevens, van onschatbare waarde voor de radio, heeft gevonden. Het bovengenoemd artikel van Hertz is later met enige andere publicaties verzameld in een boek (12).

De volgende zeer interessante waarnemingen met knappe conclusies zijn door Hertz gegeven:

1. Elektrische trillingen „koppelen" op enige afstand, ook als

primaire en secundaire ketens niet gesloten zijn of zelfs een rechte draad vormen. (1887).

Hertz zegt (Lit. 12 blz. 44 en 45):

„Die inducirte Strombahn war bisher geschlossen, es lag aber nahe, zu vermuthen, dass in einer ungeschlossenen Strombahn die Induction sich nicht weniger würde geltend machen. Es wurde deshalb parallel dem geradlinigen Drahte des vorigen Versuchs in 60 cm Abstand ein zweiter Kupferdraht isolirt ausgespannt. Der letztere Draht war etwas kürzer als der erste, an seinen Enden waren zwei isolirte Kugeln von 10 cm Durchmesser befestigt, in seine Mitte wurde das Funkenmikrometer eingefügt. Wurde nun das Inductorium in Gang gesetzt, so begleitete ein Funkenstrom in der secundären Leitung den Funkenstrom des Inductoriums“.

„Ich glaube, dass hier zum ersten Mal die Wirkung geradliniger ungeschlossener Ströme aufeinander, welche in der Theorie eine so grosse Rolle spielt, thatsächlich in die Erscheinung gerufen ist.“

2. Deze trillingen reflecteren als licht (Lit. 12 blz. 184 1888):

„Diese Versuche führten nicht zum Ziel, und ich konnte mir auch klar machen, dass der Misserfolg nothwendig bedingt war durch das Missverhältniss, welches zwischen der Länge der benutzten Wellen, 4—5 m, und den Dimensionen bestand, welche ich dem Hohlspiegel im besten Falle zu geben im Stande war. Neuerdings habe ich nun bemerkt, dass sich die von mir beschriebenen Versuche noch ganz wohl mit Schwingungen anstellen lassen, welche mehr als zehnmal schneller, und mit Wellen, welche mehr als zehnmal kürzer sind, als die zuerst aufgefundenen. Ich bin deshalb auf die Benutzung von Hohlspiegeln zurückgekommen und habe nunmehr besseren Erfolg gehabt, als ich zu hoffen wagte. Es gelang mir, deutliche Strahlen elektrischer Kraft zu erzeugen und mit denselben die elementaren Versuche anzustellen, welche man mit dem Lichte und der strahlenden Wärme auszuführen gewohnt ist.“

3. De golflengte van electromagnetische trillingen kan worden gemeten aan staande trillingen (Lit. 12 blz. 145 1888):

„Unseren letztbeschriebenen Versuchen entspricht in der Akustik der Versuch, in welchem man zeigt, dass die Annäherung einer Stimmgabel an eine feste Wand den Ton derselben bei gewissen Abständen verstärkt, bei anderen

schwächt. In der Optik finden unsere Versuche ihr Analogon in der Lloyd'schen Form des Fresnel'schen Spiegelversuches. In Optik und Akustik gelten jene Versuche als Argumente für die Wellennatur des Lichtes und des Schalles, so werden wir auch die hier beschriebenen Erscheinungen als Argumente für die wellenartige Ausbreitung der Inductionswirkung einer elektrischen Schwingung ansehen dürfen."

4. Een metalen plaat schermt electromagnetische trillingen af (Lit. 12 blz. 179 1889):

„Aus dem bisher Vorgetragenen dürfen wir schliessen, dass schnelle elektrische Schwingungen völlig unfähig sind, Metallschichten von einiger Dicke zu durchdringen, und dass es daher auf keine Weise möglich ist, mit Hülfe solcher Schwingungen im Inneren geschlossener metallischer Hüllen Funken zu erregen. Sehen wir also durch solche Schwingungen Funken erzeugt im Inneren von Metallhüllen, welche beinahe aber nicht vollständig geschlossen sind, so werden wir schliessen müssen, dass die elektrische Erregung eingedrungen sei durch die vorhandenen Oeffnungen."

5. Electriscbe trillingen in draden kunnen reflecteren en interfereren (Lit. 12 blz. 68):

„Sendet man einen elektrischen Wellenzug in einen am Ende isolirten Draht, so wird derselbe am Ende reflectirt und Erscheinungen, welche diesen Vorgang bei alternirenden Entladungen begleiten, scheinen ihren Ursprung der Interferenz der ankommenden und reflectirten Wellen zu verdanken.

Eine elektrische Entladung pflanzt sich in gleich langen Drähten gleich rasch fort, ohne Rücksicht auf das Material, aus welchem diese Drähte bestehen."

Deze gevolgtrekking maakt Hertz naar aanleiding van een publicatie van Von Bezold in 1870 (13).

6. Hertz meet resonantie krommen van electrische trillingsystemen waarbij de lengte van een vonk de sterkte van de secundaire trilling indiceert (Lit. 12 blz. 49 1887; zie fig. 2.)

Het werk van Hertz maakt op zijn tijdgenoten direct grote indruk. Na het overlijden van Hertz in 1894 geeft Lodge een samenvatting van dit werk (14).

Variaties in de weerstand van hoeveelheden metaaldeeltjes samengebracht in een isolerende medium b.v. Canada-balsem of lucht worden in 1890 beschreven door Branly (10). Hij constateert dat de weerstand van ijzervijlsel in Canada-balsem is afgenomen van enige millioenen Ohms tot enige honderden

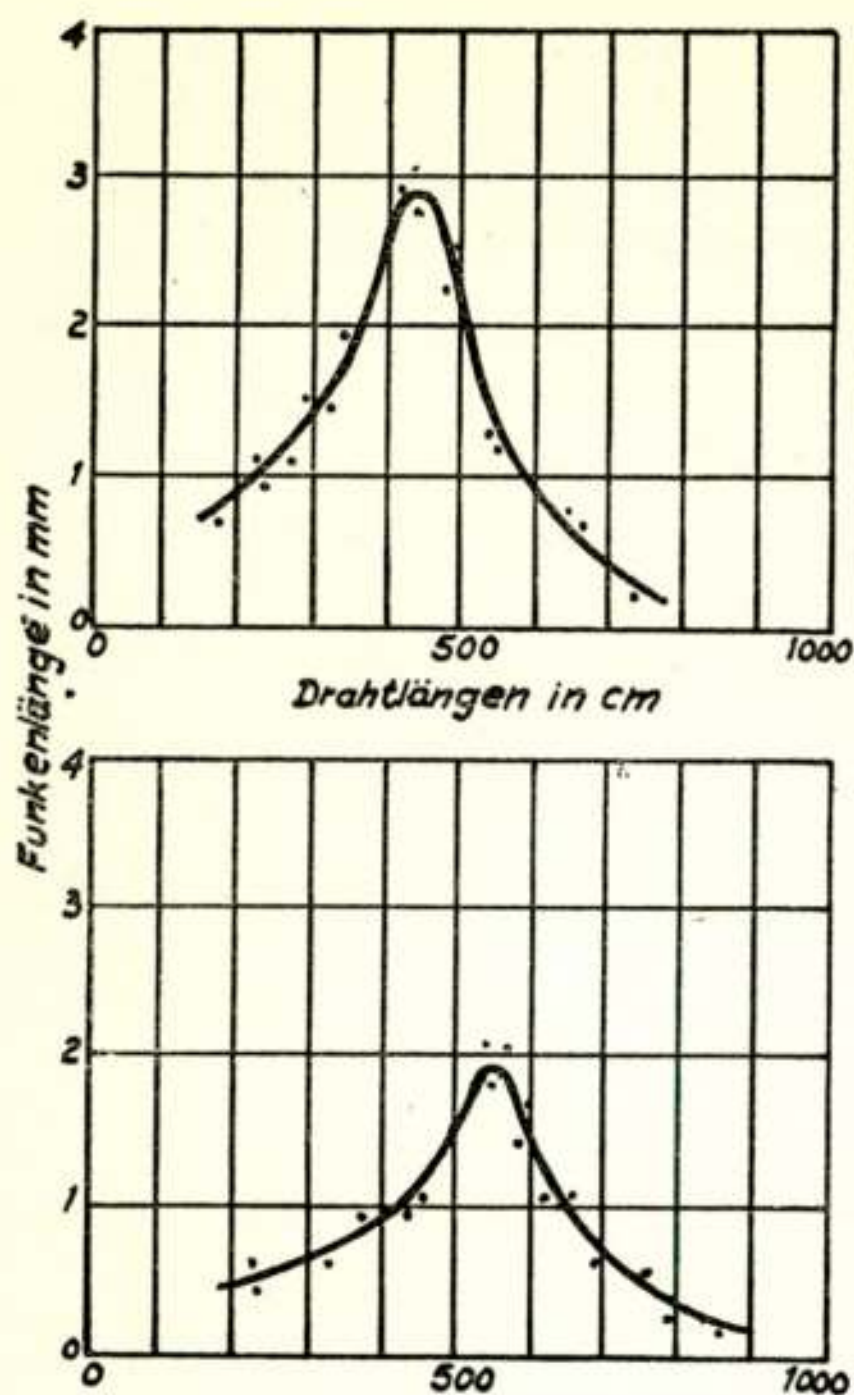


Fig. 2.

Resonantiekrommen, gemeten door Hertz in 1887 (Horizontaal is de lengte van de ontvangende lus uitgezet).

Guglielmo Marconi.

Marconi, geboren in 1874, leest in 1894 een artikel van Hertz en een boek over Tesla. Hij is student in de physica, heeft het enthousiasme van een amateur en wordt de eerste radioingenieur. Reeds in Maart 1896 geeft hij zijn beroemde demonstratie in Engeland. In een brief van 1896 beschrijft hij ontvangst van telegrafie signalen op een afstand van 29 kilometer van de zender (15). Hij behandelt de invloed van de hoogte van de antenne, het voordeel van aarding van zender en ontvanger, de invloed van de richting van polarisatie, de invloed van de frequentie op de niet rechtlijnige voortplanting, het voordeel van afstemming van de ontvanger en het voordeel van gerichte antenne. Marconi schrijft dit als volgt (Lit. 15 blz. 282):

„It is, however, possible, by means of syntonising arrangements to prevent, to a certain extent, messages affecting

Ohms na plaatsing in het veld van een vonkenbrug. Deze techniek is de grondslag geworden voor het maken van de ijzervijlsel coherers die van 1894 tot 1904 zoveel door Marconi en zijn tijdgenoten zijn toegepast. Branly beschrijft ook het effect op de weerstand van zeer dunne metaallaagjes op glas en van koperoxyde op koper.

Met een dergelijke coherer met ijzervijlsel volgens Branly „ontvangt” Lodge in 1894 trillingen van een vonkoscillator op 35 meter afstand. Lodge verbetert de werking door het evacueren van de coherer. Hij experimenteert met electromagnetische golven van 7,5 cm en van 30 meter lengte.

instruments or receivers for which they are not intended, and therefore to select any receiver by altering the wave length of the transmitter. By means of reflectors it is possible to project the waves in one almost parallel beam which will not affect any receiver placed out of its line of propagation, whether the said receiver is or is not in tune or syntony with the oscillation transmitted."

In hetzelfde artikel beschrijft Marconi een systeem voor radio-bebakening met de volgende woorden (Lit. 15 blz. 283):

There exists a most important case to which the reflector system is applicable, namely to enable ships to be warned by lighthouses, light-vessels, other ships not only of their proximity to danger, but also of the direction from which the warning comes."

Jackson van de Britse marine heeft al eerder, na het lezen van het artikel van Lodge over het werk van Hertz (14), telegrafie signalen door middel van electromagnetische trillingen over gezonden. In 1896 zendt Jackson over een beperkte afstand van schip naar schip.

In 1902 slagen Marconi en zijn medewerkers erin een uitzending van 75 kW op 2000 meter golflengte uit Canada (Cape Breton) te ontvangen in Engeland (Cornwall).

Men heeft in 1902 krachtige boogzenders en roterende omvormers voor de uitzending en redelijke detectoren voor de ontvangst. De detectoren zijn „sperlaag" detectoren (Branly in 1891 en Marconi in 1896), electrolytische detectoren (Pupin in 1898 en Fessenden in 1903) en magnetische detectoren (Marconi in 1902). De fysische en mathematische kennis van de voortplanting en de werking van antennes is tamelijk uitgebreid. Voor ons, die in 1954 terugzien, is het duidelijk dat de radiobuis een zeer snelle groei van zender en ontvanger mogelijk zal maken.

Thans worden eerst enige belangrijke onderdelen besproken: de radiobuis, de luidspreker en de electrolytische condensator, daarna volgt de beschrijving van de groei van de omroepontvanger in Nederland na 1918.

De radiobuis.

Op bladzijde 183 is reeds vermeld dat Edison in 1883 enige metingen verrichtte aan een kooldraad gloeilamp waarin een extra electrode was aangebracht. Hij voedde de gloeidraad met gelijkstroom en mat een stroom van de extra electrode naar

de positieve zijde van de gloeidraad (9). Indien de extra electrode aan de negatieve zijde van de gloeidraad werd verbonden was de gemeten stroom veel kleiner (Edison effect).

In 1904 patenteert Fleming de toepassing van het Edison effect voor de detectie van de hoogfrequente signalen (de geboorte van onze diode, die Fleming „Oscillation Valve” noemt) en beschrijft dit als volgt (Lit. 16 blz. 179):

„Thus for instance, we form an oscillatory circuit (see fig. 3) by connecting a Leyden jar in series with a square coil of wire of a few turns P , and join the condenser and inductance across a spark-ball discharger connected to the secondary terminals of an inductioncoil. At a certain distance we place another square coil of wire S in series with a galvanometer G and oscillation valve V . We then find that when oscillations are set up in the primary circuit, we obtain a steady deflexion of the galvanometer indicating that its coils are being traversed by a series of discharges in the same direction, all those in the opposite direction being practically stopped.”

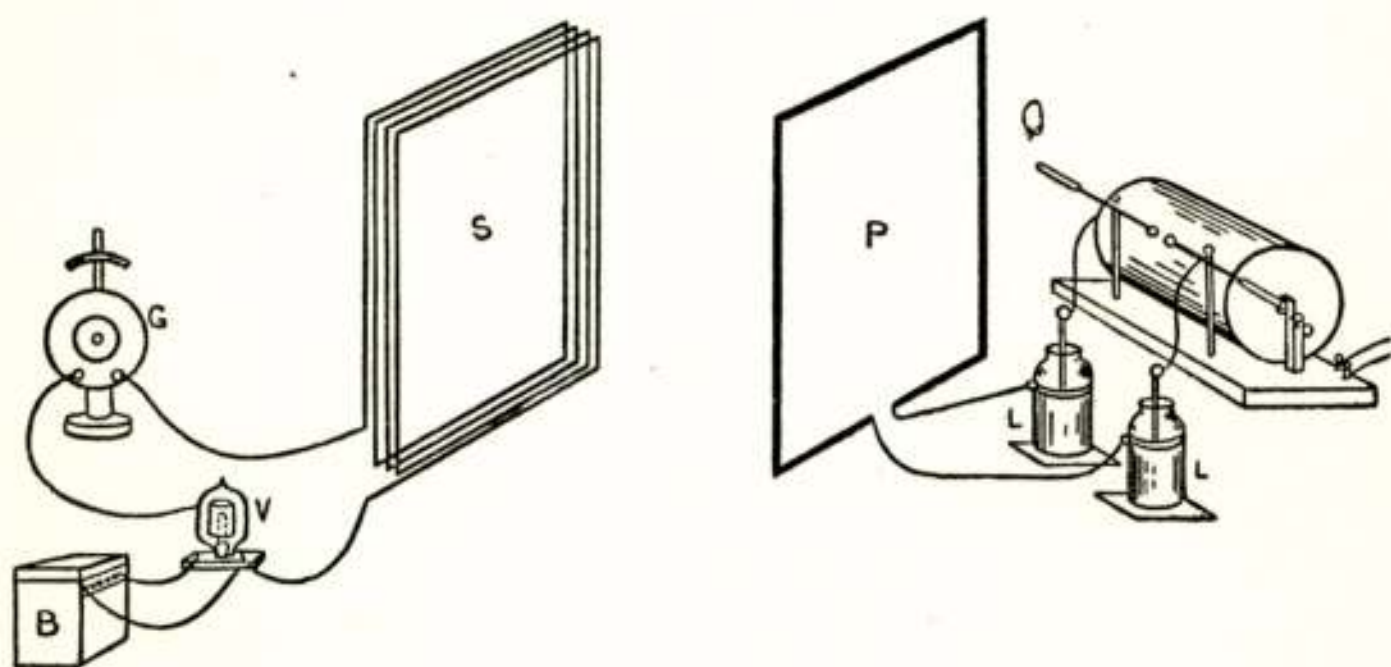


Fig. 3.

Zender en ontvanger, in 1904 door Fleming gebruikt bij metingen aan detectie met een diode.

P, Primary oscillation circuit. S, Secondary oscillation circuit.
G, Galvanometer. V, Valve. B, 12-volt battery for incandescing filament of valve.

Begin 1906 stelt Von Lieben voor versterking te verkrijgen door het deflecteren van een elektronenstroom.

De Forest construeert 1906/1907 de eerste buis met een gloeidraad en twee elektroden, symmetrisch ten opzichte van de gloeidraad opgesteld. Deze eerste primitieve triode, door

De Forest audion genoemd, wordt in het begin uitsluitend voor detectie gebruikt.

Pas in 1911 patenteren de Oostenrijkers Lieben, Reisz en Strauss het gebruik als versterker. In 1914 beschrijft Reisz de gasgevulde triode (17). In de jaren 1912-1914 wordt ook de buisoscillator gevonden (De Forest en Lodgwood). Armstrong vraagt in 1913 patent op de toepassing van terugkoppeling in een hoogfrequente versterker. In 1913 patenteren Schloemilch en Von Bronk een ontvanger met hoogfrequente buis, kristal-detector en laagfrequente buis. Alexander heeft in 1913 twee hoogfrequente buizen en een buisdetector. In 1915 vindt Armstrong de regeneratieve ontvanger. In de jaren 1916 en 1917 worden verschillende reflex schakelingen gevonden.

In 1919 patenteert Hazeltine de neutrodynisering van de anode-rooster capaciteit. Armstrong publiceert in 1919 de superheterodyne (18).

In 1923 construeert Hull de schermroosterbuis, Tellegen vindt in 1926 de pentode (19). In Nederland komen in 1927 indirect verhitte buizen in productie. De pentagrid en de octode (Jonker) dateren van 1933. In 1939 komt in Europa de triode-hexode in gebruik.

De electrodynamische luidspreker.

Tot 1914 wordt uitsluitend met telefoons, meest magnetische, geluisterd. In 1898 patenteert Lodge in Engeland het principe van de electrodynamische luidspreker. Deze is echter moeilijk te fabriceren terwijl het uitgangsvermogen van ontvangers, in welke geen buizen worden gebruikt, zo gering is dat een luidspreker nauwelijks zin heeft.

In Nederland organiseert in 1919 Idzerda (Nederlandse Radio Industrie) uitzendingen bestemd voor het huisgezin. Vanaf 1923 zendt de Hilversumse Draadloze Omroep nadat reeds enige tijd met een N.S.F. zender uit Hilversum was gezonden. In Amerika worden de eerste programma's, bestemd voor het huisgezin, in 1920 gegeven door de zender KDKA in Pittsburgh. In 1923 heeft men in Amerika 500 zenders en wordt reeds door 2 miljoen gezinnen geluisterd. In 1921 worden dergelijke programma's in Engeland uitgezonden uit Chelmsford.

Nu men met het gehele huisgezin naar de radioomroep wil luisteren voelt men een werkelijke behoefte aan luidsprekerweergave. Het electrisch uitgangsvermogen is voldoende daar

goede radiobuizen in massa worden gefabriceerd, een direct verhitte pentode B 405 b.v. levert reeds 11 *mA* anodestroom bij 150 *V* anodespanning. De weergave kwaliteit van de hoorn luidsprekers is echter slecht. In 1924 experimenteert Round met electrodynamische microfoons en luidsprekers. Rice en Kellogg publiceren in 1925 hun werk aan de electrodynamische luidspreker. Rice is de eerste die om deze luidspreker een „baffle,” een klankbord van ca. 1 meter diameter aanbrengt (20).

De electrolytische condensator.

In 1857 ontdekt Buff dat een gelijkstroom door een cel, gevuld met zwavelzuur na het inschakelen snel afneemt als de anode van aluminium is (21). Kohlrausch vindt dat een huid van aluminium oxyde te beschouwen is als het dielectricum van een condensator. Het blijkt moeilijk condensatoren met een voldoende levensduur te maken. Omstreeks 1930 gebruikt men in Amerika als electrolyt borax en boorzuur in waterige oplossing. Een volgende stap vooruit is de toepassing van glycol of glycerine (Van Geel 1932). Het werkzame oppervlak van het aluminium wordt achtevoudig vergroot door beitsen (Van Geel, Emmens 1942, zie ook blz. 24).

De radio-ontvanger na 1918.

In de ontwikkeling na 1918 zijn een aantal perioden van gedeeltelijke groei van de radiotechniek waar te nemen. In Nederland maakt de amateur tot 1925 zelf toestellen met primitieve gekochte of zelfgemaakte onderdelen.

De onderdelen verbeteren aanmerkelijk in de periode van 1925 tot 1936, zo ontstaan pentode, indirect-verhitte buizen, octode electrodynamische luidsprekers, steeds kleinere variabele condensatoren en electrolytische condensatoren. In 1936 is het schema van de moderne superheterodyne vrijwel voltooid en is de toepassing van massafabricage volledig.

Dit schema verandert niet wezenlijk meer na 1936. De onderdelen verbeteren voortdurend door verhoging van de kwaliteit, verkleining van de afmeting en verlaging van de prijs. Grote invloed hebben nieuwe grondstoffen als keramische materialen, moderne magneetstalen, ferroxcube en moderne plastische materialen.

Bijzondere uitvoeringsvormen van de radio als autoradio, draagbare ontvangers, radiogrammofoons, klokradio en goedkope

batterijontvangers voor weinig ontwikkelde gebieden worden van meer belang na 1948. De groei van de televisie beïnvloedt steeds meer het gebruik van de radio in het gezin in Amerika en Engeland.

Na 1950 verandert het karakter van de ontvanger wezenlijk door de invoering van de frequentiemodulatie in Duitsland. De transistor zal waarschijnlijk een ingrijpende verandering in de constructie van radio-ontvangers veroorzaken en nieuwe toepassingen mogelijk maken.

De ontwikkeling van de radio-ontvanger na 1918 willen we illustreren met schema's van enige ontvangers, die in Nederland gepubliceerd of gemaakt zijn.

1920.

In Radio Nieuws 1920 vinden we het volgende schema in een artikel van J. Corver dat in zeer positieve zin de superheterodyne, in 1919 door Armstrong gevonden, behandelt.

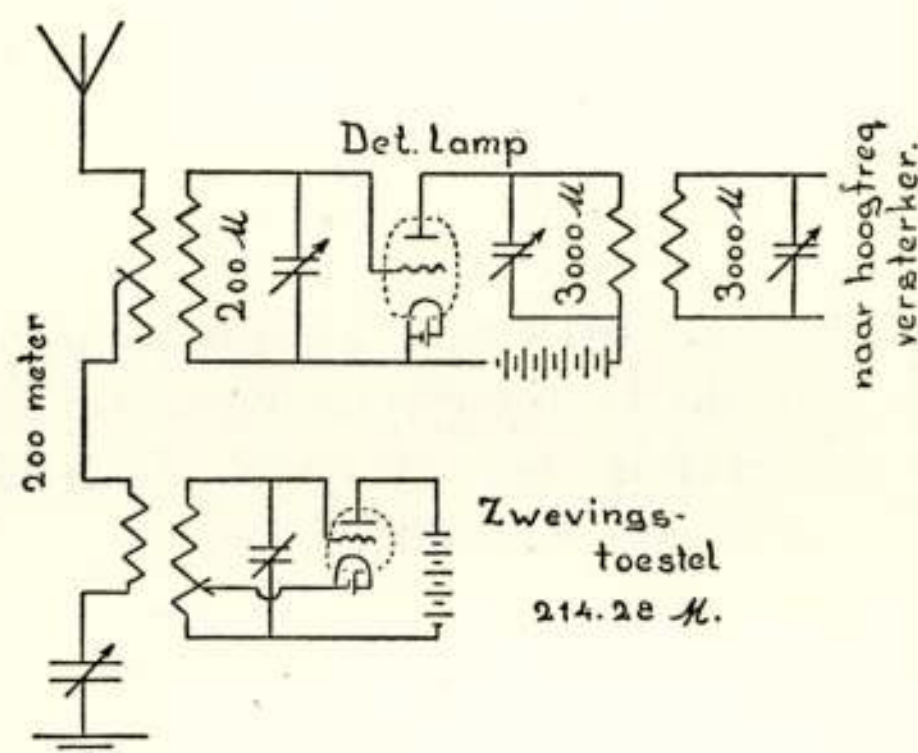


Fig. 4.

Schema van superheterodyne ontvanger
(Corver 1920).

1925.

Omstreeks deze tijd worden door de amateurs veelal rechtuit ontvangers met drie buizen gemaakt. De schema's zijn dikwijls afkomstig van ervaren radio-ingenieurs. Een typisch voorbeeld is het in figuur 5 weergegeven schema, (Swierstra Lit. 22 blz. 234).

Amateur batterij-ontvanger
Cascade ontvanger-1925

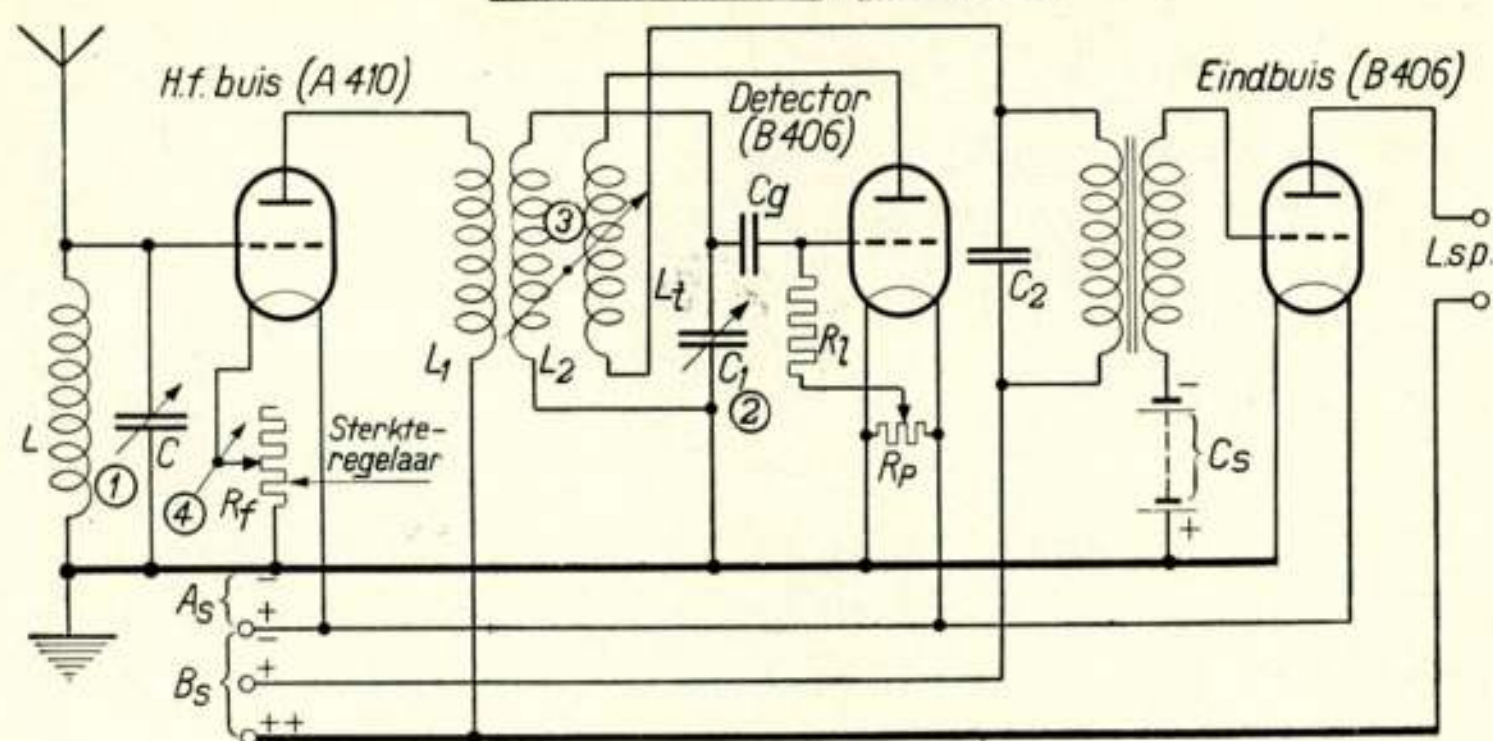


Fig. 5.

1927.

De amateurs passen nu in hun ontvangers een tetrode toe en een pentode als eindbuis. Koomans publiceert een veel

Wisselstroomontvanger voor een los P.S.A.
(Cascade-ontvanger 1928)

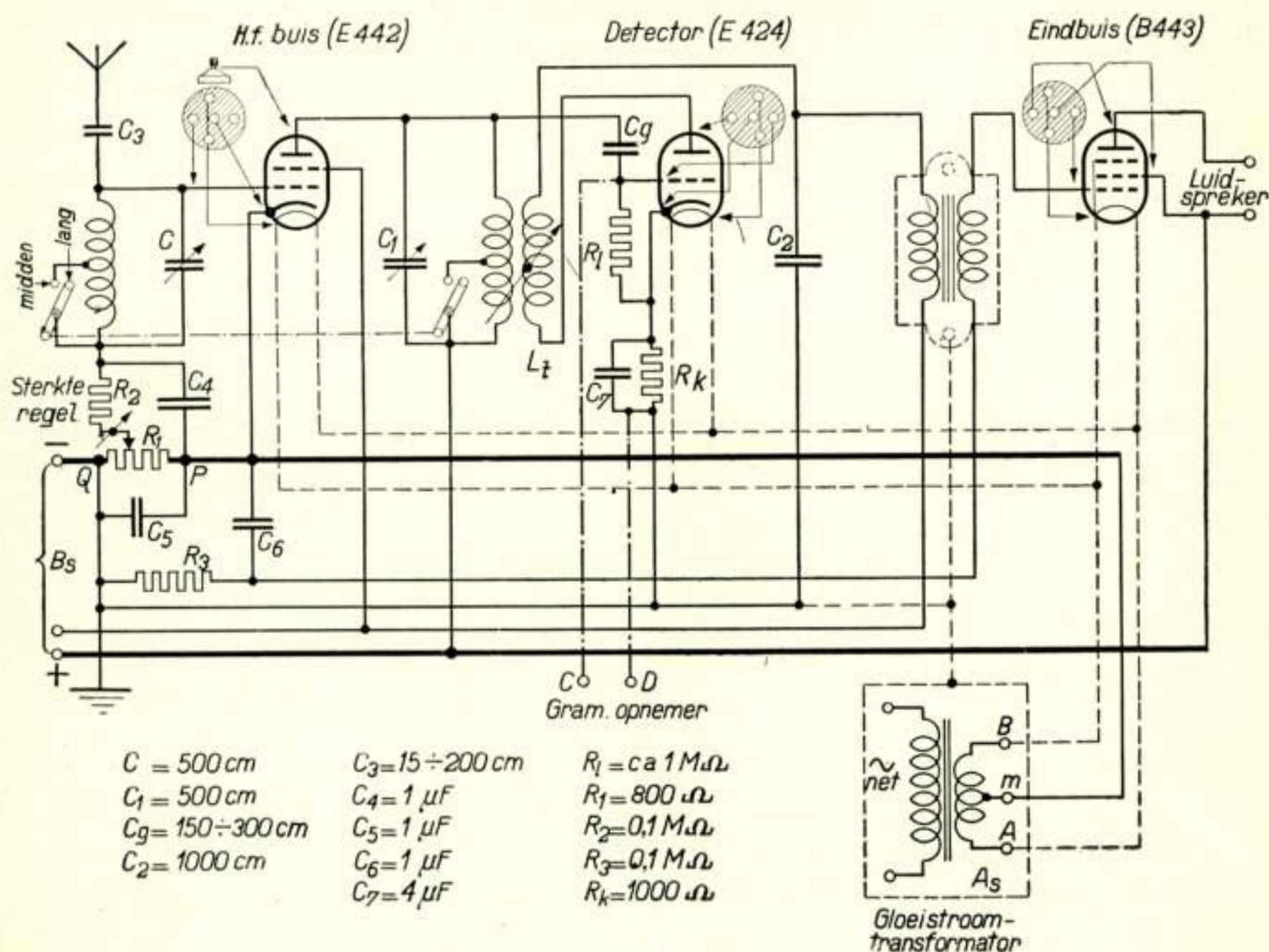


Fig. 6.



67152

Fig. 7.

Het eerste radiotoestel van Philips (1927).

toegepast schema. Philips produceert de eerste ontvangers, 2501 en 2502, vrijwel volgens het Koomansschema (zie figuur 7).

Deze toestellen zien er zakelijk uit in hun metalen met blauw leerdoek beklede kasten. Er zijn twee afstemknoppen en twee afstemschalen, die met cijfers geïjkt zijn. Men moet dus voor het afstemmen van een station twee getallen onthouden. Met de terugkoppeling wordt zowel de sterkte als de selectiviteit geregeld; er is ook een aparte volumeregelaar. De anode- en gloeispanning moeten uit een afzonderlijk voedingsgedeelte worden verkregen of uit accu's.

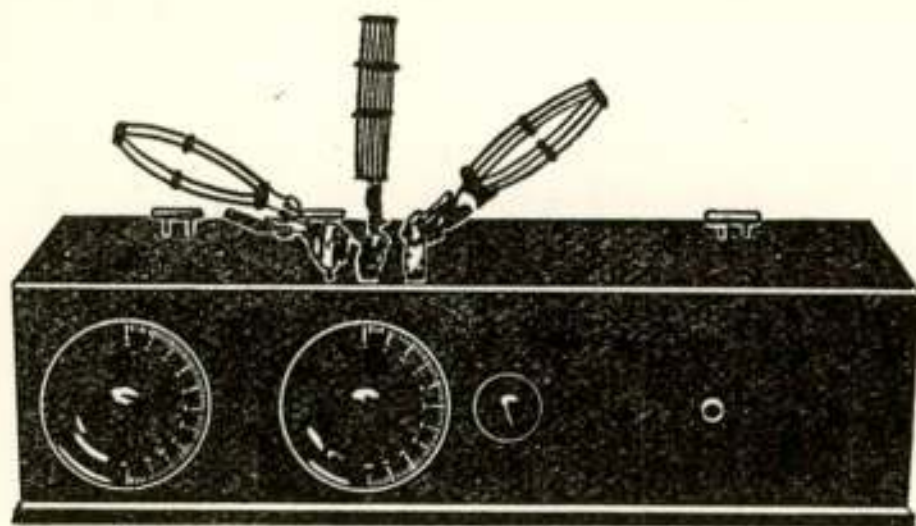
Een dergelijk schema uit 1928 is gegeven in fig. 6 (Swierstra Lit. 22 blz. 251).

1928.

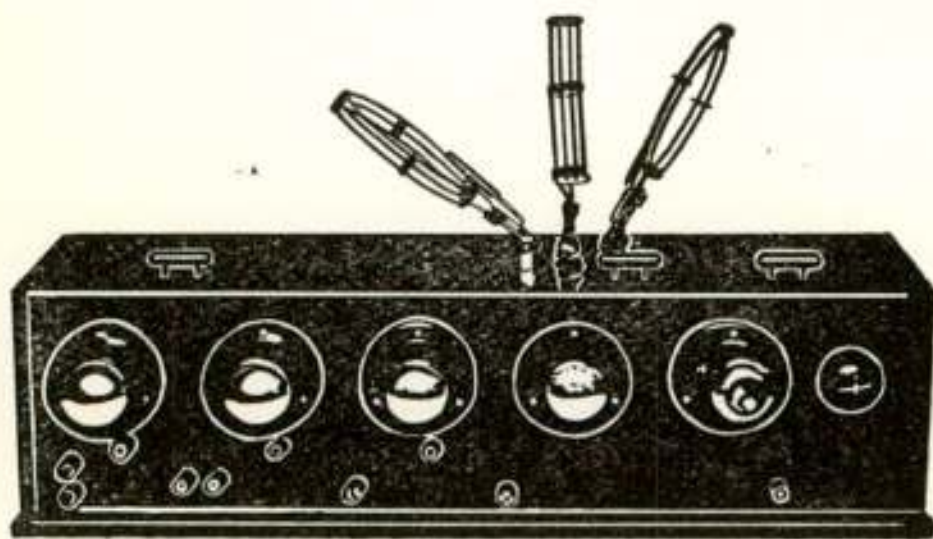
Erres verkoopt reeds in 1928 ontvangers voor export naar tropische gebieden. Interessant is de brochure, weergegeven in fig. 8, die een aardig beeld geeft van ontvangers uit die tijd.

Ontvangstoestel Erres K.I. V

Speciaal ontworpen voor gebruik in de tropen.



K.I. V Vooraanzicht.



K.I. V Achteraanzicht.

Het apparaat K.I. 5 bevat een trap hoogfrequentversterking, een inductief teruggekoppelden detector en 3 trappen laagfrequent transformatorversterking. Naar verkiezing kunnen de eerste en de voorlaatste trap worden uitgeschakeld. Is de hoogfrequentlamp uitgeschakeld, dan kan de antennekring afgestemd worden, of zogenaamd aperiodischgekoppeld. De detector-plaatspanning is regelbaar en dit is een fijnregeling op de te-

rugkoppeling.

Het apparaat is universeel bruikbaar. Het functioneert geheel normaal tot beneden vijf meter en geeft nog luidsprekersterkte van zeer veraf gelegen zwakke stations, ook op golflengten van 200-3000 Meter.

De uitvoering is in teakhout, geheel insectenvrij en de gebruikte onderdelen zijn ook in de tropen onverwoestbaar.

Erres speciaal transformatoren verzorgen de kwaliteit der buitengewoon opgevoerde laag frequent versterking. Het is hierdoor mogelijk de ultra korte golf stations met zeer veel gemakkelijker te ontvangen. Aanbevolen lampencombinatie b.v.:

Philips A 430-A 415-A 409-A 409-B 403.

Fig. 8.

Brochure over ontvanger voor de tropen uit 1928.

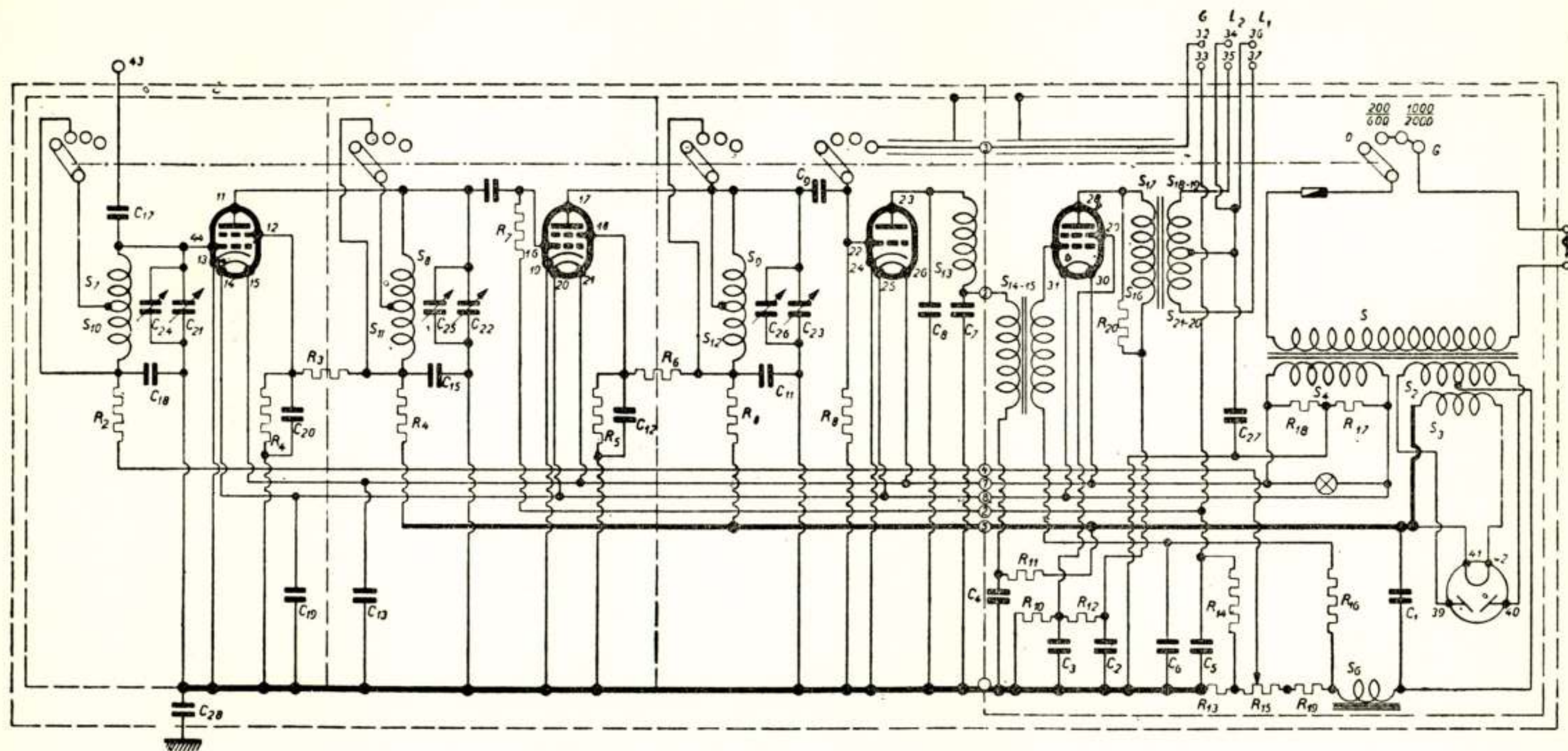


Fig. 9.

Schema van het eerste toestel, type 2511, dat door Philips in massa geproduceerd is in 1928.

Philips bouwt dit jaar voor het eerst een toestel, type 2511, in massa fabricage. In een brochure getiteld „De nieuwe Oogst 1928” wordt van dit toestel gezegd:

„Dit toestel betekent een baanbrekende nieuwigheid op de Nederlandse radiomarkt. Het bevat 2 trappen hoogfrequentversterking met lampen van het type E 442, drie afgestemde kringen, mist terugkoppeling geheel, en bezit een ingebouwd wisselstroomvoedingsapparaat dat alle benodigde spanningen levert.”

Bij dit toestel hoort een electrodynamische luidspreker met een grote permanente magneet, de „meesterzanger”

Het schema is weergegeven in fig. 9.

1931-1934.

In deze periode worden in het buitenland al veel superheterodynes geproduceerd. Philips fabriceert echter nog tot 1934 rechtuitontvangers. Butterworth (23) had in 1926 een uitstekende analyse en berekening gegeven van alle elektrische verliezen in hoogfrequente spoelen. Het was echter moeilijk deze berekening te gebruiken voor het ontwerpen van spoelen. Met behulp van de theorie van Butterworth ontwerpt Rinia in 1931 uitzonderlijk goede hoogfrequente spoelen voor de superinductie apparaten van Philips.

In 1934 wordt het toestel 638 A gefabriceerd. Er zijn hoogfrequente pentodes met een regelkarakteristiek gebruikt en een diode voor de detectie. Hierdoor is automatische sterkterege-ling mogelijk. Verder zien we in dit toestel één bandfilter en twee andere afgestemde kringen, die worden afgestemd met behulp van een viervoudige condensator. Er is een continuvariable klankregeling en een mogelijkheid om zonder antenne te luisteren (netantenne via L_1 , L_2 , en C_1). In het voedingsgedeelte worden electrolytische condensatoren gebruikt en de electro-dynamische luidspreker bevindt zich in het toestel.

Het schema van deze ontvanger is weergegeven in fig. 10, het chassis in figuur 11.

1936.

Daarna schakelt ook Philips over op productie van superheterodynes. Het toestel 695A dat in 1936 wordt gefabriceerd is al een geheel modern toestel. In dit toestel wordt een zeer goed gebruik gemaakt van tegenkoppeling in het laagfrequente gedeelte van het toestel. Posthumus en Black hadden vrijwel gelijktijdig de tegenkoppeling gevonden in 1928.

638 A-Wisselstroomontvanger met automatische-sterkteregeling en netantenne
 CASCADE-ONTVANGER 1934

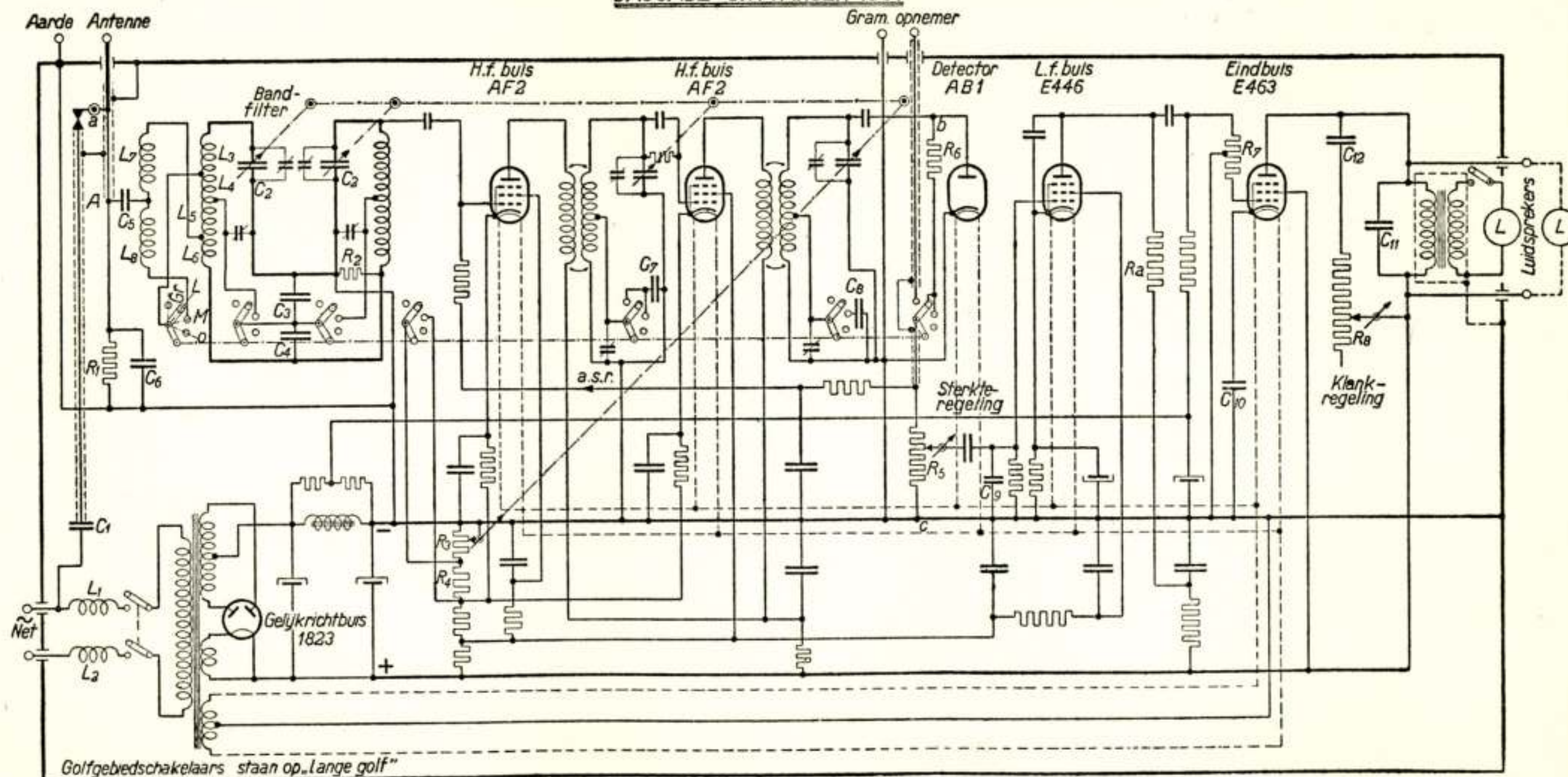


Fig. 10.

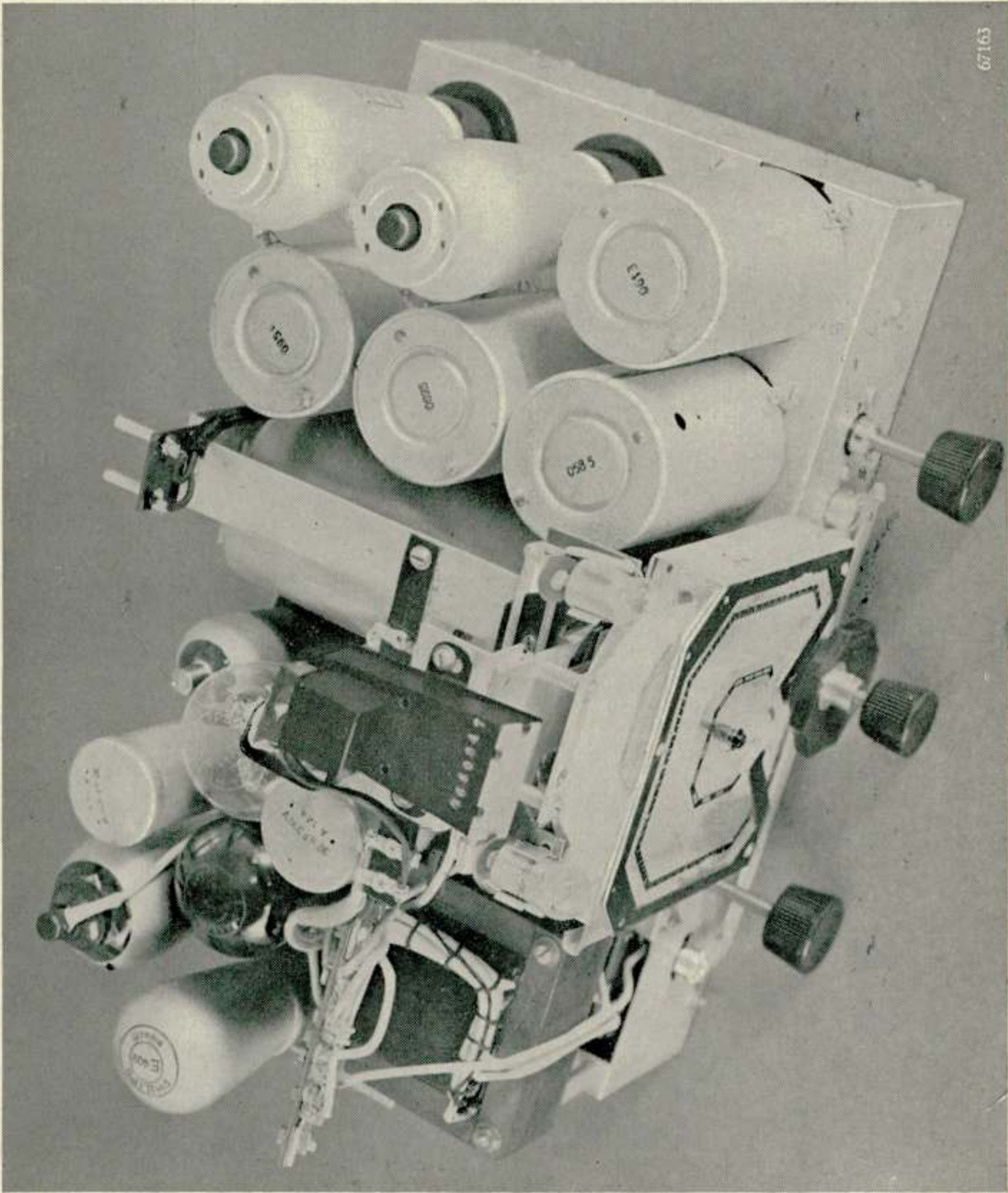


Fig. 11.
Chassis van het toestel uit 1934 met de opvallend grote spoelen van zeer goede elektrische kwaliteit.

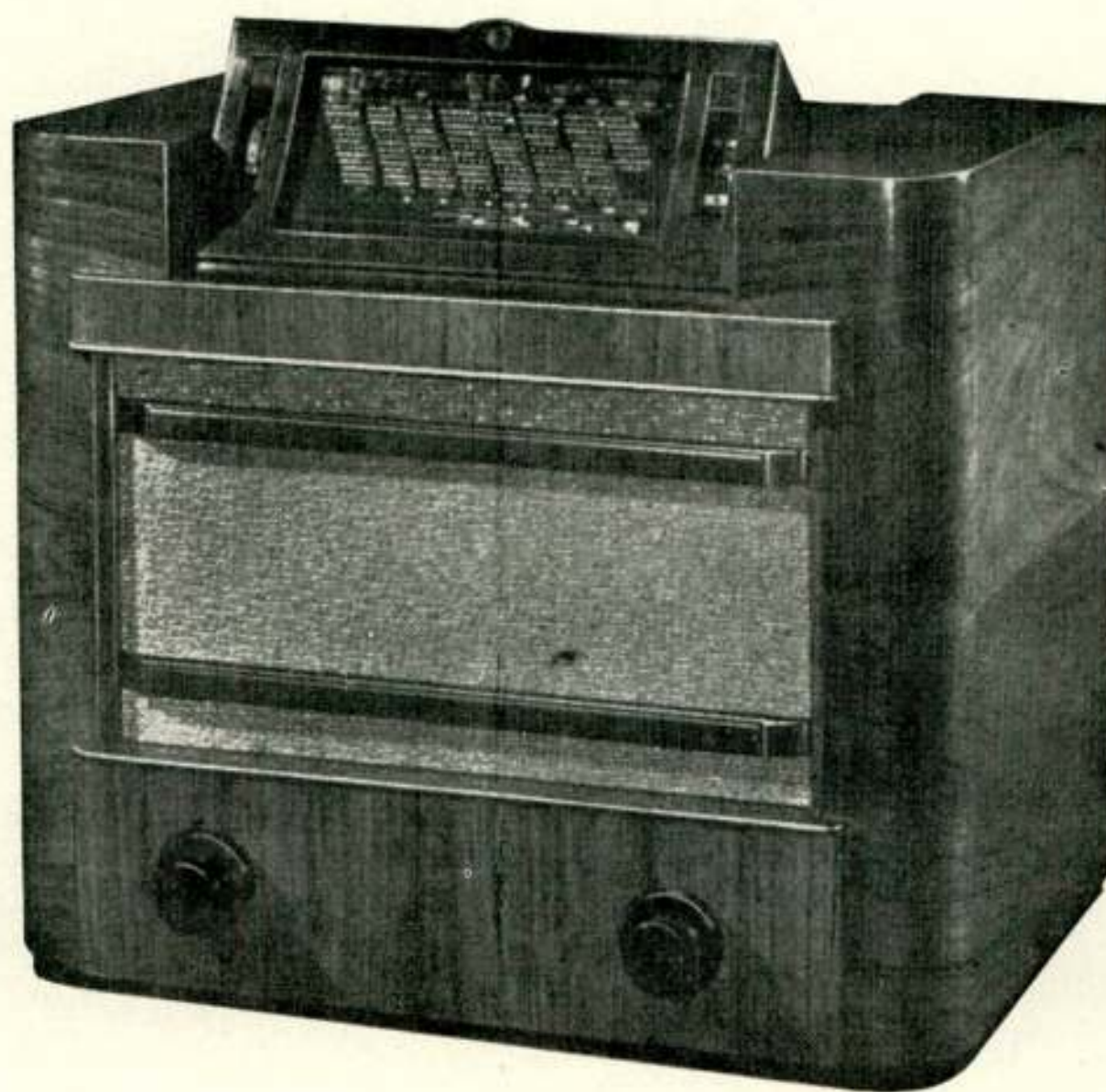


Fig. 12.

De Philips superheterodyne ontvanger met octode 695A (1936).

In figuur 12 ziet men dat het toestel 695 A reeds de vorm heeft van een modern radiomeubel.

In de eerste jaren na de tweede wereldoorlog moet de industrie opnieuw routine verwerven in het ontwerpen en fabriceren van radio-toestellen en de daarvoor benodigde onderdelen. Een nieuw avontuur begint als in 1950 frequentie gemoduleerde zenders in gebruik worden genomen.

Frequentie-modulatie 1936-1954.

De grondgedachte van de frequentiemodulatie wordt in 1902 door Ehret (U.S. patent 1902) gepatenteerd.

Carson toont in 1922 (24) aan dat de voor frequentiemodulatie benodigde bandbreedte zeker meer is dan voor amplitude modulatie.

Van der Pol geeft in 1930 een zeer duidelijke wiskundige behandeling van de frequentie modulatie (25).

Armstrong publiceert in 1936 (26) zijn oorlogsverklaring ten voordele van de frequentiemodulatie en in 1940 de resultaten van zijn uitgebreid programma van experimentele uitzending (27).

In de U.S.A. voelt men geen wezenlijke behoefte aan extra kanalen van hoge frequentie zoals deze voor frequentiemodulatie worden gebruikt en wordt de frequentiemodulatie geen groot succes.

Duitsland voelt in 1950 door de golflengte verdeling, opgesteld in Kopenhagen, Atlantic City en Stockholm, grote behoefte aan meer kanalen en ongestoorde radio-ontvangst. In 1950 wordt een net van frequentiegemoduleerde zenders ontworpen en gebouwd. Thans zijn in West-Duitsland 92 zenders en meer dan 6 miljoen ontvangers. Deze ontvangers hebben alle goede eigenschappen van normale ontvangers voor amplitude modulatie, bieden daarbij de voordelen van ongestoorde ontvangst van naburige F.M.-zenders met een laagfrequente bandbreedte van 15 kc/s.

Transistoren.

De voorgeschiedenis van de transistor is de geschiedenis van de kristaldetector. In de vroege jaren van de radio worden gebruikt als detector de metaal vijlsel „coherer”, de electrolytische en de magnetische detector (zie blz. 10).

In 1906 vindt Pickard de silicondetector en Dunwoody de carborundum detector. Deze kristaldetectoren vervangen

al spoedig de vroegere detectoren en blijven jarenlang in gebruik, ook als detectie met vacuum dioden en trioden al met succes wordt toegepast.

Van 1914 tot 1939 neemt het gebruik van de kristaldetector langzaam af totdat deze als radar detector wordt herboren tijdens de tweede wereldoorlog.

In 1948 ontdekken Bardeen, Brattain en Shockley van de Bell Laboratories de transistor met de mogelijkheid van versterking (28, 29 en 30). Deze „puntcontact” transistoren lijken nu geheel te worden vervangen door lagentransistoren (31 en 32). Dit geschiedkundig verslag eindigt hier met de vermelding van de revolutionaire ontwikkeling van de radio van vandaag. Opmerkelijk is, dat tijdens het laatste decennium vooruitgang in de radio in het bijzonder door ontdekkingen in de physica en chemie van de vaste stof plaatsvindt, b.v. magneetstalen, ferroxcube, ferroxdur, diëlectrica, halfgeleiders en transistoren (33).

Nederlandse chemici en physici hebben op dit gebied zeer baanbrekend werk verricht dat heeft geleid tot nieuwe magneetstalen als het ticonal, tot ferroxcube en tot ferroxdur (Snoek Lit. 34).

Nabetrachting.

De geschiedenis van de radio-ontvangst speelt zich grotendeels af tijdens het leven van onze tijdgenoten en hun ouders, hetgeen duidelijk toont in welke korte tijd de ontwikkeling van de radio tot resultaten heeft gevoerd die men aanvankelijk nauwelijks had mogen verwachten.

Indrukwekkend is de verrassend snelle groei van de toepassing van ideeën die eerst onpractisch of niet efficiënt geleken hebben. Enige voorbeelden illustreren dit.

- a. Heinrich Hertz publiceert in 1887 een verslag over zijn waarnemingen van stralingsverschijnselen tengevolge van vonkontladingen.

Deze waarnemingen zijn vrijwel een bewijs van de theorie die Maxwell reeds in 1865 onder de titel „Dynamical Theory of the electromagnetic field” had gepubliceerd. Zowel bij Maxwell als bij Hertz wijst geen enkel woord op de mogelijkheid van een technische toepassing, hoewel gewezen wordt op de analogie met licht en de telegrafie langs een kabel al sinds 1866 in gebruik is voor transatlantisch verkeer en Bell in 1876 de telefoon gevonden heeft.

- b. Guglielmo Marconi leest in 1895 over deze experimenten van Hertz en ziet de mogelijkheden voor technische toepassing. In 1896 ontvangt hij reeds signalen van een zender op 29 kilometer afstand. Marconi begrijpt ongetwijfeld, getuige zijn reis naar Engeland, de technische waarde van zijn werk.

Nu, 50 jaar later, zenden honderden zenders rond de gehele aarde radiotelefonie programma's voor het huisgezin uit (35).

- c. Oliver J. Lodge patenteert in 1898 de electrodynamische luidspreker. Het fysisch principe van dit patent is zonder meer duidelijk; de industriële productie lijkt echter praktisch onmogelijk. Toch worden nu jaarlijks 40.000.000 electrodynamische luidsprekers gefabriceerd. De frequentie karakteristiek van de geluidsdruk is redelijk vlak ($\pm 3 \text{ dB}$) tussen 100 c/s en 5000 c/s en hoger. De magnetische veldsterkte in de spleet is b.v. 10.000 Gauss. Hoewel de spoel een speling heeft van 0,12 mm en de centrering geschiedt door een weefsel is de levensduur van de luidspreker meer dan 10 jaar.
- d. In 1883 had Edison enige waarnemingen verricht aan een gloeilamp waarin een plaat was aangebracht. Pas in 1904 gebruikt Fleming het „Edison effect” voor detectie en pas in 1906 brengt De Forest twee platen met gloeidraad tezamen en zet zo de eerste stap naar de triode. Ook hier heeft de ontwikkeling, begonnen met deze kooldraad kathode met twee platen, ons gevoerd tot een vervolmaking van radiobuizen die alles overtreft wat men zich in 1906 mocht voorstellen. Er worden nu per jaar meer dan 600.000.000 buizen gefabriceerd met karakteristieken die per type fraai onderling gelijk en constant zijn, hoewel de afstand van het rooster tot de kathode b.v. 0,2 mm is.
- e. In 1857 ontdekt Buff dat een gelijkstroom door een zwavelzuuroplossing na het inschakelen snel afneemt als de anode van aluminium is. Ducretet en Kohlrausch onderzoeken dit effect verder in 1897. Pas omstreeks 1930 slaagt men erin betrouwbare „electrolytische condensatoren” op dit principe gebaseerd te construeren. Nu fabriceert men jaarlijks tientallen miljoenen electrolytische condensatoren (b.v.: capaciteit $100 \mu F$, bedrijfsspanning 350 Volt, volume 60 cm^3) die een levensduur van meer dan 10 jaar hebben.

Dit te veronderstellen vóór 1900 zou volledig ongerijmd zijn geweest.

Telkens valt een verloop van enige tientallen jaren te constateren tussen het moment dat een fundamentele mogelijkheid wordt getoond en het begin van de industriële toepassing. Welke gevolgen zullen de ideeën van onze tijd over 40 jaar hebben?

Zal ieder een telefoon, werkend met behulp van transistoren op extreem hoge frequentie, in de zak hebben? Zal de radiotechniek onze hersenen en zintuigen in sterke mate belasten en ontlasten? Zal de „management” wezenlijk en dagelijks door computers worden geleid?

De radio-ontvangst heeft nu reeds een grote sociale betekenis gekregen en speelt bij de besteding van de vrije tijd een belangrijke rol. In Nederland luistert men gemiddeld 15,45 uur per week (36). De volgende tabel (36) geeft het totaal aantal ontvangers, uitgedrukt in miljoenen en het aantal toestellen per 100 inwoners dat in 1951 in gebruik was.

	miljoen	‰		miljoen	‰
België	1,64	19	Nederland	2,11	21
Denemarken	1,23	29	Noorwegen	0,82	25
W. Duitsland	10,04	21	U. Kingdom	12,81	25
Frankrijk	7,40	18	Zweden	2,20	31
Italië	3,71	8	Zwitserland	1,08	23
Luxemburg	0,06	21	V.S. Amerika	105,0	68
Aantal radio-ontvangers en aantal ontvangers per honderd inwoners.					

Geschiedkundige Literatuur

De ontwikkeling van de radiotechniek in 1912 vindt men in het door Zenneck geschreven „Lehrbuch der drahtlosen Telegraphie”.

Vyvan, een medewerker van Marconi, beschrijft in 1933 de geschiedenis van de radiozender in het boek „Wireless over thirty years” (37).

Swierstra geeft in het boek „Radio-ontvangst in theorie en praktijk” gemakkelijk leesbare schema's uit de jaren 1925 tot 1941 (22). De figuren in dit artikel, genummerd 5,6 en 10 zijn aan Swierstra's boek ontleend.

De geschiedenis van de radio is in 1946 voortreffelijk beschreven door Mc Nicol in het boek „Radio's conquest of space” (38). Dit boek is uitermate prettig leesbaar en het is met grote objectiviteit geschreven.

Ir W. P. Neidig heeft zeer veel literatuur, welke in voorgaand artikel gebruikt is, voor mij verzameld. Ik ben hem hiervoor grote dank verschuldigd.

Appendix I.

In de literatuur vindt men vermeld dat Von Kleist eind 1745 de „condensator” heeft uitgevonden. Daar Von Kleist geen contact onderhoudt met de natuurkundigen van zijn tijd krijgen zijn proeven geen bekendheid (40).

Enige maanden later, begin 1746, doet Van Musschenbroek, onafhankelijk, dezelfde uitvinding. Daar hij een beroemd natuurkundige is, verspreidt de kennis over de Leidse fles zich snel door de wetenschappelijke wereld.

Uit een brief van de Zwitserse bioloog Trembley (1) van 4 Februari 1745 kan men concluderen dat een Zwitser, l'Allamand, waarschijnlijk tezamen met Van Musschenbroek begin 1745 de eerste proeven met de Leidse fles heeft gedaan.

Dr C. A. Crommelin (39) geeft in een, aan mij gerichte, brief de volgende commentaar op de brief van Trembley van 4 Februari 1745:

Dr Crommelin schrijft:

„Uit dien brief (van Trembley) blijkt duidelijk:

1. dat de physicus Allamand (leerling, vriend en medewerker van 's Gravesande, in 1749 hoogleraar geworden) kort vóór 4 Februari 1745 een proef heeft genomen, zeer veel gelijkende op de proef van Van Musschenbroek van Januari 1746. Ook bij Allamand was het water binnenbekselsel, zijn hand buitenbekselsel, het geheel dus een condensator. Wat het merkwaardigste is: hij kreeg „a most violent shock all over his body” enz.
2. dat Van Musschenbroek deze proef herhaald heeft en als gevolg „a most terrible pain” heeft ondervonden.

Nu moeten wij hierbij niet vergeten dat Allamand in 1745 nog niet professor was, dat hij 21 jaar jonger was dan Van Musschenbroek en dat hij dus hoogstwaarschijnlijk assistent van Van Musschenbroek bij zijn fysieke proeven is geweest. Ik vind het ook waarschijnlijk dat Allemand volgens een denkbeeld van den voortreffelijke physicus Van Musschenbroek de proef genomen heeft en dat hij de proef kort daarna aan den laatsten vertoond heeft.

Als dit alles inderdaad waar is (er is weinig reden om hieraan te twijfelen) dan zijn dus Van Musschenbroek en Allamand degenen die in Januari of Februari 1745 de eerste condensator hebben gemaakt en die het eerst die vreselijke schok gevoeld hebben.

Pas ongeveer een jaar later verrichten Van Musschenbroek en Cunaeus (de naam Allamand wordt daarbij niet genoemd) de proeven, waarover men in vele boeken kan lezen en waarvan men toen een geweldige ophef maakte (zie mijn *Catalogus*, Lit. 39).

De schok was de voornaamste nieuwigheid die vooral de aandacht trok. Maar waarom hebben Allamand en Van Musschenbroek hunne proeven van 1754 dan niet bekend gemaakt?

Waarom is Van Musschenbroek pas een jaar later met een „nieuwe” proef voor den dag gekomen, zonder die van 1745 te noemen?

Was het misschien, omdat de schok van 1745 nog niet vreselijk genoeg was en die van 1746 veel erger? Dit blijft een zonderlinge geschiedenis en ik weet er geen bevredigende verklaring van te geven. Maar zoveel is, dunkt mij, zeker, dat, zoals uit den brief van Trembley blijkt, Allamand en Van Musschenbroek omstreeks 1 Februari 1745 den eersten condensator hebben gemaakt, en dat de naam van Von Kleist uitgeschakeld kan worden.”

Tot zover Dr Crommelin.

Appendix 2.

„Notes from Paris — By H. Vivarez.

Some proposed industrial developments.

It very rarely happens that the governing body of any country addresses itself to the consideration — apart from any political motive — of a remedy against misery, and a means for the extinction of pauperism. Such an event is worth putting on record, and we note with satisfaction that a French deputy, M. Denayrouze, has appealed to the Chamber of Deputies to support by its vote a measure he had prepared, one of purely scientific interest, but the social consequences of which might be of considerable importance. Just at the moment when the requirements of public expenditure involves the amassing of millions upon millions of francs, M. Denayrouze submits his proposal, one of very modest proportions, under the form of a credit of 20,000 francs to be devoted in sums of 5000 francs

as prizes for the best essays, submitted to the French Institute (the Académie des Sciences), and on the following subjects:

1. What are the best practical means for effecting, under easily maintained and economical conditions for agriculturists, a combination of the nitrogen of the air with the other elements of the atmosphere, water, and soil, in such a way as to produce quickly and in large quantities, nitrogenised compounds, which contain the essential principles of manures — principles which nature creates only slowly and sparingly.
2. What will be the best means to effect under economical conditions, easily attainable by artisans in town, the production for home use of a small motive power, equivalent for example to that of an apprentice, a woman, or a labourer. The method should involve the utilisation of any form of energy, heat, electricity, mechanical work, chemical force, & c. The means adopted are of no importance, provided that the desired end be obtained, this end being to permit any artisan engaged on small industries, to work at home, without being obliged to remain under the necessity of foregoing the assistance of mechanical power. This is practically, in the actual state of applied science, to some extent monopolised by a small number of capitalists, owners of water or steam power, and the manual labour of the artisan working at home, cannot enter into competition.
3. What will be the best practical method under conditions favourable for agriculturists, of producing small machines or sources of power capable of developing in the field, energies equal to that of a man, of a horse and of a pair of oxen.
4. What will be the best practical means of producing at a moderate price, a form of aluminium possessing the qualities of iron, the ore of which is met with all over the world. This metal, discovered by Sainte-Claire Deville, only about half a century ago, and adapted to various decorative purposes during the last twenty-five years would find a universal field for application so soon as its production, under the conditions named, became practical.

It is certain that the initiative taken by the Government will not suffice to encourage able inventors in bringing these four problems to a successful issue. Two of them, the first and the last, present indefinite difficulties, whilst the other

two have already been partially solved. But M. Denayrouze can justly urge that official assistance has already proved of great service in industry, especially in the manufacture of sulphate of soda and of beetroot sugar, and which were created out of the necessities of the French Government." Enz.

LITERATUUR

1. Trembley: The light caused by Quicksilver shaken in a glass-tube proceeding from electricity. Philosophical Transactions Vol. 22 1745, blz. 58.
2. Nollet: Observations sur quelques nouveaux phénomènes d'électricité. Histoire de l'Académie Royale des Sciences 1746.
3. Le Monnier: The Communication of Electricity. Philosophical Transactions Vol. 22 1746, blz. 290.
4. Nobili and Antinori with notes by Michael Faraday: On the Electromotive Force of Magnetism. Philosophical Magazine Vol. 11 1832, blz. 401.
5. J. Henry: On the production of currents and sparks of electricity from magnetism. The American Journal of Science and Arts Vol. 22 1832, blz. 403.
6. Prof. W. Thomson: On Transient Electric Currents. Phil. Mag. Vol. 5 1853, blz. 393.
7. J. C. Maxwell: A dynamical Theory of the Electromagnetic Field. Royal Society Transactions. Vol. 155 1864, blz. 526.
8. J. C. Maxwell: A treatise of Electricity and Magnetism 1873.
9. A Phenomenon of the Edison Lamp. Engineering 1884, blz. 553.
10. Edouard Branly: Variations de conductibilité des substances isolantes. Comptes Rendus Académie des Sciences Vol. 111 1890, blz. 90.
11. Heinrich Hertz: Ueber sehr schnelle elektrische Schwingungen. Wiedemanns Annalen. Vol. 31 1887, blz. 421.
12. Heinrich Hertz: Untersuchungen über die Ausbreitung der elektrischen Kraft. 1891.
13. W. von Bezold: Untersuchungen über die Elektrische Entladung. Poggendorf's Annalen Vol. 140 1870, blz. 541.
14. Prof. O. Lodge: The work of Hertz. Nature Vol. 50 1894, blz. 133.
15. G. Marconi: On wireless telegraphy. Journal Institution of Electrical Engineers Vol. 28 1899, blz. 273.
16. J. A. Fleming: The thermoionic valve and its developments in radiotelegraphy and telephony. London 1919.
17. E. Reisz: A new method of magnifying electric currents. The Electrician Vol. 72 1914, blz. 726.
18. E. H. Armstrong: Proc. I.R.E. Dec. 1919.
19. B. D. H. Tellegen: Eindversterker problemen. Tijdschrift van het Ned. Radiogenootschap Vol. 3 1927, blz. 141.

20. C. W. Rice and E. W. Kellogg: Notes on the development of a new type of hornless loudspeaker.
 21. A. Jenny: Die Elektrolytische Oxydation des Aluminiums und seiner Legierungen 1938.
 22. R. Swierstra: Radio-ontvangst in theorie en praktijk 1943—1947.
 23. S. Butterworth: Effective resistance of inductance coils at radio-frequency. The Wireless Engineer, vol 3, 1926, blz. 203.
 24. Carson: Notes on the theory of modulation. Proc. I.R.E. Vol. 10 1922, blz. 57.
 25. Balth. van der Pol: Frequency Modulation. Proc. I.R.E. Vol 18, 1930, blz. 1194.
 26. E. H. Armstrong: A method of reducing disturbances in radio signaling by a system of frequency modulation. Proc. I.R.E. Vol. 24 1936, blz. 689.
 27. E. H. Armstrong: Evolution of frequency modulation. Proc. I.R.E. Vol. 59 1940, blz. 485.
 28. J. Bardeen en W. H. Brattain: The transistor, a semiconductor triode. Phys. Rev. Vol. 74 1948, blz. 230.
 29. W. H. Brattain en J. Bardeen: Nature of the forward current in germanium point contacts. Physical Review Vol. 74 1948, blz. 231.
 30. W. Shockley en G. L. Pearson: Modulation of conductance of thin films of semi-conductors by surface charges. Physical Review Vol. 74 1948, blz. 232.
 31. W. Shockley: The theory of p.n. junctions in semiconductors and p.n. junction transistors B.S.T. Vol. 28 1949, blz. 435.
 32. F. S. Goucher, G. L. Pearson, M. Sparks, G. K. Teal en W. Shockley: „Theory and Experiment for a Germanium p-n Junction”. Phys. Rev. Vol. 81 1951, blz. 637.
 33. G. Holst: Eigenschappen van magnetisch materiaal. Handelingen Nederlands Natuur- en Geneeskundig Congres 1939.
 34. J. L. Snoek: New Developments in ferromagnetic materials 1947.
 35. O. L. Johansen: World radio handbook for listeners 1953.
 36. C. B. S.: Radio en vrije-tijdsbesteding. 1954.
 37. R. N. Vyvyan: Wireless over thirty years. 1933.
 38. D. Mc. Nicol: Radio's conquest of space. 1946.
 39. C. A. Crommelin: Descriptive catalogue of the physical instruments of the 18th Century. 1951.
 40. Krüger: Geschichte der Erde 1746.
-

Lectures on Electronic Computing

by L. Kosten and W. L. v. d. Poel

Delivered for the Nederlands Radiogenootschap on October 30th, 1953.

SUMMARIES OF THE PAPERS

The history of the electronic computing machine „PTERA”, purpose and possibilities

by L. Kosten

In this article is first of all given a brief survey of the origin of automatic computers in general. Then the considerations are mentioned that have led to the construction of PTERA. Further the major components of the machine and their functions are discussed in an elementary manner. Finally the possibilities of the application of this machine are compared with those of punching-card machines and desk computers.

The functioning of the electronic computing machine „PTERA”

by W. L. v. d. Poel

In the second article the operation of PTERA is discussed in greater detail. The placing of the figures on the memory drum is discussed primarily because the spreading of the digits of a number across an entire circumference is of paramount importance for the further design of the units. Next the arithmetic unit is discussed in general. Additions are effected in series; multiplications and divisions in parallel form. In the discussion of the control it is observed that the address additions do not require a separate counter because they are also effected in the arithmetic unit. In detail are then discussed the basic design of a section of the arithmetic unit and the circuit arrangements for the selection, the writing and the reading on the drum.

In conclusion all the units of the machine are briefly discussed on the basis of a block diagram.

*) The complete papers are published in: „Het P.T.T. Bedrijf”, 5, (1953), 116-148. Reprints are available on request at the Headoffice Netherlands P.T.T., The Hague, Holland.

Programming for the electronic computing machine „PTERA”

by W. L. v. d. Poel

The third article deals with the programme technique for PTERA from a user's point of view, which means that this discussion of the machine is of a purely phenomenological nature.

After the notations used have been elucidated, the handling of all instructions is given in the shape of a table. The use of the vital instructions is explained with regard to a few examples. Very important for the handling of the machine is the system of conversions as determined by the design of the input programme and by the organization of subprogrammes with the aid of the directory programme. The input programme is given in detail. In conclusion a few more possibilities for programme design are given, such as switches and interpretative programme.

Discussion of Program „A 7” for the electronic computing machine „PTERA”

by L. Kosten

In this article a complete picture is given of the handling of a characteristic problem (the making of a certain function table) with the aid of PTERA. Further it is discussed how the problem must be previously adapted mathematically, how a so-called flow diagram of the programme is obtained and how that programme is worked out in detail and tested as to faults. Finally an off-set printing proof is given of a page of the table, which has been derived directly from the machine.

The programme discussed is fault signalling for the greater part.

WETENSCHAPPELIJK RADIOFONDS „VEDER”

**Dr F. COETERIER**

Door het wetenschappelijk Radiofonds „Veder” werd dit jaar aan Dr F Coeterier uit Eindhoven een prijs toegekend voor zijn arbeid inzake de ontwikkeling van het multiflex klystron, waarvan de beschrijving voorkomt in het Philips Technisch Tijdschrift van September 1946, blz. 257—267.

Dr Coeterier, in 1906 te Amsterdam geboren, studeerde aldaar aan de Gemeentelijke Universiteit en deed in 1928 zijn doctoraal examen wis- en natuurkunde. Na zijn assistentschap bij Prof. Dr A. Michels te Amsterdam werkte hij enige maanden als volontair bij de B.P.M. in Roemenië, daarna van 1931—1933 bij Prof. Dr P. Scherrer in Zürich. Met de aldaar verkregen meetresultaten promoveerde hij in 1933 cum laude bij Prof. Dr P.

Zeeman te Amsterdam, op proefschrift: Metingen van het Einstein—De Haas-effect van pyrrhotien.

In 1934 trad Dr Coeterier als natuurkundige bij de N.V. Philips in dienst, waar hij op het Natuurkundig Laboratorium de eerste tijd aan röntgenbuizen werkte en later aan de ontwikkeling van een infra-roodkijker (Physica deel 3 (1936) 968—976 en deel 4 (1937) 33—40). Na de oorlog heeft hij zich vooral bezig gehouden met de ontwikkeling van het multiflex klystron, waarvan de beschrijving voorkomt in het Philips Technisch Tijdschrift Sept. 1946, blz. 257—267; nadien met de verbeteringen en het vinden van toepassingen.

**Ir P. L. M. VAN BERKEL**

Aan Ir P. L. M. van Berkel uit Voorburg is een beloning toegekend voor zijn bijdrage tot ontwikkeling en constructie van een automatisch werkende ionosfeerpeiler, beschreven in het Tijdschrift van het Nederlands Radiogenootschap Mei 1953 blz. 149—165.

Ir van Berkel werd geboren te Rotterdam 19 Nov. 1925. Hij studeerde te Delft van Oct. 1945 tot Juli 1950. Vanaf 1 Nov. 1948 tot 1 Aug. 1950 was hij als assistent bij Prof. Elias werkzaam in het ionosfeeronderzoek. Bij de pensionnering van Prof. Elias in 1950 werd hij aangesteld tot adjunct-ingenieur, een jaar later tot ingenieur der P.T.T. (Centraal Laboratorium). Hier ontwikkelde hij o.a. een tweetal typen van ionosfeer-peil-

inrichtingen, waarvan er één in het Tijdschrift van het Nederlands Radiogenootschap beschreven is.

Tijdens de recente zonsverduistering verbleef Ir van Berkel in Zweden bij prof. Rydbeck, buitenlands lid van het Nederlands Radiogenootschap.

Tenslotte ontving het Hoofdbestuur van de V.E.R.O.N. (Vereniging voor Experimenteel Radio-onderzoek Nederland) een schenking ten behoeve van de Nederlandse radioamateurs, die tijdens de watersnood Februari 1953 verbindingen hebben tot stand gebracht en onderhouden en die zich daarbij bijzonder hebben onderscheiden.

NIEUWE UITGAVEN

De redactie ontving de volgende nieuwe uitgaven:

Reference data for Radio Engineers, zesde druk van de derde editie, uitgegeven door de Federal Telephone and Radio Corporation, New York.

The Oscilloscope at work, een uitgave van Iliffe & Sons, Londen.

In een der volgende nummers zullen deze uitgaven besproken worden.

Boekbesprekingen

„Television Receiver Servicing: Volume I: Time-base Circuits”, by E. A. W. Spreadbury, M. Brit, I.R.E. Uitgegeven door Trader Publishing Co. Ltd., en in de handel gebracht door Iliffe & Sons Ltd., op 19th March, 1954. 22 x 14 cm. Prijs 21 s. 0d. 310 blz. 187 figuren.

Dit boek is geschreven door de ervaren radio-reparateur, die zich ook op het gebied van de televisie-service wil gaan begeven. Het is geen handleiding voor het opsporen van fouten, maar een leerboek waarin de lezer bekend gemaakt wordt met de in televisie ontvangers toegepaste schakelingen en hun werking, terwijl mogelijke storingen en de daarbij optredende verschijnselen besproken worden.

De schrijver is er in geslaagd in een voor de radioman begrijpelijke taal de werking van de televisieschakelingen zeer helder uiteen te zetten, zonder gebruik van wiskunde (in het hele boek komt geen enkele wiskundige formule voor). Hij begint met de behandeling van de mogelijke oorzaken wanneer een televisie-ontvanger in 't geheel niet beeld, een vervormd beeld of een niet gesynchroniseerd beeld vertoont, waarbij hij zeer summier diverse schakelingen behandelt. Verderop in het boek worden allerlei typen tijdbasis-, synchronisatie- e.a. schakelingen uitvoerig besproken om de serviceman een inzicht te geven in de werking ervan. Deze bespreking geschiedt steeds aan de hand van schakelschema's van in Engeland gefabriceerde toestellen. Hoewel dit een zekere eenzijdigheid met zich meebrengt, is het aantal verschillende oplossingen van een bepaald probleem dat gegeven wordt groter dan men in enig ander soortgelijk boek vindt, waardoor toch een goed overzicht van de diverse mogelijkheden verkregen wordt. Juist deze veelheid van schakelvoorbeelden maakt dit boek ook interessant voor de ontwerper van televisieapparaten.

De schrijver heeft klaarblijkelijk gestreefd naar zo groot mogelijke volledigheid, zozeer zelfs, dat hij niet alleen enkele volkomen in onbruik geraakte schakelingen behandelt, maar ook b.v. een schakeling van een vliegwieltijdbasis die in Engelse apparaten (nog) niet toegepast wordt. In dit verband valt op dat de wel praktisch toegepaste schakeling met „efficiency-diode”, die de na de terugslag in de lijn-afbuigspoelen nog aanwezige energie naar de voedingsbron terugvoert, in 't geheel niet genoemd wordt.

Afgezien van een, misschien door beknoptheid, niet geheel juiste verklaring van de lijntijdbasis met „booster-diode” en een enkele andere ontsporing is de behandeling van de diverse onderwerpen zeer correct, zodat voor de aspirant service-man dit boek een betrouwbare gids kan zijn.

Wat prettig aandoet is dat de schrijver niet schroomt kleine handigheidjes, die een ervaren service-man toepast om zonder apparatuur fout-oorzaken op te sporen, bespreekt en uitlegt. Aan het einde van het boek is een hoofdstuk aan meet apparatuur gewijd. De tekeningen zijn zeer duidelijk en de uitvoering van het boek is keurig.

J. J. P. V.

Technisch Vademecum, Afdeling E—R, Electro- en radiotechniek, onder redactie van Ir G. L. Ludolph. N.V. De Technische Uitgeverij H. Stam, Haarlem 1953. 1136 blz. Prijs f 31.—.

In dit Vademecum zijn de beide takken van de electrotechniek, die gewoonlijk met de niet gelukkig gekozen benamingen „sterkstroom” en „zwakstroom” worden gekarakteriseerd, op een evenwichtige wijze vertegenwoordigd, althans wat de omvang betreft. Overeenkomstig de tegenwoordige stand van de techniek is aan hetgeen men onder de laatstgenoemde tak pleegt te verstaan, het grootste deel van het boek toebedeeld.

Door acht medewerkers is een waardevolle verzameling gegevens bijeengebracht, die in de praktijk als naslagwerk zeer goede diensten kan bewijzen. Het boek is ingedeeld in de volgende hoofdstukken: electriciteitsleer, meetinstrumenten en metingen, verlichtingstechniek, licht- en krachtinstallaties, bliksemafleiders, accumulatoren, gelijkrichters, elektrische machines en transformatoren, elektrische inrichting van hijswerktuigen en liften, elektrische centrales, zwakstroomtechniek, geluidsregistratie, radiotechniek, televisie, radartechniek. Een verzameling normaalbladen, betrekking hebbende op de electrotechniek, en een uitgebreid alfabetisch register vormen een goede afsluiting. Wat de behandelde onderwerpen betreft is het dus vrij volledig.

Een groot deel van het boek wordt ingenomen door tabellen. De tekst is in sommige hoofdstukken zeer summier, in andere uitvoeriger. Ook al zou niet aangegeven zijn, dat de verschillende hoofdstukken van verschillende auteurs afkomstig waren, zou dit toch onmiddellijk opvallen. Dit komt ook hierin tot uiting, dat sommige onderwerpen in verschillende hoofdstukken aan de orde komen, waarbij dikwijls in herhaling wordt vervallen. Zo verschijnen onderdelen der wisselstroomtheorie op verschillende plaatsen, waarbij het geheel onoverzichtelijk en onvolledig blijft. Ook acoustische onderwerpen komen verspreid, en met nodeloze herhalingen, voor.

De verlichtingstechniek en de geluidsregistratie zijn onderwerpen, waarover nog weinig literatuur bestaat. Op duidelijke wijze wordt een overzicht gegeven van de huidige stand van deze technieken. Ook de hoofdstukken over de moderne onderwerpen televisie en radar zijn zeer welkom.

Het hoofdstuk „radiotechniek”, dat bijna het derde deel van het boek in beslag neemt, is wel het minst geslaagde. Een zeer groot deel hiervan bestaat uit grafieken en tabellen, waarvan vele van zeer weinig practisch belang zijn. Op vrij onbelangrijke onderwerpen wordt uitvoerig ingegaan, terwijl zeer belangrijke in het geheel niet aan de orde komen. Het geven van formules voor frequentie-lineaire en golflengte-lineaire condensatoren is toch wel uit de tijd. De detector wordt daarentegen in het geheel niet genoemd. De bespreking van omroepontvangers is wel heel erg fragmentarisch; de belangrijkste zaken worden niet genoemd. Frequentiemodulatie wordt slechts kort aangevoerd, zonder dat op de praktische betekenis er van wordt gewezen. Dat deze modulatiemethode alleen bij ca 40 MHz in aanmerking komt, dateert van 15 jaar geleden. Het vrijwel geheel verzwijgen of slechts even aanroeren van de moderne ontwikkelingen, b.v. de zeer korte golven, steekt wel af tegen de wijze van behandeling in andere hoofdstukken, die wel op de hoogte van de tegenwoordige stand van de techniek zijn.

Dat bijna 100 bladzijden worden ingenomen door advertenties is wel wat ongewoon.

De uitvoering van het boek is goed verzorgd.

W.

Table of Secants and Cosecants to Nine Significant Figures at Hundredths of a Degree. — National Bureau of Standards Applied Mathematics Series. 40.

Deze secans- en cosecans tafel — waarvan de berekening met het oog op het samenstellen van bepaalde navigatietabellen werd uitgevoerd — is verkrijgbaar bij: The Superintendent of Documents, U.S. Government Printing Office, Washington 25, D.C.; kosten 35 dollarcenten.

O.

„SCHIFFSFUNK- UND SCHALLORTUNGSTAGUNG" TE BREMEN

Wij hebben veel gehoord en gezien op de „Schiffsfunk- und Schallortungstagung" te Bremen die buiten elk internationaal verband om door de „Ausschusz für Funkortung" georganiseerd werd. Er waren niet minder dan 800 deelnemers, die in drie dagen — 12, 13 en 14 Mei — een dertigtal voordrachten van sprekers van verschillende nationaliteiten te verwerken kregen. Men behandelde:

- a) de grondslagen van de electronische navigatie hulpmiddelen in gebruik bij de zeevaart.
- b) Het gebruik van deze hulpmiddelen.
- c) Horizontale en verticale echometers.
- d) Nieuwe ontwikkelingen en gebruiksmogelijkheden.

Onder de sprekers was ook aangekondigd Sir Robert Wattson Watt, doch deze was door ziekte verhinderd. Zijn toespraak werd door de voorzitter voorgelezen.

Veel nieuws heeft men niet verteld, doch er werd een duidelijk overzicht gegeven van de hedendaagse algemeen bekende electronische hulpmiddelen bij de navigatie.

Zoals bekend is de radarontwikkeling in Duitsland thans nog niet toegestaan. Men toonde evenwel in licentie gebouwde apparaten n.l. de Decca 45, de Raytheon 1500, alsmede een havenradar ontwikkeld in Spanje. Voorts werd gedemonstreerd met de Kelvin & Hughesradar type 2 C, alsook met een door Kelvin & Hughes vervaardigde havenradar (horizontale bundelbreedte 0,6 graden pulslengte 0,07 u sec!).

In de haven waren de meeste van de toestellen in werking te zien, zodat een goede vergelijking mogelijk was.

Belangstelling trok ook een door de firma Plath vervaardigde richtingzoeker met visuele aanwijzing (kathodestraalbuis).

Alle firma's die in Duitsland echoloden fabriceren maken speciaal ten behoeve van de visserij thans aanwijsapparaten met kathodestraalbuis om een betere aanwijzing van vis dicht bij de zeebodem te verkrijgen.

Van Nederlandse zijde werden voordrachten gehouden door de directeur van het Loodswezen te Amsterdam de Heer Tichelman (onderwerp: Ervaringen met de havenradar van IJmuiden) en de Heer Schimmel van het Ned. Radar Proefstation (onderwerp: Het raplot systeem).

Onder de eregasten bevond zich de voorzitter van de Staatscommissie voor Onderzoek Electronische Hulpmiddelen bij de Navigatie, de Heer A. J. W. van Anrooy.

Alle gehouden voordrachten zullen binnen afzienbare tijd in druk verschijnen.

FRANSE NATIONALE TENTOONSTELLING VAN RADIO- EN TELEVISIE INDUSTRIE

Van 2 tot 12 October a.s. wordt in het Musée des Travaux Publics, Place d'Iéna, Parijs (16°) de 17e Franse Nationale Radio en Televisie tentoonstelling gehouden. Deze tentoonstelling die de laatste jaren bezocht werd door meer dan 100.000 personen is niet uitsluitend een handelsdemonstratie, doch is ook bedoeld om een complete indruk te geven van de technische vooruitgang van de Franse Radio en Televisie Industrie.

Nadere inlichtingen zijn te verkrijgen bij de National Federation of Radio-electric & Electronic Industries of France, (SNIR), 23 rue de Lubeck, Parijs, (16°).

Uit het Nederlands Radiogenootschap



Ir H. MAK †

Op 18 Juni is Ir H. Mak, Hoofd van de Afdeling Omroep en Televisie van het Staatsbedrijf per P.T.T., op 60-jarige leeftijd van ons heengegaan.

Het is uiteraard niet mogelijk in een kort bestek de verdiensten en bijzondere eigenschappen van de te vroeg ontslapene te schetsen; enkele regelen — in overeenstemming met de eenvoud, die Ir Mak kenmerkte — mogen getuigenis afleggen van de waardering en genegenheid van allen, die het voorrecht hadden met de overledene in aanraking te zijn gekomen.

Ir Mak was de personificatie van de radio-ingenieur en radio-amateur in de allerbeste zin des woords.

In een periode, dat de radiotechniek in een beginstadium verkeerde en goeddeels het terrein van de amateur was, heeft hij, geleid door een helder verstand, gepaard aan een scherpe intuïtie, een belangrijk aandeel gehad in de ontwikkeling in Nederland van deze tak der techniek.

Zijn uiteenzettingen in „Radio-Nieuws” in de twintiger jaren, die velen der ouderen zich nog zullen herinneren, waren in hoge mate leerzaam en hebben bijgedragen tot een beter begrip in de destijds actuele problemen (en veelal onjuiste of vage voorstellingen).

Ook tijdens zijn werkzaamheid bij de destijds „Gemeentelijke Telefoon-dienst” te 's-Gravenhage (waarvan Ir Mak tijdens de 2e wereldoorlog tijdelijk het directeurschap waarnam) bleef hij het radiovak, dat hem zeer dierbaar was, trouw. Zijn geesteskind, radiodistributie over het telefoon-net, een systeem, uniek in zijn soort, was ruim vijf en twintig jaren geleden, een koene onderneming. Ook hier manifesteerde zich een vruchtbare fantasie, geleid door een juist inzicht in de mogelijkheden van collectieve audiodistributie over een kabelnet.

Na de 2de wereldoorlog werd Ir Mak voor de opdracht gesteld leiding te geven bij de vragen, welke zich voordeden bij de zich uitbreidende omroep op de middengolven en in het bijzonder t.a.v. die problemen, welke naar voren kwamen bij de invoering van televisie en F.M. omroep in Nederland. Evenzeer in deze werkring, met zowel technische als politieke aspecten, kwamen zijn vakkennis, zowel als zijn begrip voor maatschappelijke en menselijke verhoudingen tot hun recht.

Vol enthousiasme heeft hij zich tot het laatste toe aan zijn taak gegeven, ook toen de ziekte, van de ernst waarvan hij zich wel bewust was, hem reeds zeer in zijn werk belemmerde.

Kernachtig kon Ir Mak zich uitdrukken; puntig en sprankelend was de humor, waarmee een originele woordenkeus werd geïllustreerd.

Zo zullen allen in dankbare genegenheid de sympathieke mens gedenken.

v. d. W.

PROF. Ir B. D. H. TELLEGEN ONTVANGT DE SPEURWERKPRIJS

Door het Koninklijk Instituut van Ingenieurs is in 1954 een prijs ingesteld voor het beste speurwerk in Nederland op technisch-wetenschappelijk gebied. Deze prijs dient ter erkenning van de grote waarde van technisch-wetenschappelijk speurwerk en beoogt een stimulans te zijn om dit te bevorderen.

De prijs wordt eens in de twee jaar verleend en in 1954 geschiedde dit in het vakgebied van de electrotechniek en natuurkunde. Zoals reeds in No. 3 vermeld, besloot een daartoe ingestelde commissie unaniem prof. ir B. D. H. Tellegen met deze prijs te eren. De plechtigheid vond plaats tijdens de jaarvergadering van het Koninklijk Instituut op 9 Juni j.l. Nadat de voorzitter, dr ir J. A. Ringers, de bedoeling van deze prijs had geschetst, gaf hij een overzicht van de grote verdiensten van prof. Tellegen, aan wien hij de bijbehorende

gouden medaille overhandigde. In de laatste tien jaren heeft Tellegen een belangrijke, gesloten en elegante synthese der netwerktheorie gegeven, door middel van het toevoegen van een nieuw element, de gyrator, aan de andere elementen, zoals de transformator. Zijn publicatie hierover is van een klassieke allure. Later is de gyrator, door het in toepassing komen van materialen van gyromagnetische eigenschappen, van een theoretisch element ook tot een reëel technisch element geworden.

In een bijna dertigjarige activiteit als onderzoeker zijn, gedeeltelijk met anderen samen, ruim 40 publicaties van zijn hand verschenen. In die periode heeft Tellegen zich nog zéér bijzonder onderscheiden door de uitvinding van de pentode en door de ontdekking van het „Luxemburg-effect”.

v. S.

Ir J. C. KOK BENOEMD TOT RIDDER IN DE ORDE VAN ORANJE NASSAU, MET DE ZWAARDEN

Kolonel der Artillerie Ir J. C. Kok werd op 31 Juli 1919 benoemd tot tweede-luitenant bij het wapen der artillerie. Zijn belangstelling ging al vrij spoedig uit naar de jonge militaire luchtvaart, waar hij als officier-waarnemer tal van jaren werkzaam is geweest. In 1934 behaalde hij in Delft het diploma voor electrotechnisch ingenieur.

Gedurende de oorlogsjaren verrichtte hij veel en belangrijk ondergronds werk, waarvoor hem in 1952 de Bronzen Leeuw werd toegekend. In 1945 werd hij hoofd van de afdeling Electrotechniek van de Technische Staf, in 1952, na een doorgevoerde reorganisatie, Hoofd van het Adviesbureau voor Wetenschappelijk Onderzoek van het Hoofdkwartier der Generale Staf, en in Juli 1952 tevens belast met de functie van gedelegeerde van de Minister van Oorlog bij de Rijksverdedigingsorganisatie — T.N.O.

De aan hem en zijn naaste medewerker, lt kol. ir Adank, toegekende jongste onderscheidingen dienen te worden gezien als blijk van waardering voor hun taakopvatting op dit moeilijke terrein en voor de door het adviesbureau bereikte resultaten.

J. P.

ERKENNING VAN EEN CURSUS VOOR RADIO-TECHNICUS

Aan het drietal cursussen voor Radio-technicus in Amsterdam, Den Haag en Hilversum, dat namens het N.R.G. werd erkend, is thans een vierde cursus toegevoegd, namelijk die van de Bedrijfsschool te Eindhoven, deel uitmakend van het Bureau Philips' Onderwijs en Volksontwikkeling.

WERA-EXAMENPRIJS

Na de voorjaarsexamens 1954 van het N.R.G. is aan twee der geslaagde deelnemers toegekend de WERA-examenprijs, beschikbaar gesteld door het Wetenschappelijk Radiofonds Veder voor uitzonderlijke goede resultaten behaald op N.R.G.-examens. Het zijn de heren J. de Boer in Alkmaar en J. Schoemaker in Utrecht.

NIEUWE LEDEN

H. M. J. Bucx, Borgesiuslaan 49, Amersfoort.
 Ir L. H. Hovenkamp, Patrijslaan 11, Den Haag.
 Ltz. II R. H. Kerkhoven, Oranjelaan 8, Leidschendam.
 Ir C. T. de Wit, Ruusbroecklaan 19, Eindhoven.

VOORGESTELDE LEDEN

Ir J. van Baarda, Berlagelaan 151, Hilversum. (PTI)
 Dr Ir J. C. Francken, Gen. Cronjéstraat 26, Eindhoven. (Philips Nat. Lab.)
 Dr Ir E. W. van Heuven, v. Coothstraat 1, Eindhoven. (Philips)
 Ir B. Hogenweg, Watervlietstraat 45, Velsen-Noord, post Beverwijk. (Philips)
 H. Kok, Poolsterstraat 18, Hilversum.
 Ir J. L. Leistra, Maerlantlaan 2, Eindhoven. (Philips)
 Ir R. Slegtenhorst, da Costalaan 99, Rijswijk. (Fysisch Laboratorium R.V.O.—T.N.O.)
 Ltz. II. Ir J. Vermeulen, Corn. v. d. Lijnstraat 207, Den Haag. (Marine)

NIEUWE ADRESSEN VAN LEDEN

Ir J. A. Bijvoet, Gooweg 17, Noordwijk.
 H. B. R. Boosman, Diependaalse Drift 23, Hilversum.
 J. A. Greefkes, Bonifaciuslaan 20, Eindhoven.
 Ir J. A. Hammer, Wilhelminastraat 4, Noordwijk.
 Drs. A. M. J. Jaspers, Bezuidenhoutseweg 1, Eindhoven.
 Ir J. A. Koster, 59 Delisle Ave, Toronto, Ontario, Canada.
 Ir F. C. de Ronde, Hertogstraat 27, Eindhoven.

CORRECTIE OP No. 3, 1954

Men leze voor het adres van Ir S. J. Noteboom: Rozenboomlaan 140, Voorburg.

COMMISSIE SAMENWERKING V.E.V.—N.R.G.

De Commissie „Samenwerking V.E.V.—N.R.G.”, ingesteld volgens een besluit van de algemene jaarvergadering van 5 Maart 1954 te Hilversum, bracht dezer dagen een rapport uit aan het Bestuur. Dit rapport is voor leden bij de secretaris verkrijgbaar.

Het werkterrein van de N.V. Philips' Telecommunicatie Industrie te Hilversum omvat alle takken van de tegenwoordige telecommunicatietechniek: radio communicatie, lijntelefonie, automatische telefonie, telegrafie, televisie en radar. Zij ontwikkelt en bouwt haar installaties in nauwe samenwerking met de deskundigen van de P.T.T., van leger, vloot en luchtmacht en van andere grote opdrachtgevers in binnen- en buitenland. Daardoor kenmerken deze installaties zich door volkomen aanpassing aan de eisen, die de praktijk stelt.

N. V. P H I L I P S ' T E L E C O M M U N I C A T I E I N D U S T R I E
H I L V E R S U M

