

MAANDELIJKS

MAART 1946

DE

# RADIO REVUE

4

## INHOUD

Ons eerste bezoek aan fabrieken.  
Industriele HF.-verhitting.  
Het vraagstuk der aanpassing.  
Automatische regelaars.  
Radio-ontvangers.  
Radiocursus (3e Les).  
Grafische oefeningen.  
Werkhuis & Radiotechnologie.  
Televisiecursus.  
Foto-electrisch effect.  
Methodisch foutzoeken.  
Practische lampencontrole.  
Vraagbaak.

BEHEER EN REDACTIE :  
Prins Leopoldstraat, 28  
Antwerpen (Borgerhout)



PRIJS : 35 FR.

INDUCTIEVE EN DIËLECTRISCHE  
HOOGFREQUENT  
VERWARMING

**WESTINGHOUSE**

INTERNATIONAL ELECTRIC

---

VOOR ALLE INLICHTINGEN

GENERAL DEVELOPMENT C<sup>o</sup>

NAAMSCHE STRAAT, 80 BRUSSEL

TEL : 11.32.82

ALLE ELECTRISCHE EN RADIO-ELECTRISCHE  
HUIS- EN INDUSTRIEËLE APPARATEN

V R A A G C A T A L O G U S R.

Postcheckrekening Brussel 485811 — Girorekening Den Haag 211.881.  
Uitgave van « Algemeene en Technische Boekhandel P. H. BRANS ».  
Prijs per nummer : 35 fr. — Abonnement : 340 fr. voor 12 nrs.

## Ons eerste Bezoek aan Fabrieken

Zooals in ons vorig nummer werd medegedeeld, werd ons eerste bezoek aan fabrieken, instellingen enz. georganiseerd op 20 Maart l.l. De belangstelling was veel grooter dan wij zelf hadden durven verhoppen en het was noodzakelijk een tweede groep voor dezelfde bezoeken uit te noodigen voor 1 April. Het programma werd, zooals in het vorig nummer aangekondigd, bijna op de minuut juist uitgevoerd; het is dus niet noodig dit hier nog eens te herhalen.

Wij gelooven dat dit, als eerste contactname wel geslaagd mag heeten te meer omdat de redactie van de Radio Revue en, meer in het bijzonder, Prof. Dr. Palmans, er zorg voor gedragen heeft, dat ieder deelnemer aan de bezoeken in de gelegenheid gesteld werd te vragen wat hij verlangde te weten en te zeggen wat hij werkelijk dacht met betrekking tot alles wat de Radio Revue tot dusver geboden heeft.

Zij die actief hebben deelgenomen aan de besprekingen in het Nationaal Radio- en Filmtechnisch Instituut worden langs dezen weg niet alleen bedankt voor hun initiatief maar tevens aangespoord om ook in de toekomst bij gelijkaardige gelegenheden op den ingeslagen weg voort te gaan, want wij houden het er voor dat persoonlijk contact tusschen redactie en lezers, zoomede tusschen leeraren en studenten noodzakelijk is om een harmonische samenwerking te verkrijgen. Bij deze eerste samenkomst werden stellig veel bijzondere punten toegelicht die niet zoo gemakkelijk in de Revue te behandelen zijn.

Sommige vragen, die reeds vroeger af en toe schriftelijk werden gesteld en waarover op de redactie reeds uitvoerige besprekingen plaats vonden, hebben ons in de gelegenheid gesteld ons standpunt uiteen te zetten t.o.v. b.v. Radar, Frequentiemodulatie, Impulsmodulatie, enz.

Deze nieuwe zaken verdienen ongetwijfeld onze aandacht en op de redactie worden ze van nabij gevolgd maar, vermits de Radio Revue bijna uitsluitend lezers telt, die zelf in de praktijk staan of zich voorbereiden om met de Radiotechniek den kost te verdienen, hebben wij in de eerste plaats die zaken te behandelen die, ofwel tot practische resultaten voeren, ofwel een diepere studie van een practisch probleem vormen.

Wat hebben wij thans aan Radar? Practisch niets om de goede reden dat het slechts een beperkte toepassing vindt buiten de leger- en andere officieele diensten waarin slechts weinige specialisten de gelegenheid vinden om met het systeem te werken. Waarom dan zooveel misbaar gemaakt rond deze zaak waarvan voor « ons » het belang niet onmiddellijk is? In andere tijdschriften worden daarover misschien wel bladzijden gevuld maar dan met de kennelijke bedoeling sensatie te verwekken.

De nieuwsgierigheid opwekken of de sensatielust van een oppervlakkig publiek bevreemden is onze rol of ons doel niet. Wij laten daarover de anderen wat uitpraten en als de tijd zal gekomen zijn om er werkelijk belangrijke details over mede te deelen, zullen wij net zoover zijn als de anderen maar intusschen zullen wij geen

kostbare plaatsruimte gevuld hebben met nuttelooze of sensationeele algemeenheden, waaraan niemand wat heeft. Intusschen kunnen wij de daarvoor noodige ruimte voor belangrijker zaken gebruiken.

Dergelijke redeneering zouden wij kunnen houden voor frequentiemodulatie waarvan bij ons de toepassingen nog niet zóó voor de hand liggend zijn vermits in Europa nog geen senders met modulatiefrequentie junctionneeren en zelfs bij ons weten nog niet in aanbouw zijn. Later, vermoedelijk bij het in voege treden der televisie, kan dit onderwerp belang hebben. Dan kunnen wij in eenmaal, rechtstreeks op het doel af gaan zonder omwoegen en zonder sensatiezucht! Wij hebben trouwens thans zoovele andere onderwerpen met onmiddellijk belang uit te diepen en de jongere generatie, die zich voor de toekomst gereed maakt mag niet verwaarloosd worden. Dat is onze hoop... het is onze toekomst, die van ons Volk en van ons Land.

Wij moeten goede vaklui hebben om te werken voor export, onze éénige redding! De radiotechniek levert ons hiertoe een uitstekende gelegenheid omdat met de radio-apparaten weinig ingevoerde grondstof en veel inheemsche arbeid geëxporteerd wordt! Het ware te hopen dat onze regereiders dit maar even zouden inzien. Zij laten wel communiqués ten gunste van den uitroer publiceren maar wat hebben zij tot dusver daarvoor zelf gedaan buiten het uitvaardigen van een heele boel lastige formaliteiten die vaak nog door een stel inerte ambtenaren bemoeilijkt worden?

De deelnemers aan het eerste bezoek in de SBR-fabrieken hebben zelf gehoord hoe men daar verlangt en zoekt naar bekwaame vakmensen om het bedrijf véér op te werken. Wij hebben daár hooren bevestigen wat wij vroeger reeds schreven.

Een woord van hartelijke dank mag zeker niet ontbreken aan het einde van dit hoofdartikel en wel aan allen die medewerkten aan het welslagen van dezen zeer gevulden studiedag maar vooral (in chronologische volgorde) aan de firma Decca en aan de Heeren Ing. Beguin en Ing. Dewalhens en Prof. Palmans alsmede aan onze secretaresse Paula Casteleyn die in de toekomst de meeste bezoeken persoonlijk zal bijwonen voor het beantwoorden van vragen van administratieven aard.

Vervolgens den heer Ing. L. Bernaert, Bestuurder van het Na Ra Fi die zóó bereidwillig de vergaderzaal van het Instituut te onzer beschikking stelde en ons tevens een korte, maar degelijke mededeeling over nieuwe lampen, enz. deed. Alsmede de Heer Devillez die ons met zijn aanwezigheid en zijn steeds beminnelijken glimlach vereerde.

Tenslotte en niet het minst de firma SBR en haar technischen bestuurder den Heer Lohest die ons de gelegenheid verschafte in SBR de geheele fabriek te bezoeken onder de kundige leiding der Heeren Ing. Muls en Pattyn.

Aan allen nogmaals onzen hartelijksten dank.

P. H. B.

# INDUSTRIEELLE HOOGFREQUENTVERHITTING

door Ing. A. L. G. Bernaert en Ing. J. Mellaerts

## I. — INLEIDING.

Onder den druk der oorlogsomstandigheden werd snelle vooruitgang in de ontwikkeling en uitwerking van industriële toepassingen en bewerkingen geboekt. Vooruitgang die onder normale evolutie-omstandigheden tal van jaren in beslag zou genomen hebben. Vele der nieuwtoepassingen en werkmethodes zullen behouden blijven, andere zullen geen stand kunnen houden wanneer de normale economische factoren weer een overwegende rol spelen. Op het gebied der productie van warmte voor industriële doeleinden heeft de oorlog twee voorname ontwikkelingen gebracht. De eerste, verwarming door infraroodbestraling; de tweede, hoogfrequentverhitting.

Vanuit een zuiver wetenschappelijk standpunt gezien, zouden we feitelijk geen onderscheid mogen maken tusschen deze twee methodes, want in beide hebben we te doen met een omzetten van electromagnetische energie in thermische energie. Bij infraroodbestraling hebben we echter te doen met golflengten van enkele microns (1 à 3); bij hoogfrequentverhitting met golflengten van enkele decimeters tot honderden meters.

Zooals het past in een « Radio Revue » zullen we vooral laatstgenoemde methode nader onderzoeken. Toch zullen we eerst een paar woorden uitleg verstrekken over de infraroodbestraling, al ware het maar omdat het toch ook om « hoogfrequent » gaat.

## II. — INFRAROODBESTRALING.

Drie soorten stralingsbronnen worden thans in de industrie gebruikt. De gloeilamp, die allereerst gebruikt werd in de geneskunde voor infraroodbehandeling van verschillende locale aandoeningen (b.v. reumatisch, ontstekingen) die niet te diep onder het huidoppervlak gelegen zijn. De gloeidraad werkt aan hoge temperatuur en moet noodzakelijkerwijze in een beschermende atmosfeer omsloten zijn om oxidatie te verhinderen. Een tweede type is het open of ingesloten weerstandselement dat roodgloeiend gedreven wordt. Een derde stralingsbron is die der « zwarte » lichamen, t.i.z. een niet-lichtgevende stralingsbron in den vorm van metalen platen die electrisch of door middel van gas verhit worden.

De straling die op een voorwerp valt wordt gedeeltelijk teruggekaatsd aan de oppervlakte, gedeeltelijk opgeslorpt en gedeeltelijk verder geleid. De opgeslorpte energie wordt in warmte omgezet en wel op de plaats waar de opslorping plaats vindt. De verhitting zal dus meestal een oppervlakteverschijnsel zijn en de warmteontwikkeling binnen het voorwerp zal afhangen van de thermische geleidbaarheid van het materiaal waaruit het bestaat. Wanneer echter het voorwerp gedeeltelijk doorschijnend is, zal een gedeelte der warmte onder de oppervlakte ontstaan en zal het voorwerp meer evenredig verhit worden. De meeste toepassingen van dit verhittingssysteem vindt men onder den vorm van inrichtingen voor het drogen, harden en/of bakken van lagen verf op metalen of niet-metalen, laagjes lijm onder geplakte houtvelletjes van onregelmatigen vorm, synthetische weefsels enz.

## III. — HOOGFREQUENTVERHITTING.

Evenals het principe der verhitting door infraroodbestraling niet nieuw is, is ook dit der hoogfrequentverhitting niet nieuw. Wegens inductieve en dielectrische verliezen werd verwarming van geleiders en niet-geleiders reeds jaren geleden opgemerkt. Daar het om « verliezen » ging streefde de ontwerper van zenders er naar die zoo klein mogelijk te houden en dus zoo min mogelijk electro-magnetische energie om te zetten in warmte en zoo veel mogelijk electro-magnetische energie uit te stralen. Thans echter bestaan er toepassingen waarin de rollen omgekeerd zijn. De zender wordt zóó

ontworpen dat uitstraling, om storing bij radio-ontvangst te verhinderen, tot een minimum herleid wordt terwijl warmte in een bepaald lichaam kan opgewekt worden.

Ieder radiotechniekier is vertrouwd met de beschouwingwijze dat spoelen stapelplaatsen zijn van magnetische energie en condensatoren van electrostatische energie. Metalen, geplaatst in een wisselend magnetisch veld, worden verhit door de inductiestroom en door de wervelstroom die in de metalen ontstaan. Er wordt dus energie aan het magnetisch veld onttrokken. Op ietwat gelijkaardige manier onttrekken dielectrische energie aan het electrostatisch veld waarin ze zich bevinden. Algemeen wordt dan van « Electronische Verhitting », « Chauffage Electronique », « Electronic Heating » gesproken, waarin zowel de verhitting van metalen als de verhitting van niet-metalen bedoeld wordt. De inductie-verhitting van metalen is electronisch in karakter en, zooals verder zal aangetoond worden, is dit niet het geval bij de hoogfrequentverhitting van niet-metalen. Voor die reden is het logischer te spreken van :

- 1°) de inductieve verhitting van geleiders,
- 2°) de dielectrische verhitting van niet-geleiders.

### 1. — De Inductieve verhitting van Geleiders.

a) *Principe.* — In een metalen massa die zich in het magnetisch veld van een spoel bevindt, ontstaan inductiestroom. Deze vloeien in zoo'n richting dat ze zelf een veld opwekken dat het oorspronkelijk magnetisch veld tegenwerkt. Het materiaal dat verhit moet worden met den specifieke weerstand van 't materiaal en omgekeerd evenredig met de magnetische permeabiliteit en kan dus als een kortgesloten secundaire wikkeling van een transformator beschouwd worden. Verliezen wegens het ontstaan van wervelstroom nemen snel toe met de frequentie. Terzelfdertijd echter zal wegens « huid-effect » de stroomdichtheid minder eenvormig doorheen de doorsnede van de metalen kern zijn. De dichtheid zal grooter zijn aan de oppervlakte. De indringdiepte is evenredig met de frequentie. Magnetische materialen zullen dus een kleine indringdiepte vertoonen en een sterke oppervlakteverhitting. Bij deze metalen neemt ook het hysteresisverlies toe met de frequentie, zoodat ook dit tot de verhitting bijdraagt. (Dit is slechts juist tot een temperatuur bereikt wordt — de Curie-temperatuur genoemd — waarbij ze niet-magnetisch worden.) Als richtlijnen voor practische toepassingen hebben we dus :

- 1°) De dikte der laag waarin warmte ontwikkeld wordt kan uiterst dun gehouden worden bij gebruik van voldoende hoge frequenties.
- 2°) De plaats waar verhitting vereischt is kan beperkt worden, door het magnetisch veld tot die plaats te beperken.
- 3°) Wegens hun hogere resistiviteit en permeabiliteit kunnen ijzer en staal gemakkelijker verhit worden dan metalen zooals zilved en koper. Voor niet-magnetische materialen moeten, om dezelfde verhitting te bekomen, hogere frequenties gebruikt worden dan voor magnetische materialen.

Is een oppervlakteverhitting gewenscht dan moet het snel genoeg gebeuren om te beletten dat de warmte zich naar binnen zou verspreiden wegens de thermische geleidbaarheid van het metaal. Voor gemiddelde indringdiepten bestaan twee mogelijke werkwijzen. Indien een zeer hoge frequentie gebruikt wordt, kan het vermogen gering gehouden worden, maar het moet een tijdje inwerken om toe te laten dat de warmte zich onder de oppervlakte tot de vereischte diepte verspreidt. Ofwel kan een veel lagere frequentie gebruikt worden. Hierbij is de verhitte laag dikker. Het vermogen moet veel grooter zijn om de vereischte temperatuur zeer snel te bereiken om geen tijd te laten aan de warmte om zich verder te verspreiden.

(Vervolg blz. 108)

# Het Vraagstuk der Aanpassing

door M. T. J. Hennes

## INLEIDING.

### 1. — Het vraagstuk der aanpassing :

Het vraagstuk der aanpassing stelt zich als volgt :

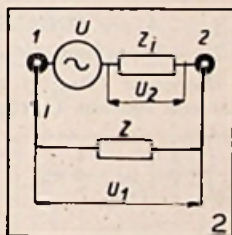
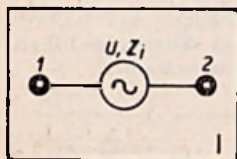
- Welke impedantie moet men aan een spanningsbron schakelen, opdat het nuttig verbruikte vermogen in deze impedantie maximum zij ? Of nog :
- Welke zijn de karakteristieken van den aanpassings-transformator, die men moet schakelen tusschen een spanningsbron en een gegeven impedantie, opdat het nuttig vermogen in deze laatste maximum zij ?

### 2. — Doel van deze studie :

Hoogervermeld vraagstuk oplossen in zijn meest algemeen vorm, dank zij het gebruik der uiterst vruchtbare, complexse (imaginaire of symbolische) rekenmethode, voor enkele praktische gevallen n.l. : passieve tweepolen, passieve vierpolen, transformatoren en laagfrequentversterkers (eindversterkers). We zullen eveneens het geval der voorversterkers behandelen, alhoewel het voor deze laatste geen aanpassingskwestie is van vermogens, wel het bepalen van de voorwaarden voor dewelke men maximum spanningsversterking bekomt.

### 3. — Inhoud :

- I. De aanpassing bij passieve tweepolen.
- II. De aanpassing bij transformatoren :
  - A. Ideale transformatoren ;
  - B. Transformatoren uit de praktijk.
- III. De aanpassing bij passieve vierpolen.
- IV. De aanpassing bij L.F.-versterkers :
  - A. Voorversterkers ;
  - B. Eindversterkers.
- V. Besluit.



## I. — DE AANPASSING BIJ PASSIEVE TWEEOLEN.

### 1. — Eerste vervangschema van spanningsbronnen :

Een eerste, klassiek vervangschema van de spanningsbron uit fig. 1 (leegloopspanning U en inwendigen complexen weerstand Zi) vindt men terug in fig. 2 : de leegloopspanning U in serie met den inwendigen complexen weerstand Zi tusschen de klemmen 1 en 2, stelt de bron voor ; de complexse weerstand Z verbonden aan 1—2, stelt den uitwendigen weerstand voor.

Er stroomt in den kring een effectieve stroom :

$$I = \frac{U}{Z + Z_1} \quad (1)$$

De spanning aan de klemmen 1—2 bedraagt :

$$U_1 = I \cdot Z = \frac{U}{Z + Z_1} \cdot Z \quad (2)$$

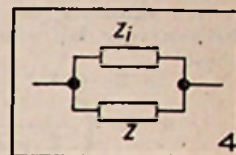
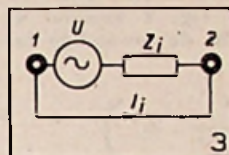
en over den weerstand Zi :

$$U_2 = I \cdot Z_1 = \frac{U}{Z + Z_1} \cdot Z_1 \quad (3)$$

### 2. — Tweede vervangschema :

Vermenigvuldigen we het tweede lid van (2) boven en onder met Zi :

$$U_1 = \frac{U}{Z + Z_1} \cdot \frac{ZZ_1}{Z_1}$$



Deze uitdrukking kunnen we anders schrijven :

$$U_1 = \frac{U}{Z_1} \cdot \frac{ZZ_1}{Z + Z_1} = \frac{U}{Z_1} \left[ \frac{1}{Z} + \frac{1}{Z_1} \right] \quad (4)$$

De eerste factor  $\frac{U}{Z_1}$  van (4) is gelijk aan den kortsluitingsstroom I<sub>1</sub> van de spanningsbron (fig. 3).

De tweede factor, tusschen de haken, stelt de resulterende impedantie voor van de in parallel geschakelde impedanties Z en Zi (fig. 4).

We kunnen bijgevolg de spanning U<sub>1</sub> over de klemmen 1—2 bekomen met door de parallelgeschakelde weerstanden den kortsluitingsstroom I<sub>1</sub> te laten stroomen (fig. 5).

Een spanningsbron kunnen we dus steeds voorstellen hetzij door het eerste vervangingschema (fig. 2), hetzij door het tweede (fig. 5).

### 3. — Vermogens :

We onderscheiden, over 't algemeen, wanneer we van vermogens spreken : het werkvermogen, het blindvermogen en het schijnvermogen.

Zij I de stroom door- en U de spanning over een complexen weerstand. Dan is, zooals wij weten uit de wisselstroomtheorie :

$$\text{— het werkvermogen : } N_w = I \cdot U \cdot \cos \varphi \quad (5)$$

$$\text{— het blindvermogen : } N_b = I \cdot U \cdot \sin \varphi \quad (6)$$

$$\text{— het schijnvermogen : } N_s = I \cdot U \quad (7)$$

We gaan deze drie uitdrukkingen schrijven in imaginair rekenen. We weten dat :

$$[A] = a + jb = A (\cos \varphi + j \sin \varphi) = \sqrt{a^2 + b^2} (\cos \varphi + j \sin \varphi) = |A| \cdot e^{j\varphi} \quad (8)$$

$$\text{dus } I = |I| \cdot e^{j\varphi_1}$$

$$U = |V| \cdot e^{j\varphi_2} \text{ en } U^* = |V| \cdot e^{-j\varphi_2}$$

(U\* geconjugeerde waarde van U)

$$\begin{aligned} \text{en } I \cdot U^* &= |I| \cdot |V| \cdot e^{j\varphi_1} \cdot e^{-j\varphi_2} \\ &= |I| \cdot |V| \cdot e^{j(\varphi_1 - \varphi_2)} = |I| \cdot |V| \cdot e^{j\varphi} \\ I \cdot U^* &= |I| \cdot |V| \cdot (\cos \varphi + j \sin \varphi) \end{aligned} \quad (9)$$

Het reëel gedeelte van (9) is gelijk aan de uitdrukking van het werkvermogen, het imaginaire gedeelte aan de uitdrukking van het blindvermogen en de absolute waarde van (8) aan het schijnvermogen :

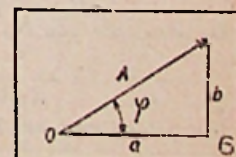
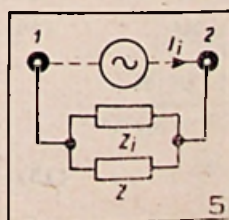
$$N_w = \text{Re} (I \cdot U^*)$$

(Re = reëel gedeelte van...)

$$N_b = \text{Im} (I \cdot U^*)$$

(Im = imaginair gedeelte van...)

$$N_s = |I \cdot U^*|$$



Verder kunnen we ook, naar (8), schrijven :

$$Z = |Z| e^{j\varphi}$$

$$Z_1 = |Z_1| e^{j\varphi_1}$$

4. — *Werkvermogen voor inwendige en uitwendige impedantie :*

Overeenkomstig de notities van fig. 2 kunnen we schrijven voor het werkvermogen in de inwendige impedantie :

$$N_{w,i} = \text{Re} (I \cdot U_1^*)$$

$$= \text{Re} \left( \frac{U}{Z + Z_1} \cdot \frac{U^*}{Z^* + Z_1^*} \cdot Z_1^* \right)$$

$$= \text{Re} \left( \frac{|V|}{|Z| e^{j\varphi} + |Z_1| e^{j\varphi_1}} \cdot \frac{|V| \cdot |Z_1| \cdot e^{-j\varphi_1}}{|Z| e^{-j\varphi} + |Z_1| e^{-j\varphi_1}} \right)$$

$$= \text{Re} \left( \frac{|V|^2 \cdot |Z_1| \cdot e^{-j\varphi_1}}{|Z|^2 + |Z_1|^2 + 2|Z| |Z_1| e^{j(\varphi-\varphi_1)} + |Z| |Z_1| e^{j(\varphi_1-\varphi)}} \right)$$

$$N_{w,i} = \frac{|V|^2 \cdot |Z_1| \cdot \cos \varphi_1}{|Z|^2 + |Z_1|^2 + 2|Z| |Z_1| \cos(\varphi - \varphi_1)} \quad (10)$$

Op analoge wijze kunnen we voor het werkvermogen in de gebruiksimpedantie schrijven :

$$N_w = \frac{|U|^2 \cdot |Z| \cos \varphi}{|Z|^2 + |Z_1|^2 + 2|Z| |Z_1| \cos(\varphi - \varphi_1)} \quad (11)$$

Ter vereenvoudiging stellen we :

het reëel gedeelte van Z :  $|Z| \cos \varphi = R$   
 het imaginair gedeelte van Z :  $|Z| \sin \varphi = X$   
 Voor  $Z_1$  :  $|Z_1| \sin \varphi_1 = X_1$   
 $|Z_1| \cos \varphi_1 = R_1$

Dan wordt (10) :

$$N_{w,i} = \frac{|U|^2 R_1}{(R^2 + X^2) + (R_1^2 + X_1^2) + 2(RR_1 + XX_1)}$$

of 
$$N_{w,i} = \frac{|U|^2 R_1}{(R + R_1)^2 + (X + X_1)^2} \quad (12)$$

En (11) :

$$N_w = \frac{|U|^2 R}{(R + R_1)^2 + (X + X_1)^2} \quad (13)$$

5. — *De aanpassing :*  
 Een verbruiksimpedantie aanpassen aan een spanningsbron is de waarde bepalen van deze impedantie voor dewelke het nuttig vermogen maximum is.

In het geval van de passieve, lineaire tweepolen, die we tot nog toe behandelden, zullen we dus aanpassing hebben voor die waarde van Z die  $N_w$  (13) maximum maakt.

De afgeleide van  $N_w$  naar R geeft :

$$\frac{dN_w}{dR} = \frac{|U|^2 \cdot \{ (R + R_1)^2 + (X + X_1)^2 \} - |V|^2 \cdot R \cdot 2(R + R_1)}{\{ (R + R_1)^2 + (X + X_1)^2 \}^2}$$

Gelijkstellend met nul krijgen we :

$$(R + R_1)^2 + (X + X_1)^2 = 2R(R + R_1)$$

Waaruit :

$$R_1^2 + (X + X_1)^2 = R^2 \quad (14)$$

De afgeleide van  $N_w$  naar X geeft :

$$\frac{dN_w}{dX} = \frac{-2(X + X_1) |U|^2 R}{[(R + R_1)^2 + (X + X_1)^2]^2}$$

Gelijkstellend met nul krijgen we :

$$X = -X_1 \quad (15)$$

In deze voorwaarde wordt (14) :

$$R = R_1 \quad (16)$$

**Besluit :** Om de aanpassing te verwezenlijken moet de uitwendige impedantie gelijk zijn aan de geconjugeerde complexe waarde van de inwendige impedantie van de bron.

Dus :  $Z = Z_1^*$   
 Het zal natuurlijk niet altijd mogelijk zijn tegelijkertijd aan de twee gestelde voorwaarden (15) en (16) te voldoen en zeker niet voor alle frequenties. Meestal zal men trachten aan de twee voorwaarden te voldoen voor één frequentie en dikwijls zelfs zal men, benaderend, de impedantie Z vervangen door een zuiver ohmschen weerstand.

6. — *Waarde van het werkvermogen in het speciaal geval der aanpassing :*

We bekomen  $(N_w)_{max}$  indien we in (13)  $R = R_1$  en  $X = -X_1$  stellen.

$$(N_w)_{max} = \frac{|U|^2 R_1}{4R_1^2} = \frac{|U|^2}{4R_1} \quad (17)$$

Het vermogen verbruikt in de inwendige impedantie bedraagt, in dezelfde voorwaarden :

$$N_{w,i} = \frac{|U|^2}{4R_1} \quad (18)$$

Het maximum uitwendig vermogen, bekomen bij de aanpassing, is bijgevolg gelijk aan de helft van het totaal door de bron afgeleverd vermogen.

II. — DE AANPASSING DOOR MIDDEL VAN TRANSFORMATOREN.

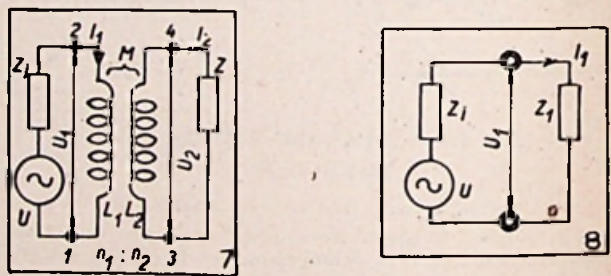
Het is niet steeds mogelijk rechtstreeks de aanpassing te bekomen tusschen een gegeven spanningsbron en een uitwendige impedantie. In veel gevallen kan men dit doel bereiken door tusschenschakeling van transformatoren, zoals we hierna zullen zien.

We gaan het vraagstuk eerst onderzoeken in het eenvoudigste geval, het is te zeggen voor verliesvrije transformatoren ; — achteraf zullen wij het dan bestudeeren voor de transformatoren uit de praktijk.

A. — IDEALE TRANSFORMATOREN.

1. — *Transformatieregel voor complexe weerstanden :*

Hiernaast (fig. 7) hebben we het schema geteekend van een idealen (verliesvrijen) transformator.



$Z_1$  is de inwendige impedantie van de primaire spanningsbron U en Z is de secundaire gebruiksimpedantie ;  $\frac{n_2}{n_1}$  is de transformatieverhouding.

We weten dat voor een dergelijken transformator de volgende vergelijkingen geldig zijn :

$$M = \sqrt{L_1 L_2} \quad (19)$$

$$\frac{U_2}{U_1} = \pm \frac{n_2}{n_1} \quad (20)$$

$$\frac{I_2}{I_1} = \pm \frac{n_1}{n_2} = \frac{U_1}{U_2} \quad (21)$$

Berekenen we thans de waarde van  $Z_1$  in fig. 8 in de hypothese dat dit laatste schema equivalent zij aan dit van den idealen transformator uit fig. 7.

Fig. 8 geeft :

$$I_1 = \frac{U}{Z_1 + Z_1} \quad (22)$$

$$U_1 = I_1 \cdot Z_1 \quad (23)$$

Rekenschap houdende met (20) en (21) kunnen we schrijven :

$$Z_1 = \frac{U}{I_1} = \frac{U_2 \cdot \frac{n_1}{n_2}}{I_2 \cdot \frac{n_2}{n_1}} = \frac{U_2}{I_2} \cdot \left(\frac{n_1}{n_2}\right)^2$$

of

$$Z_1 = Z \left(\frac{n_1}{n_2}\right)^2 \quad (24)$$

Dit is de transformatieregel voor complexe weerstanden : De getransformeerde impedantie is gelijk aan de secundaire belastingsimpedantie vermenigvuldigd met het kwadraat van de omgekeerde transformatieverhouding.

2. — Aanpassing door middel van ideale transformatoren :

Enmaal de getransformeerde waarde van de secundaire gebruiksimpedantie berekend, door middel van (24), volstaat het den aanpassingsregel, gezien onder 1,5 toe te passen en te stellen :

$$Z_1 = R_1 + j X_1 = R_1 - j X_1$$

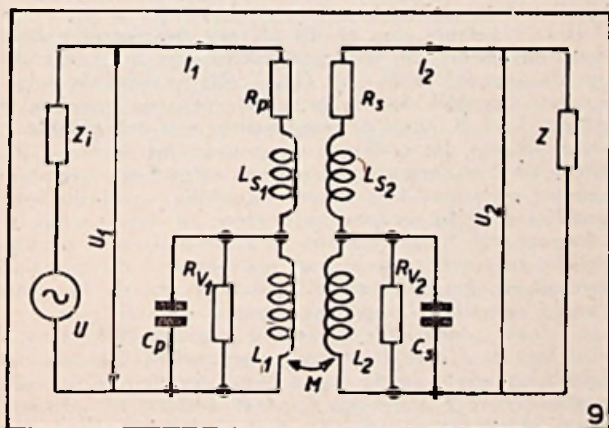
Indien de secundaire gebruiksimpedantie Z zich herleidt tot een zuiver ohmschen weerstand R, krijgen we voor den getransformeerden weerstand :

$$R_1 = R \left(\frac{n_1}{n_2}\right)^2$$

Het secundaire arbeidsvermogen bedraagt alsdan :

$$(N_w)_{sec} = R_e (I_2 \cdot U_2^*) = R_e [I^2 \cdot R \left(\frac{n}{n_2}\right)^2]$$

$$(N_w)_{sec} = \frac{|U^2| \cdot R}{R_1 + \left(\frac{n_1}{n_2}\right)^2 R} \cdot \left(\frac{n_1}{n_2}\right)^2$$



en bij de aanpassing

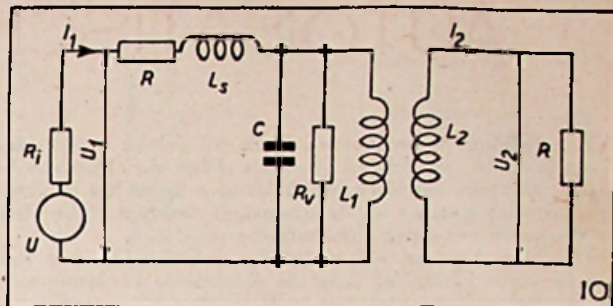
$$R_1 = \left(\frac{n}{n_2}\right)^2 R$$

$$(N_w)_{sec} = \frac{|U|^2}{4 R_1}$$

Het arbeidsvermogen in den secundairen weerstand is gelijk aan het arbeidsvermogen verbruikt in den inwendigen weerstand van de bron.

### B. — TRANSFORMATOREN UIT DE PRACTIJK.

In dit geval moeten wij rekenschap houden met de verliesweerstandens  $R_p$  en  $R_s$  van de primaire en secundaire wikkelingen ; met hun respectievelijke capaciteiten  $C_p$  en  $C_s$  en met de ijzerverliezen  $R_{v1}$  en  $R_{v2}$ . Tenslotte houden we ook nog rekening met het feit dat slechts een gedeelte der primaire en secundaire spoelen gekoppeld zijn en wel  $L_1$  en  $L_2$  ;  $L_{s1}$  en  $L_{s2}$  verbeelden de gedeelten die niet gekoppeld zijn (stroomingszelfinducties).



Indien we den transformatieregel (24) toepassen dan kunnen we de secundaire complexe weerstanden overtransformeeren naar de primaire wikkeling en dan krijgen we het vervangingscircuit fig. 10 waarin :

$$R = R_p + R_s \left(\frac{n_1}{n_2}\right)^2$$

$$L_s = L_{s1} + L_{s2} \left(\frac{n_1}{n_2}\right)^2$$

$$C = C_p + C_s \left(\frac{n_2}{n_1}\right)^2$$

$$R_v = R_{v1} + R_{v2} \left(\frac{n}{n_2}\right)^2$$

met  $n_1$  aantal windingen van  $L_2$ ,  $n_2$  aantal windingen van  $L_1$ .

De verdere berekening vergt dan twee deelen :

- ten eerste, de berekening van  $I_1$  met de gegevens uit fig. 10 ;
- ten tweede, de berekening van de transformatie met een idealen transformator.

In het hoofdstuk IV komen we hierop terug.

### III. — DE AANPASSING BIJ PASSIEVE VIERPOLEN.

De transformatoren, die we reeds onder II bestudeerden, zijn tenslotte slechts een speciaal geval van passieve vierpolen : ze bezitten twee ingangs- en twee uitgangsklemmen (vierpolen) en bevatten geen vermogensbronnen.

Hieronder zullen we de vierpolen in hun meest afgemeenen vorm behandelen.

#### I. — Algemeene vergelijkingen van de vierpolen :

De vierpool voorgesteld in fig. 11 bevat uitsluitend lineaire elementen (t.i.z. dat er evenredigheid bestaat tusschen de stroomen en de spanningen).

$I_1$  (ook  $I_2$ ) hangt bijgevolg in lineaire wijze af van de ingangsspanning  $U_1$  en van de uitgangsspanning  $U_2$ .

We hebben bijgevolg :

$$I_1 = \eta_{11} \cdot U_1 + \eta_{12} \cdot U_2 \quad (25)$$

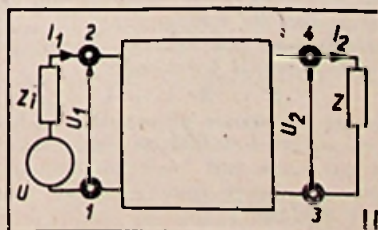
$$I_2 = \eta_{21} \cdot U_1 + \eta_{22} \cdot U_2 \quad (26)$$

waarin  $\eta_{11}$ ,  $\eta_{12}$ ,  $\eta_{21}$  en  $\eta_{22}$  constanten zijn, met de afmetingen van geleidingsvermogens uitgedrukt in mho.

Verder hebben we natuurlijk :

$$U = U_1 + I_1 \cdot Z_1 \quad (27)$$

$$\text{en} \quad U_2 = Z \cdot I_2 \quad (28)$$



(Wordt voortgezet)

# AUTOMATISCHE REGELAARS

door M. DOURIAU

Een belangrijk probleem op allerlei gebied is het constant houden van zekere grootten. Voor de electro-technische en radiotechnische toepassingen komt het er vaak op aan, de spanning en de intensiteit constant te houden en dit geschiedt door automatische regelaars.

Hiervoor bestaan verschillende systemen en het ligt buiten onze bedoeling hier de elektrische servomotoren en de inductie regulatoren te bespreken, die vooral gebruikt worden daar waar groote krachten op het spel staan. De bedoeling van dit artikel is veeleer, de statische regulatoren voor spanning en stroomsterkte, die tevens automatisch werken, te bespreken.

In normale gebruiksvoorwaarden hebben ontvangers en versterkers geen extra-regulator noodig om te kunnen functioneeren, want de netspanningsvariatiën blijven doorgaans binnen grenzen, die de werking van deze apparaten niet beïnvloeden. De gelijkrichter en het afvlakstelsel sloppen deze variatiën grootendeels op, ten gevolge van hun eigen weerstand en van de werking der afvlakecondensatoren.

In sommige stroomnetten kunnen de variatiën evenwel meer dan 20 % bedragen en in die gevallen is er wel een spanningsregelaar noodig. De oogenblikkelijke en automatische spanningsregeling is een zeer ingewikkeld probleem en er bestaan wel enkele vrij eenvoudige oplossingen, maar deze zijn ongelukkig niet volmaakt.

Theoretisch zou een regelaar aan de volgende eischen dienen te beantwoorden: een constant potentiaal leveren bij elke belasting, op elke frequentie en onafhankelijk van de temperatuur en dit nog wel met een hoogen regelcoëfficiënt en een zeer groot rendement.

De regelcoëfficiënt wordt bepaald uit de hierna volgende formule:

$$R = \frac{E_2 - E_1}{E_1} \cdot \frac{U_2 - U_1}{U_1}$$

$E_1$  is gelijk aan de primaire spanning die overeenstemt met de minimum variatie.

$E_2$  is de primaire spanning die overeenstemt met de maximumvariatie.

$U_1$  is de secundaire spanning overeenstemmende met de minimumvariatie.

$U_2$  is de secundaire spanning overeenstemmende met de maximumvariatie.

Het rendement is gelijk aan:

in de primaire opgeslorpte volt-ampères

in de secundaire opgewekte volt-ampères

Evenals de cosinus is dit variabel volgens de belasting. Hierna zullen we aantonen, dat al deze voorwaarden zelden tegelijkertijd vervuld worden en dat de meeste regulatoren slechts sommige karakteristieken bezitten, die men dient te kennen alvorens deze organen oordeelkundig te kunnen gebruiken.

Wanneer het regeleffect verkregen wordt door stroomdoorgang van een gegeven belasting dan noemt men dit een stroomregulator. De eenvoudigste stroomregulatoren zijn die, waarmede de regeling verkregen wordt door variatie van den electrischen weerstand.

Het is een bekend feit, dat de weerstand der geleiders meestal varieert met de temperatuur.

De weerstand voor een zekeren warmtegraad, wordt met de volgende formule berekend:

$$R = R^0 (1 + t)$$

De coëfficiënt is positief of negatief en bedraagt b.v. voor koper en zilver + 0,005 en voor nikkel + 0,006.

Hij blijft praktisch nul voor constantan. Als negatieve coëfficiënten heeft men - 0,003 voor kool en - 0,013 voor borium.

Een metalen draad in een electrischen kring geschaald, veroorzaakt een regeleffect indien de weerstand

een zekere waarde bereikt en indien zijn temperatuurcoëfficiënt positief is. Het effect is evenredig met de grootte van den coëfficiënt. Hier is de verklaring gelegen van het feit, dat de wikkelingen van voedingstransformatoren en smoorspoelen een zeker regeleffect bezitten.

Het ijzer heeft in dit verband een zeer interessante eigenschap, die het gevolg is van een moleculaire transformatie. Verwarmt men ijzer van nul tot 820 graden dan stijgt zijn temperatuurcoëfficiënt van 0,0055 bij nul graden, tusschen 820 en 850 graden tot 0,008 om voor hogere temperaturen weer af te nemen tot 0,0065.

De staalfabrieken van IMPIHY hebben van deze eigenschap gebruik gemaakt bij de samenstelling van een legering, die ze den naam van Fixampère hebben gegeven en waarvan de weerstand in kouden toestand nagenoeg 10 maal grooter is dan die van koper. In de vrije lucht kan deze legering gebruikt worden tot op temperaturen van 550 à 600 graden, zonder dat hierbij eenig gevaar voor oxydatie ontstaat; het maximum der regeleigenschap verkrijgt men tusschen 300 en 550 graden, deze temperaturen bepalen dus de zône waar het rendement van het metaal optimum is.

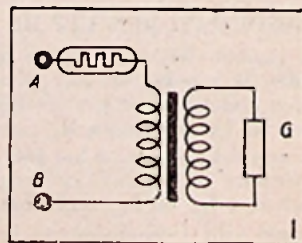
## IJZER-WATERSTOFREGELAAR

De ijzer-waterstofregelaars vertoonen een dergelijke eigenschap en hun werking berust daarop. Ze zijn samengesteld uit een ballon, waarin waterstof aanwezig is en een zorgvuldig gekalibreerde gloeidraad, zoodat in normaal bedrijf een hooge temperatuur (300 tot 700°) verkregen wordt, die practisch overeenstemt met den temperatuurcoëfficiënt, waarover we reeds gesproken hebben. De waterstof-atmosfeer dient om de warmte gemakkelijk af te voeren en ze heeft op het ijzer geen scheikundigen invloed.

Deze regelaars zien er uit als een buisvormige lichtlamp en worden in serie geschakeld met het verbruiksapparaat, zooals blijkt uit fig. 1. Zij werken als volgt: op het oogenblik dat de spanning verhoogt tusschen de punten A en B, stijgt de temperatuur van den gloeidraad en de stroom die er doorheen gaat neemt eveneens toe. Door de temperatuurverhoging wordt de weerstand groter en vanaf een zeker oogenblik wordt de weerstandtoename in verhouding te sterk en dan bevindt het apparaat zich in de regelzône der lamp. Deze niet geleidelijke toename verwekt een spanningsval die practisch zoo uitvalt, dat de verbruiksspanning aan de klemmen van de belasting G nagenoeg constant blijft.

Twee voorwaarden moeten noodzakelijk vervuld zijn om de ijzerwaterstofregelaars behoorlijk te doen functioneeren: in de eerste plaats moeten ze gebruikt worden voor de belasting, die overeenstemt met de optimum gloeitemperatuur van den ijzerdraad. Bovendien moet de voedingstransformator berekend zijn voor een voedingsspanning, gelijk aan de normale netspanning vermindert met den gemiddelden spanningsval van den regulator in werking.

Het is van belang hierbij op te merken, dat deze regulatoren alleen dan de verwachte resultaten opleveren, wanneer de stroomsterkte die er doorheen moet, constant blijft. Indien de belasting in ruime mate verhoogt dan loopt men gevaar dat de regelaar beschadigd wordt; vermindert daarentegen de verbruiksstroom dan wordt de regelaar blootgesteld aan gevaarlijke overspanningen.





Is b.v. een regulator berekend voor de voeding van verschillende in parallel geschakelde gloeidraden, dan worden bij onderbreking van één der gloeidraden de andere sterk overbelast.

Buiten het gebrek dat we zoo juist aanhaalden, vertoon de regulatoren er nog andere, evenwel minder belangrijke : warmteafzetting door den regulator en vrij hoog eigenverbruik.

**MAGNETISCHE REGULATOREN**

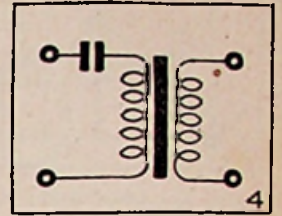
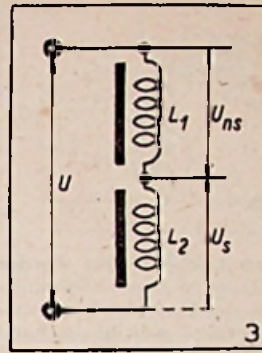
De magnetische regulatoren zien er uit als transformatoren en, zooals deze, zijn ze ook samengesteld uit magnetische kringen en wikkelingen, maar de gelijkenis gaat niet verder want hun werking is geheel verschillend.

De magnetische regulatoren zijn gebaseerd op het feit, dat de zelfinductie coëfficiënt van een spoel varieert in functie van de inductie en dat de betrekking, die bestaat tusschen deze laatste en het magnetiseerend veld niet lineair is. Zoo wordt uit fig. 2 duidelijk dat een eveneens groot verschil van de inductie overeenstemt met belangrijke procentueele variaties van een zwak veld, m.a.w. der Ampèretoeeren, maar voor groote procentueele schommelingen rond de 80 Ampèretoeeren, is de daarmede overeenstemmende toename der inductie gering. Daaruit kunnen we afleiden, dat in een verzadigde spoel, m.a.w. in een spoel met sterke inductie, de geïnduceerde spanning ( $L\omega I$ ), de stroomschommelingen niet zal volgen, vermits het veld dat er aanleiding toe geeft, nagenoeg constant blijft. Daarentegen is de toename der ampèretoeeren, in een spoel met zeer geringe voormagnetiseering in staat om een sterke verhooging der geïnduceerde spanning te verwekken.

Schakelt men zooals in fig. 3 twee spoelen met elkaar in serie, waarvan de ééne bijna verzadigd en de andere ver van het verzadigde punt werkt, dan is de voedingspanning  $U$  gelijk aan  $U_{ns} + U_s$ . Maar wanneer voor een zekere waarde van  $U$ , de zelfinductie van  $L_1$  het verzadigingspunt bereikt, dan zal de spanning  $U_{ns}$  zeer weinig toenemen door een belangrijke verhooging van spanning  $U$ . We verkrijgen dus een geregelde spanning op de klemmen van  $L_1$ .

Dit stelsel vertoont evenwel zeer zwakke punten, waarvan de belangrijkste zijn : gering rendement en een verbruikspanning veel lager dan de voedingsspanning.

Talrijke systemen werden uitgedacht om deze ongemakken tot een minimum te herleiden. In één van de interessantste methodes gebruikt men het verschijnsel, dat men ferro-resonantie noemt, en waarvan we het schakelschema geven in fig. 4. In principe is de serie-schakeling samengesteld uit een spoel en een papiercondensator van hooge spanning. De waarden dezer elementen worden derwijze genomen, dat men resonantie verkrijgt op de frequentie van het net, wanneer de spoel niet verzadigd is. Zooals in het vorige geval, merkt men voor sterke overspanning dat de spoel verzadigd is en de zelfinductie ervan weinig varieert, maar het rendement is beter en de verbruiksspanning kan de voedingspanning dan overtreffen. Hierbij valt evenwel op te merken, dat deze regelaars alleen geschikt zijn voor een goed bepaalde netfrequentie. Bovendien is het regelffect van deze schakelingen, juist zooals bij de ijzer-waterstofregelaars, gebonden aan een zekere stroomsterkte en om met betrekking tot de regeling volmaakt te zijn, moeten ze samenwerken met een ander stelsel waar-



door er naar gestreefd wordt een constante spanning te verkrijgen met om het even welke belasting.

De spanningsregelaars waarvan de werking onafhankelijk is van de belasting en die parallel kunnen worden geschakeld op de te regelen stroombron, zijn neonlampen en sommige chemische condensatoren ; men noemt ze spanningsregelaars.

**NEONLAMPREGELAARS**

Het regelen van gelijkspanning met neonlampen (of in meer technische termen, door lichtende ontladingslampen) is wel zeer eenvoudig, maar daarom niet minder belangrijk, want hiermede kan men een vaste spanning verkrijgen hoe sterk ook de variaties van de voedingspanning en de schommelingen der belasting zijn. Ziehier het beginsel waarop deze berusten.

Het is bekend dat deze lampen twee metalen elektroden bevatten in een verdunde gasatmosfeer. Indien men een geleidelijke toenemende spanning op deze elektroden aanvoert, stelt men vast dat vanaf een zekere spanning, die men ontstekingspanning noemt, de lamp plotseling gaat oplichten en dat met een geringe variatie der spanning de geleidbaarheid van het gas aanzienlijk gaat toenemen met het gevolg dat een sterke stroomvariatie door de lamp ontstaat. Op dit oogenblik blijft de klemmen-spanning practisch constant hoe belangrijk de stroomsterkte-variatie ook moge zijn.

Een over een spanningsbron parallelgeschakelde neonlamp gedraagt zich als een bufferbatterij. De werking is juist het omgekeerde van die van een ijzer-waterstofregelaar ; inderdaad, voor een zekere spanningsverhoging ontstaat er een vermindering van den inwendigen weerstand, terwijl de ijzer-waterstofregelaar een weerstandsverhoging ondergaat bij stroomtoename. Dit is ook de reden, waarom de ééne in parallel en de andere in serie geschakeld wordt.

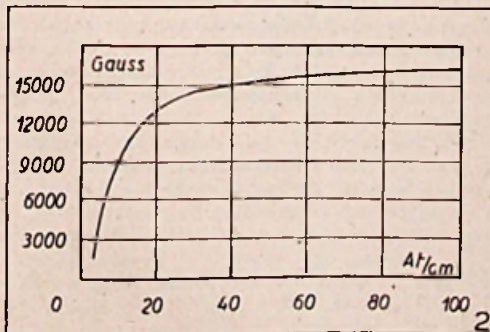
De schakeling van neonlampen gebeurt zooals in fig. 5a. De lamp ligt parallel met de te regelen spanningsbron, m.a.w. parallel met de uitgangsklemmen van het afvlakstelsel voor den gelijkgerichten stroom, maar in serie met het voedingsapparaat is een weerstand  $R$  onmisbaar om den spanningsval te verwekken, die veroorzaakt wordt door de stroomtoename. Het zijn de schommelingen van dezen spanningsval, waardoor de verbruiksspanning constant wordt gehouden. Inderdaad wanneer de ingangsspanning vermindert of verhoogt, dan verhoogt of vermindert de stroom door de lamp en veroorzaakt in den weerstand een spanningsval, die nagenoeg evenredig is met de schommelingen van de ingangsspanning.

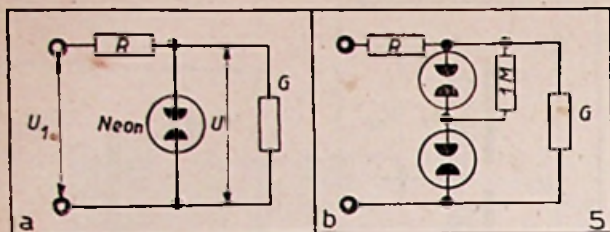
Er verdient opgemerkt te worden dat het regelvermogen van neonlampen doelmatiger is, naarmate de stroom van den verbruikskring geringer is, ten opzichte van die door de lamp en dat de serieweerstand grooter is, in vergelijking met den belastingsweerstand.

De waarde van een serieweerstand berekent men met volgende formule :

$$\frac{U_1 - U}{I}$$

waarin  $I$  = de verbruiksstroomsterkte, verhoogt met 0,015 Ampère en waarin  $U_1$  50 % hooger voorzien wordt dan  $U$  die de verbruiksspanning voorstelt.





Om het even welke neonlamp kan gebruikt worden, wel te verstaan op voorwaarde dat de te regelen spanning nog door de lamp kan verwerkt worden. Het is evenwel verkieslijk hiervoor speciale lampen te gebruiken, hetzij de Philipslampen 4357 - 4687 - 7475 - en 13.201 of de « Stabilovolts ». Deze laatste zijn samengesteld uit verschillende neonecascaden in éénzelfden ballon. Men kan ze bepalen als regelpotentiometers, want elke electrode kan, zoo noodig, dienen om tusschengelegen spanningen te leveren.

Verlangt men een volmaakte regeling, dan moet men een ijzer-waterstofweerstand daarmede in serie gebruiken.

Verscheidene in serie geschakelde neonlampen (fig. 5b) kunnen een « Stabilovolt » vervangen en kan aldus als spanningen veelvoud van 90 Volt verkrijgen. Om de ontsteking der in serie geschakelde lampen te verkrijgen moet men er minstens één parallel schakelen met een 1 MΩ weerstand, zooals geteekend in fig. 5b.

Sommige neonlampen moeten gedurende 24 uren gevormd worden met een hoogere spanning, vooaleer ze hun normale ontstekingsspanning verkrijgen. Deze vorming gebeurt door de electroden willekeurig gepolariseerd te voeden. De polarisatie moet achteraf geërbiedigd worden voor de stabiliteit der ontstekingsspanning.

Hierbij kan worden opgemerkt dat de regelwerking der neonlampen eveneens bruikbaar is voor wisselstroom, voor zoover deze na de afvlakking nog optreedt ; vooral wanneer het afvlakstelsel onvoldoende is, wordt de onduleerende spanning in hooge mate verzwakt.

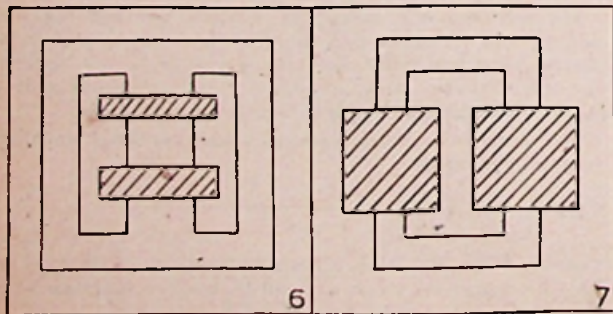
**REGLING DOOR ELECTROCHEMISCHE CONDENSATORS**

Sommige condensatoren bezitten de eigenschap een sterk toenemenden lekstroom te vertoonen, zoodra de spanning een zekere waarde overtreft. Ze functionneeren nagenoeg als de neonlampen, maar hun regelvermogen is niet zoo uitgebreid. Men gebruikt ze niet courant.

**LEKTRANSFORMATOREN**

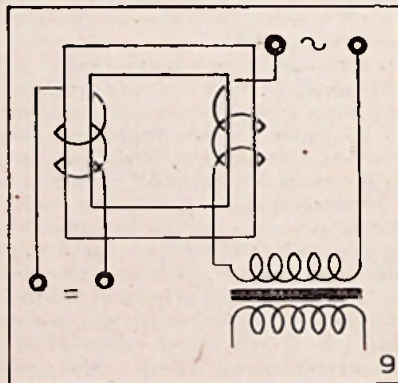
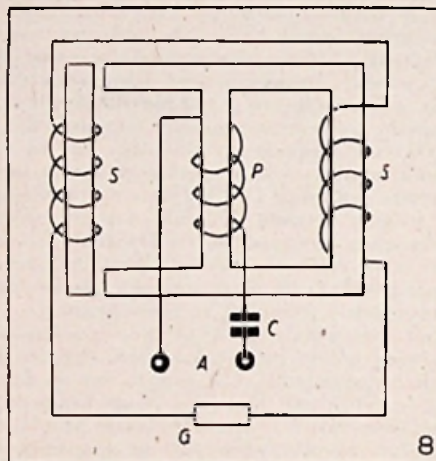
Deze transformatoren kunnen worden gerangschikt bij de regelaars, vermits ze voor doel hebben een constanten stroom te leveren bij sterk variërende belasting. De volledige theorie van den lektransformator valt buiten het raam van dit artikel ; we zullen er ons toe beperken het beginsel der werking in groote lijnen aan te geven.

We brengen even in herinnering, dat in alle transformatoren een spanningsval ontstaat tengevolge van het feit dat alle krachtlijnen welke ontstaan onder den invloed van den primairen magnetischen stroom, de secundaire wikkeling niet bereiken. Door deze dispersie te verhoogen, ontstaat een magnetisch lek en de stroomsterkte-variatiies in functie van den weerstand van den verbruikskring, kunnen worden verminderd. Wan-



neer de primaire en de secundaire op een zekeren afstand van elkaar liggen zooals geteekend in fig. 6, dan begint het lek belangrijk te worden ; om evenwel met klein vermogen een merkbaar lek te verkrijgen, dient men de wikkelingen zooals in fig. 7 op te stellen over twee beenen van den magnetischen kring. Het lek wordt nog grooter, wanneer een deel van den magnetischen stroom wordt afgevoerd door een bundel kernplaatjes (die de naam draagt van magnetisch shunt), die geplaatst wordt tusschen de spoelen.

Deze transformatoren hebben een slecht rendement, maar voor sommige speciale doeleinden (lasschen, booglichtvoeding in bioscoop) en voor het regelen van kleine energieën, zijn ze nochtans van belang. Vooral wanneer ze samen met een stelsel voor ferro-resonantie gebruikt worden, kunnen ze een uitstekende regeling opleveren, die bijna onafhankelijk is van de belasting. Regelaars van deze soort zijn b.v. de « Isovolt » en die van General Radio waarvan fig. 8 het schakelschema toont.



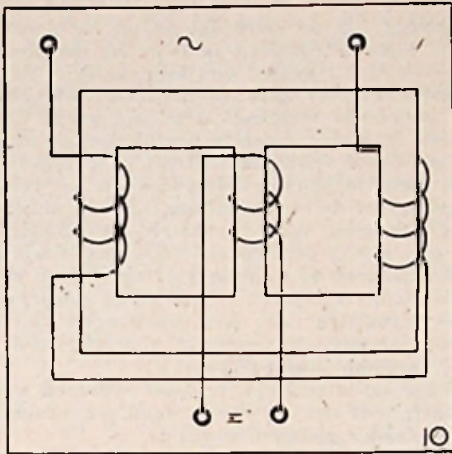
**SPOELN MET VOORMAGNETISEERING**

Ook deze worden gebruikt om de gelijkgerichte spanning te regelen bij sterk variërende belasting.

Hun werking berust op het volgende beginsel : naarmate de magnetische kring van een spoel het verzadigingspunt bereikt, wordt de zelfinductie-coëfficiënt en de reactantie kleiner ; een dergelijk spoel in serie met een kring geschakeld, kan dus een variabelen spanningsval verwekken, naar gelang de schommelingen van zijn verzadigingstoestand. Gelijkstroom verwekt echter een vrij snelle verzadiging van het ijzer ; om dit te verkrijgen volstaat het dus in den kring der zelfinductiespoel een andere wikkeling te schakelen, die door gelijkstroom gevoed wordt. (fig. 9).

De regeling gebeurt met dergelijke inrichtingen als volgt : wanneer een overbelasting ontstaat, wordt de gelijkgerichte stroom sterker waardoor het ijzer verzadigd wordt en bijgevolg vermindert de reactantie en de spanningsval ; dit compenseert de verhooging van den spanningsval, veroorzaakt door de overbelasting. Indien daarentegen de belasting vermindert, dan wordt het verzadigingseffect ook minder groot, de reactantie en de spanningsval verhoogen in dezelfde verhoudingen. Men

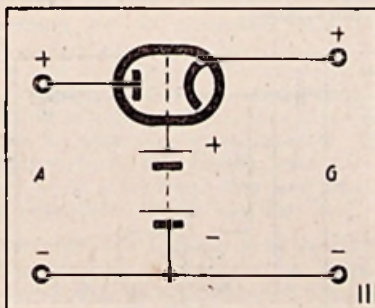
komt er aldus toe, aan de klemmen van den transformator een spanning te verkrijgen die onafhankelijk is van de belasting. In de praktijk is het evenwel noodzakelijk de inrichting van fig. 10 te gebruiken om te vermijden, dat door den wisselstroom een wisselende electromotorische kracht geïnduceerd wordt in de wikkeling, wat nadeelige gevolgen zou kunnen hebben in den verbruikskring.



**ELECTRONENREGLAARS**

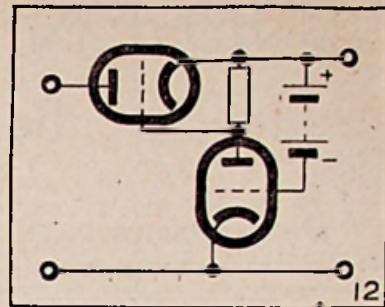
Om deze reeks der belangrijkste regelsystemen te sluiten zullen we de electronische regelaars nog even beschouwen, waarvan soms gebruik wordt gemaakt in radio-electrische meetinstrumenten.

Hier wordt gebruik gemaakt van het beginsel der weerstandsverandering van een electronenbuis in functie van de op haar rooster aangelegde spanning. Schakelen we een willekeurige triode over de te stabiliseren spanningsbron en is verder de verbruikskring zooals in fig. 11, terwijl op het rooster een potentiaal wordt aangevoerd, waarin de schommelingen der voedingsspanning zijn weergegeven, dan varieert de weerstand der lamp evenals de resulterende spanningsval en deze laatste zal automatisch de variaties der voedingsspanning compenseren. Het vermogen dezer regelaars wordt beperkt door de gelijkstroomsterkte, welke de lamp kan verdragen.



Het is mogelijk, de vaste batterijspanning uit te schakelen en de voorspanning af te nemen over een potentiometer, waarmede men tevens de uitgangsspanning op de gewenschte waarde kan instellen. De gevoeligheid van deze spanning is niet zeer groot en om ze te verhogen voegt men er, zooals in fig. 12, een tweede lamp aan toe, die voor doel heeft, de op het rooster der regel-lamp aangevoerde spanning te versterken. Sommige schakelingen bevatten ook neonlampen om een grootere en meer constante versterking der tweede lamp te verkrijgen.

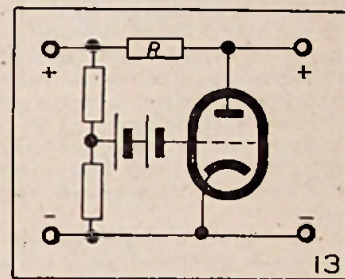
Men kan ook meerdere lampen parallel schakelen, maar in dit geval is de werking omgekeerd, zooals inderdaad blijkt uit fig. 13. De kathode is verbonden met de negatieve klem en het rooster wordt op een meer positief



potentiaal gebracht, wanneer de voedingsspanning toeneemt. Daardoor versterkt de plaatstroom en vergroot de spanningsval over weerstand R, wat een regeleffect veroorzaakt. Deze laatste schakeling heeft veel gelijkenis met die der neonlampen.

Er bestaan nog talrijke verfijningen om de versterking en het regeleffect van het stelsel te verhoogen of om een constante uitgangsspanning te verzekeren welke ook de variaties van den erdoor heengaannden stroom kunnen zijn; deze verfijningen zijn alle gedekt door octrooien.

Uit dit overzicht der verschillende regelaartypes kunnen wij de conclusie trekken, dat het probleem der stabilisatie talrijke oplossingen verkregen heeft, die alle in



de radiotechniek toepassing kunnen vinden, vooral bij net stabiliseren der anodespanningen. Al deze regulatoren verbruiken echter heel wat stroom en kunnen alleen toepassing vinden in goede systemen, waarvan de transformatoren zoo berekend werden, dat hun spanningen en stroomsterkten in overeenstemming gebracht werden met de betreffende regulatoren.

**HET RADIO-AMATEURISME IN NEDERLAND**

Op 21 October 1945 werd de V.E.R.O.N. (d. i. Vereeniging voor experimenteel Radio-Onderzoek in Nederland) opgericht door fusie van de vroeger bestaande drie vereenigingen NVVR (opgericht 19-3-1916), NVIR (opgericht 26 Feb. 1928) en V.U.K.A. (opgericht 12-11-1934).

De zetel der nieuwe vereeniging is Hilversum.

Moge hierdoor volledige samenwerking bereikt worden tusschen de Nederlandsche radiomensen.

Het verloop dezer voor onze Noorderburen gunstige gebeurtenis wordt toegelicht in een door VERON uitgegeven brochure waarop de nieuwe vereeniging fier mag zijn.

Goed heil VERON... Goed heil !

## STAND EN TOEKOMST VAN.....

## De Radio Ontvangers

door CH. LEFEBVRE

(Vervolg van blz. 37)

## SPECIALE INRICHTINGEN.

Naast de hierboven beschreven verbeteringen waarvan men kan aannemen dat ze door de meerderheid der groote constructeurs van de oude en de nieuwe wereld aanvaard en toegepast werden bestaan er talrijke technische verfijningen die slechts gedurende één of twee jaar geleefd hebben om dat plaats te maken voor andere merkwaardigheden ondanks hunne onbetwistbare waarde. De eenige schijnbare reden voor deze veranderingen blijkt de noodzakelijkheid te zijn die in deze crisisperiode van vóór 1940 bestond om altijd iets nieuws in den handel te brengen teneinde zich een ruimer deel van de onverschillige markt toe te eigenen waarvan het belang elk jaar afnam. Ongetwijfeld zijn hierdoor toch een reeks interessante verfijningen ontstaan waaruit we de volgende aanstippen :

**Contrastexpansie.** — Dit had voor doel de werkelijke verschillen te doen uitkomen welke er bestaan tusschen de *piano* en de *forte* der groote symphonie-orkesten. Bij de uitzending of het registreeren van den klank worden de zwakste seinen die kunnen worden opgenomen bepaald door het ruischen en de brom, terwijl de sterkste begrensd zijn door de aanvaardbare vervorming en de maximum modulatie diepte van 100 %. Tusschen deze grenzen bestaat geen voldoende ruimte om de relatieve kracht behoorlijk weer te geven en het is noodzakelijk de sterkte met de hand bij te regelen, d.i. de *forte* verminderen en de *piano* versterken. De expansie-inrichting in den ontvanger bestaat uit een L.F.-trap waarvan de versterking automatisch verhoogt met de ingangsspanning.

Technisch beschouwd is deze methode aanvaardbaar. Maar van esthetisch standpunt uit is het niet erg gelukkig. De fout is gelegen in het feit dat de compressie met de hand gebeurt terwijl de expansie automatisch is, met het gevolg dat de correctie nooit voert tot de reële waarden. Het principe zal alleen dan leefbaar blijken te zijn wanneer aan de zenderzijde de compressie insgelijks automatisch geschiedt en dat het geheel gestandaardiseerd wordt. Alleen dan kan de expansie dit automatisch effect compenseren.

**Voelbare afstemming.**

Ondanks de afstemindicatoren gelukt het den leek niet altijd voldoende handvaardigheid te bereiken of geduld te verzamelen om een behoorlijke afstemming te doen. Daaruit volgt een slecht gebruik der beschikbare selectiviteit en een vervorming die toeneemt met de verstemming. Om dit gebrek te verhelpen werden sommige ontvangers uitgerust met een bijkomende inrichting waardoor de afstemknop geblokkeerd werd in het juiste regelpunt. De fout bedroeg hier minder dan 1 kHz. Buiten dit punt bleef de ontvanger stom. De automatische afstemming hierboven vermeld vervult dezelfde functie op een andere wijze.

**Drukknopafstemming.**

Deze had dezelfde rol te vervullen en het stelde den luisteraar in de gelegenheid zijn toestel af te stemmen door eenvoudig te drukken op een bepaalden knop. Dit was althans het geval voor enkele stations waarvoor een zekere voorkeur bestond en die afhankelijk was van den smaak van den gebruiker. Talrijke van deze systemen waren echter weinig nauwkeurig en blijkbaar is het dit gebrek dat hunne verdwijning heeft veroorzaakt.

**De automatische selectiviteit.**

Hierboven hebben we gezien dat om 'de beste aanpassing der ontvanger te verkrijgen aan de buitengewoon variabele voorwaarden, die men bij het doorlopen van de afstemschaal ontmoet, de constructeurs een selectivi-

teitsregeling bij de ontvangers van de gemiddelde en hoogere klassen voorzien hebben en dat deze regeling soms verbonden was met den toonregelaar. De gebruiker laat dezen regelaar vaak onaangeroerd of gebruikt hem in de verkeerde richting, daar hij altijd een neiging heeft om de hooge tonen te verminderen indien de ontvangst gestoord wordt, terwijl hij er practisch nooit zal aan denken de modulatiebandbreedte te verruimen in verhouding tot de condities van het oogenblik. De reparateurs zijn allen met dit verschijnsel bekend want de ontvangers die ze ter reparatie ontvangen worden steeds aangebracht met de toonregelaar op dof en die voor de selectiviteit op maximum. Men heeft getracht dit ongemak te vermijden door het aanbrengen van een automatische selectiviteit waarvoor gebruik wordt gemaakt van de volgende hulpmiddelen :

a) Door de selectiviteit te doen afnemen wanneer het ontvangen sein sterker wordt, daar een krachtig station meestal minder gestoord wordt ;

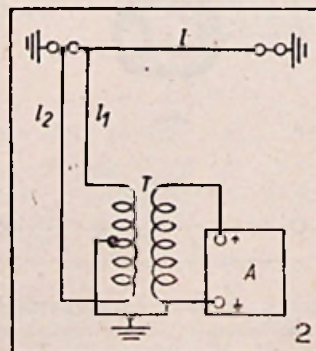
b) Door in het L.F.-deel de hoogste frequenties te verminderen voor de zwakste stations.

Deze twee procedés afzonderlijk of samen gebruikt, worden reeds reeks beïnvloed door de automatische sterkteregeelingsspanning ;

c) Het derde, meest volledige procedé regelt de selectiviteit in functie van de betrekkelijke intensiteit van het verlangde station en van twee naburige stations.

Zonder te spreken van de onkosten waarmee een dergelijke complicatie gepaard gaat heeft men het nadeel, dat ook voor de twee vorige systemen bestaat, namelijk dat de selectiviteit (en bijgevolg ook de toon) varieert wanneer er sluiereffect optreedt.

De eenige oplossing voor dit moeilijke probleem blijft gelegen in een voldoende frequentieverschil tusschen de stations. Daartoe zou een ruimte van 20 kHz moeten voorzien worden. De technici hebben daarop reeds dikwijls genoeg gewezen. Het is aan de Staatslieden het overige te doen. De wederopbouw van Europa na den oorlog is de gunstigste gelegenheid die ooit voorgekomen is om dit te verwezenlijken. Het ware te hopen dat de bevoegde organismen deze gelegenheid niet zullen laten voorbijgaan.



Radiostoringen.

Men kan niet spreken over radio-ontvangst zonder dit netelige probleem aan te raken, want storingen van allen aard zijn de meest gevreesde vijanden bij de ontvangst. Het voortdurend stijgend aantal in dienst genomen elektrische apparaten en machines, zoowel in de nijverheid als in het privaat leven maakt de toestand voortdurend meer ingewikkeld. Naast de collectormotoren (kleine universele motoren, en tractiemotoren), vormen de elektrische schellen, schakelaars, medische apparaten, slechte contacten in installaties, eveneens een

belangrijke reeks storingsbronnen, vooral wanneer ze voortspruiten uit sterkstroomapparaten zoals verwarmers en kachels.

Hierbij komen nog de storingen van atmosferischen oorsprong, maar daar deze alleen van het jaargetijde afhankelijk zijn en bovendien zeer kort van duur zijn, vormen ze een minder groot bezwaar. Talrijke pogingen werden ondernomen om deze storingen tegen te gaan, maar men moet toegeven dat de verkregen resultaten niet altijd zeer gunstig zijn geweest. De meest logische oplossing zou er in bestaan de elektrische apparaten zoo aan te leggen dat ze geen H.F.-trillingen kunnen uitzenden? Daarmede wordt het noodig alle storingsbronnen te ontstoren. Pogingen in deze richting werden gedaan. De constructeurs van electrisch materiaal zijn gehouden, geschikte inrichtingen op hunne apparaten aan te brengen en de bezitters van dergelijke apparaten zijn verplicht deze op aanklacht van luisteraars te ontstoren. Indien men bij een goede wetgeving tevens nog een behoorlijke organisatie voor het opsporen van storingen had opgebouwd en deze organisatie bekleed had met voldoende macht en ze de middelen verschaft had om de ontstoring behoorlijk te bestudeeren dan zou men er ongetwijfeld toe gekomen zijn de aether in groote mate te zuiveren. Het zal evenwel een groote taak zijn want sommige ontstoringen zijn zeer moeilijk en andere duur. Een voorbeeld van moeilijke ontstoring is dit van de kleine universele motoren. Indien men b.v. een werkelijk doelmatige filter aansluit aan een elektrische haarknipmachine of aan een electrisch scheerapparaat dan worden het gewicht en de afmetingen van het apparaat zoo groot dat het onmogelijk wordt deze gereedschappen nog te gebruiken. Als voorbeeld van een dure ontstoring zou men in een adem verschillende medische apparaten kunnen opnoemen die samen met de bedienende persoon en de patiënt in een afgeschermd kooi moeten opgesloten worden.

Om die verschillende redenen heeft men een andere oplossing gezocht voor dit probleem en deze bestaat er in den ontvanger te beschermen tegen de hem omringende storingen. Het is ook deze oplossing waarvoor de constructeurs en de radio-handelaren zich het meest geïnteresseerd hebben. Talrijke verwezenlijkingen verschenen reeds op de markt en de meeste berusten op het feit dat de nijverheidsstoringen sterk zijn tot op 4 à 6 m boven den grond of de gebouwen. Instaleert men de antenne buiten deze laag en beschermt men de antenneafvoer tegen deze ongewenschte H.F.-seinen dan verkrijgt men zuivere ontvangst.

De bescherming van de antenneafvoer kan gebeuren door afscherming en dit geschiedt ook meestal zo, maar er zijn andere middelen. De hooge frequentie kan over een lijn met lage impedantie gevoerd worden, aan de antenne verbonden met een transformator die de antennespanning aftransformeert, terwijl ze met het toestel verbonden is over een transformator die de spanning weer optransformeert. Het is zelfs niet noodzakelijk de afvoer af te schermen. Men kan dus in beginsel een systeem gebruiken als dit van fig. 2.

De twee toevoerlijnen  $I_1$  en  $I_2$  hebben dezelfde lengte en er worden dezelfde spanningen in opgewekt. Deze lijnen zijn verbonden met de uiterste klemmen van de in het midden afgetakte transformatorprimaire. De resulterende stroomden heffen elkaar op en alleen die spanningen welke in  $I$  geïnduceerd worden, komen in den ontvanger A terecht. De doelmatigheid van het stelsel wordt evenwel ongunstig beïnvloed door de asymmetrie en de phaseverschuiving.

In flatwoningen gebruikt men vaak een afgeschermd antenne verbonden met een aperiodischen versterker die zoo dicht mogelijk bij de antenne is opgesteld om capaciteitsverliezen in de antenneafvoer te vermijden. De uitgangsklemmen van den versterker worden verbonden met een afgeschermd geleiding die een H.F.-distributie vormt door het geheele gebouw. Door den versterker aan te passen aan de impedantie van deze H.F.-lijn en wanneer men deze lijn sluit met een passende belasting dan vermijdt men alle reflectieverschijnselen en men verkrijgt zelfs op korte-golf een uitstekend rendement.

Een andere ontstoringinrichting is het electrostatisch afgeschermd raam; dit berust op het volgende principe: op geringen afstand van een H.F.-bron is het elektrische veld veel sterker dan het magnetisch veld terwijl het tegenovergestelde verschijnsel zich voordoet op grooten afstand. Daar het afgeschermd raam alleen op het magnetisch veld inwerkt worden de nabijgelegen storingsbronnen benadeeld. Een gelijkaardig resultaat wordt verkregen met een niet-afgeschermd raam met een gering aantal toeren dat met den ontvanger verbonden is over een speciale transformator die de H.F.-spanning optransformeert.

Tengevolge van het feit dat moderne ontvangers alle een automatische sterkteregelaar hebben hoort men de storingen veel sterker wanneer de ontvanger is afgestemd tusschen twee stations in.

Om dit onaangename effect te vermijden hebben sommige constructeurs een stelsel uitgedacht waarbij gedurende de afstemming volledige stilte optrad.

Men noemt dit *stille afstemming*. Doorgaans wordt hierbij de detectie buiten dienst gesteld zoolang de seinstrekte niet een zeker niveau bereikt. Dit geschiedt met een speciale diode of met de schakeling voor de A.S.R. De zwakke stations leveren een sein dat beneden het bepaalde peil blijft en deze worden niet gehoord, terwijl de sterke stations normaal functionneeren. Daartegenover worden de middelmatigsterke stations met vervorming ontvangen tengevolge van de voorspanning die op den diodedetector wordt aangevoerd. Sommige betere systemen, voorkwamen dit ongemak ten koste van grootere complicatie der schakeling. Vanaf 1937 werd de stille afstemming practisch niet meer gebruikt.

#### Hoe zullen de toekomstige ontvangers er uit zien?

Indien we de ontwikkeling der ontvangers zoo uitvoerig behandeld hebben dan is dit omdat het ons hierdoor gemakkelijker zal worden ons zelf een beeld te vormen van de moeilijkheden die ontmoet werden en van de richting waarin de ontwikkeling gegaan is. Dit laat ons verder toe na te gaan wat nog moet verwezenlijkt worden en hoe dit zal moeten geschieden. In de eerste plaats bestaat er een groote neiging om ook op korte golf algemeen te gaan werken. De Amerikanen hebben sinds langen tijd afgezien van het gebruik der lange golf en er werd ook hier en daar reeds gesproken over hunne afschaffing in Europa.

De korte-golf heeft de volgende voordeelen: de reikwijdte ervan strekt zich over de geheele wereld uit, ze is minder gevoelig voor atmosferische storingen en vaak ook minder voor nijverheidsstoringen. De korte golf heeft ook nadeelen, waarvan het grootste het sluiereffect is. Indien het gevolg hiervan alleen een sterkteverandering was, dan zou de A.S.R. daaraan kunnen verhelpen, maar de « fading » is vaak vergezeld van frequentievervorming en amplitudevervorming waartegen nog geen enkel middel bestaat. De uitspreiding der omroepbanden vergemakkelijkt de afstemming en het is te voorzien dat dit ook een ruime toepassing zal vinden.

Het gebruik van een H.F.-versterkertrap voor de menglamp zal misschien zooals voorheen voorbehouden blijven aan de kwaliteitsontvangers en n.l. voor de apparaten met bandspreiding.

Wat de weergavekwaliteit betreft is het moeilijk iets beter te bereiken zoolang het frequentieverschil tusschen twee naburige zenders niet grooter wordt, maar de nieuwe procédés zullen ook worden toegepast op ontvangers van een mindere prijsklasse (tegenkoppeling, variabele selectiviteit).

Daar de nuttige gevoeligheidsgrens reeds bereikt werd vóór de oorlog met ontvangers met één H.F.-trap zal er in dit opzicht wel geen grootere verandering intreden. We bedoelen hierdoor die gevoeligheid waarmede het mogelijk is, stations met voldoende seinstrekte ten opzichte van het ruischen, van den ontvanger te hooren. Er is geen enkel voordeel bij om deze grens te overschrijden, vermits de zwakkere seinen, toch onder het ruischen van het apparaat verdwijnen. Speciale lampen werden overigens reeds gebouwd om de limiet van het ruischen op korte en zeer korte golf te verschuiven.

Nochtans is het mogelijk dat een vrij diepgaande wijziging verkregen wordt met betrekking tot het relatieve belang der diverse ontvangerklassen. Men heeft inderdaad vastgesteld dat de gramfoonplaat ondanks de middelmatige kwaliteit der beschikbare grondstoffen zeer gewild was gedurende den oorlog en het zou niet zoo verbazend zijn indien men het aantal radiogramfoonapparaten sterk in aantal zag toenemen. Anderzijds is een groote vraag voorzien naar kleine draagbare universele ontvangers die meer gewild zullen worden naarmate hunne afmetingen kleiner zijn. In den vreemde kwam deze strekking reeds vóór den oorlog op den voorgrond in zooverre dat sommige ontvanglampen (bizonder voor batterijen) speciaal gebouwd werden met de kleinste afmetingen en met een precisie en stevigheid die tenminste gelijk stond met de voorgaande modellen.

De onkosten door deze nieuwe orientatie veroorzaakt zullen ongetwijfeld gedragen worden door den ontvanger der gemiddelde prijsklasse. Het is o.i. noodzakelijk er op te wijzen dat deze kleine ontvangers geen aanspraak zullen maken op natuurgetrouwe weergave, vermits een kleine luidspreker in een klein kastje onmogelijk de lage tonen behoorlijk kan weergeven.

Nog een verandering, waarvan we reeds gesproken hebben zou de invoering zijn van een nieuwe modulatiemethode. In den aanhef hebben we het principe van de huidige modulatie leeren kennen, waarmede de amplitude van een draaggolf voortdurend verandert met het gevolg dat twee symmetrische zijbanden ontstaan. Het andere systeem bestaat er in de frequentie van de draaggolf evenredig met de modulatie te doen variëren. De frequentiemodulatie heeft twee bijzondere eigenschappen :

In de tweede plaats is de door den detector afgeleverde frequentieband niet meer afhankelijk van de modulatiefrequentie. Deze band kan dus naar goeddunken verbreed of versmald worden.

In de tweede plaats is de door de detector afgeleverde L.F.-spanning alleen afhankelijk van de verhouding der seinfrequentie tot de zenderfrequentie.

Uit deze laatste eigenschap vloeit een groot voordeel voort, in verband met het ruischen en de storingen die 'n min of meer doorlopend frequentiespectrum hebben: De ten opzichte van de gemiddelde afstemfrequentie symmetrische frequenties heffen elkaar op voor zoover deze in dezelfde fase verlopen en dezelfde amplitude hebben.

Deze voorwaarden zijn nooit geheel en juist vervuld, maar het voordeel ervan is nochtans zeer voelbaar. Het is meer uitgesproken naarmate de variaties der draaggolf frequentie groter zijn, waardoor het mogelijk wordt het gebied der doorgezonden geluidssterkte uit te breiden (minder compressie).

Nochtans worden de voordeelen van deze modulatiemethode pas interessant, voor zoover het de opheffing

der storingen betreft, wanneer de draaggolf frequentie drie à vijfmaal meer dan de hoogste uitgezonden modulatiefrequentie varieert boven en onder de gemiddelde zendfrequentie. Indien deze 10 kHz bedraagt dan is de frequentieband voor elk station 60 tot 100 kHz. Daarom zou de frequentiemodulatie een groote vermindering van het aantal zendstations noodzakelijk maken tenzij men frequenties van meer dan 30 MHz zou gaan gebruiken. Maar de hoge frequenties hebben een zeer beperkte reikwijdte in zooverre zelfs dat de zenders op zulke hoge frequentie slechts een lokaal belang zouden hebben. Het blijft af te wachten of de luisteraar wel bereid zou zijn een duur ontvanger aan te koop om enkele nabijgelegen stations te kunnen ontvangen zelfs indien de ontvangst van deze stations veel zuiverder en meer natuurgetrouw zou zijn dan de muziek van de andere omroepstations.

Het zou echter voorbarig zijn reeds hieruit besluiten te trekken, over de mogelijkheden van de frequentiemodulatie. De zeldzame televisie-uitzendingen welke vóór den oorlog plaats grepen hebben reeds duidelijk aange-toond dat met golflengten van 6 tot 8 m reeds een grotere afstand te overbruggen was dan men wel oorspronkelijk dacht. Het is zeer goed mogelijk dat het gebruik van zendvermogens boven de 50 kW grotere reikwijdten toelaat, waardoor het grootste gebrek van de frequentiemodulatie zou worden opgeheven.

### BESLUIT.

Deze uiteenzetting is noodzakelijk en onvermijdelijk onvolledig vermits de beschikbare ruimte beperkt is. Ze toont evenwel toch de moeilijkheden aan waarmede de constructeur te kampen had althans wanneer deze er naar streefde zijn rol te vervullen, terwijl tevens ook duidelijk is geworden dat die moeilijkheden welke in zijn bereik lagen overwonnen zijn.

Het is inderdaad de rol van den constructeur, apparaten te verwezenlijken die terzelfdertijd gevoelig zijn, natuurgetrouwe weergave verschaffen en door iedereen kunnen bediend worden. Dergelijke ontvangers bestaan. De groote moeilijkheid is nog altijd gelegen in de radio-storingen waardoor de huidige mogelijkheden in verband met de kwaliteit beperkt blijven en het is niet den constructeur die men hiervan een verwijt kan maken. Indien men hem een zuivere en goed georganiseerde aether geeft, dan zal hij er wel in gelukken daar nog heel wat anders uit te halen, want het vernuft der technici is onuitputtelijk. Men vindt er een stichtend voorbeeld van in de evolutie der ontvanglampen die onophoudelijk werden aangepast aan de steeds hooger gestelde eischen. Deze evolutie op zichzelf is wel een speciale beschrijving waard die we in een volgend nummer hopen aan te vangen. We zullen dan de gelegenheid hebben om aan te toonen welk aandeel de ontwikkeling der lampentechniek gehad heeft in de hierboven beschreven en achtereenvolgens verkregen resultaten.

## INDUSTRIELE HF.-VERHITTING

(Vervolg van blz. 98)

**Toepassingen.** — De « hoogfrequent »-smeltovens werken aan een frequentie die hoog is ten opzichte van 50 Hz maar die door de radiotechnieker als laagfrequent beschouwd wordt, namelijk aan frequenties van 1.000 tot 20.000 Hz. Ze worden gebruikt voor het smelten van metalen die zuiver moeten gehouden worden en voor legeringen waarvan de samenstelling binnen nauwe grenzen moet liggen. Het gebruik van veel hogere frequenties heeft zich het eerst opgedrongen in de productie van vacuumlampen waarbij voor de ontgassing een snelle verhitting der metalen elektroden noodwendig is, terwijl ze binnen een glazen huls bevat zijn waarvan de smelttemperatuur laag is. Het gebruik van dit verhittingssysteem heeft zich thans uitgebreid tot het vervaardigen van oppervlakten, lasschen, soldeeren, legeren en smelten en, wat wel de voornaamste toepassingen

zijn: het locale harden en het temperen. Voorwerpen zooals tandwielen, krukassen, remtrommels enz., die onderhevig zijn aan wrijving en slijtage op een bepaalde plaats, moeten juist daar een verharde oppervlakte krijgen, terwijl de oorspronkelijke taaiheid der kern moet behouden blijven. Geschikte keuze van frequentie, vermogen, verhittingsduur, vorm der hoogfrequentspoel, laten toe dit te verwezenlijken mits rekening gehouden wordt met de samenstelling en den vorm van het te behandelen metalen deel.

(Wordt voortgezet)

### TE KOOP

Milliampèremeter met meetbereik van 0 tot 100 mA., (Afmetingen 7 cm breed, 8 cm lang, 3 cm hoog.) Aanb. : P. A. Mertens, Minderbroeder, St. Truiden.

# RADIO - CURSUS

## Derde Lessenreeks

door E. J. I. M. PALMANS.

(Vervolg van blz. 74)

### SAMENVATTING EN OVERZICHT DER 2° LESSENREEKS

*Electrische strooming in vaste stoffen.*

(Een cenparige en gezamenlijke beweging van vrije electronen)

#### I Algemeene begrippen

- a) Zin van den electrischen stroom (53)  $\left\{ \begin{array}{l} \text{Zin bij afspraak tegengesteld aan den} \\ \text{zin der electronenbeweging} \\ I = nesv \\ n \text{ aantal vrije electronen per cm}^3 \\ s \text{ doorsnede van den geleider} \\ e \text{ lading van het electron} \\ v \text{ medesleepingssnelheid (driftsnelheid)} \\ I = \frac{Q}{t} \end{array} \right.$
- b) Stroomsterkte (55)  $\left\{ \begin{array}{l} \text{Zin bij afspraak tegengesteld aan den} \\ \text{zin der electronenbeweging} \\ I = nesv \\ n \text{ aantal vrije electronen per cm}^3 \\ s \text{ doorsnede van den geleider} \\ e \text{ lading van het electron} \\ v \text{ medesleepingssnelheid (driftsnelheid)} \\ I = \frac{Q}{t} \end{array} \right.$

#### II Wetten van den electrischen stroom.

a) *Wet van Ohm* (58)  $I = \frac{E}{R}$  of  $E = IR$

b) *Weerstand* (58)

- 1° eenheden (58)  $\left\{ \begin{array}{l} e . . . e \\ \text{ohm} \\ R = l \frac{e}{s} \\ \text{Temperatuursafhankelijkheid} \\ R_t = R_0 (1 + \alpha t) \\ \text{Weerstand neemt toe met } t \\ \text{(Suprageleidbaarheid.)} \end{array} \right.$
- 2° Factoren die den weerstand beïnvloeden (61)

c) *Energie en arbeidseffect* (63)  $\left\{ \begin{array}{l} \text{Energie :} \\ N = I E t = I^2 R t \text{ joule} \\ \text{Arbeidseffect} \\ N = I E = I^2 R \text{ Watt} \end{array} \right.$

d) *Warmte werking* (63)

1) *Wet van Joule* :  $A = I^2 R t \cdot 0,24 \text{ cal.}$

2) *Toepassingen* (64)  $\left\{ \begin{array}{l} \text{Smeltzekering} \\ \text{Hittedraads ampèremeter} \\ \text{(Verlichtingslampen)} \end{array} \right.$

e) *Stroomvertakking* : (60)

1) *Wetten van Kirchoff*

$$\sum I = 0$$

$$\sum IR = E$$

2) *Toepassingen*

a) *schakeling van weerstanden*

serieschakeling  $R_t = R_1 + R_2 + \dots$

parallelschakeling  $\frac{1}{R_t} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots$

b) *Brug van Wheatstone*

### ELECTRISCHE STROOMING IN VLOEISTOFFEN (Ionenstroom)

- 1) *Wezen van den stroom* (70)
- 1) voorbeelden (71)
- 2) *Practische toepassingen* (75)
- Galvanoplastie
- Galvanostegie
- Electrolytische condensator
- Wet van Faraday
- $M = m I t.$

#### Par. III. — STROOMBRONNEN

We wijken hier eenigszins af van de orde van ons handboek :

*Contactelectriciteit* (zie N° 66 tot aan berekening van het contactpotentiaal).

Bij nader onderzoek der electronentheorie der metalen blijkt aan de oppervlakte een z.g. dubbellaag te moeten bestaan. Het gevolg hiervan is, dat, wanneer twee metalen platen elkaar raken, er electriciteit van de eene op de andere overgaat. Het potentiaal verschil, dat zodoende tusschen de twee platen ontstaat is constant doch zeer klein.

Men heeft verschillende metalen zoo kunnen rangschikken, dat elk van hen bij aanraking met een der volgende van de reeks positief geladen wordt en het andere negatief, m.a.w. dat het eerste een hogere potentiaal heeft dan het tweede. Een dergelijke *spanningsreeks* is bijv.

Zink, lood, tin, koper, zilver, platina

Hierbij valt nog op te merken, dat het potentiaalverschil tusschen twee metalen van de reeks hetzelfde is met of zonder tusschen metalen. — Het solderen van twee metalen verandert dus niets aan het potentiaalverschil.

Het ligt voor de hand, dat een element gevormd door twee metalen uit de reeks zonder meer geen continue stroom zal kunnen leveren. Het contact van twee metalen op zich vergt immers energieverbruik ; er kan dus in overeenstemming met de wet van behoud van energie, ook geen energie, onder welken vorm ook, worden teruggevonden.

#### *Thermoelectriciteit.*

Het is te voorzien, dat dit wel het geval zal zijn indien we bijv. de contactplaat moesten verwarmen zoolwel op grond van de wet van behoud van energie als langs electronische beredencering. Dit leidt ons tot de zg. *Thermoelectriciteit* en hare toepassingen.

#### *Spanningsreeksen van metalen en electrolyten.*

Ook aan de grensvlakken van metalen en geleidende vloeistoffen treden potentiaalverschillen op. Op dit verschijnsel zijn gesteund de galvanische elementen.

Naar aanleiding hiervan bespreken we in (((77))) en (((79))) het verschil tusschen Electromotorische kracht en potentiaalverschil.

Zonder verdere bemerkning zijn van zeker belang

((81)) ((82)) (((84))) (((85)))

#### *Oefeningen.*

1) Men beschikt over 10 elementen met een E.M.K. van 1,2 V en een inwendigen weerstand van 0,50 Ohm. Men brengt ze in een keten van 10 ohm. Bereken de stroomsterkte in de keten

1° bij serieschakeling der elementen

2° bij parallelschakeling

2) Men groepeer 250 elementen met een E.M.K. van 1,92 Volt en inwendigen weerstand van 0,3 ohm. Hoe moet men deze elementen schakelen om een stroomsterkte van 16 amp. te bekomen in een kring met uitwendigen weerstand van 3 ohm.

Par. IV. — *Wordt voorloopig overgeslagen.*

## Hoofdstuk III

MAGNETISCH VELD VAN EEN ELECTRON  
IN EENPARIGE BEWEGING

Een elektrische stroom oefent invloed uit op een beweegbare magneet. Dit doet ons zeggen, dat een elektrische stroom omgeven is door een *magnetisch veld*.

Alvorens hierop verder in te gaan maken we eerst even kennis met het begrip magnetisch veld. ((89)) (((90)))

Om het magnetisch veld van een elektrischen stroom volkomen te bepalen moeten we in ieder punt rond den geleider kennen de sterkte en zin van het veld. Dit wordt besproken in (((95)))

Waar een elektrische stroom een gezamenlijke beweging van vrije electronen is moeten we besluiten, dat zich bij het elektrisch veld  $H = c/r$ , van een electron in rust een magnetisch veld voegt van het oogenblik dat dit in beweging is.

De zin van dit veld wordt ons gegeven door den kurentrekker regel, (rekening houdend met het feit dat de electronenbeweging tegengesteld is aan deze van de bij afspraak bepaalde stroomrichting).

De sterkte van dit veld is gegeven door de betrekking die we hier onmogelijk kunnen afleiden

$$H = \frac{c}{r^2} \frac{v}{c}$$

Van deze betrekking kan worden uitgegaan om tot enkele praktische formules te komen, die we veelvuldig zullen noodig hebben. Al zullen we ons met die afleiding niet bezig houden, raad ik U toch aan voorgaande uitdrukking te onthouden.

Van belang zijn de volgende resultaten :

1° Sterkte van het magnetisch veld, veroorzaakt door een rechten stroomgeleider in een punt P op afstand r van den geleider

$$H = k \frac{2 I}{r} \text{ Oerstedt}$$

2° Sterkte van het magnetisch veld in het midden van een cirkelvormigen geleider met straal r

$$H = k \frac{2 \pi I}{r}$$

3° Sterkte van het magnetisch veld binnen een solenoïde ((102))

$$H = k \frac{4 \pi n I}{l}$$

I stroomsterkte  
n aantal windingen der spoel  
l lengte der spoel

In deze uitdrukkingen is k een evenredigheidsfactor, die afhangt van de eenheid waarin de stroomsterkte I in den geleider wordt uitgedrukt.

*Electromagnetisch eenhedenstelsel.*

Uit de electromagnetische verschijnselen heeft men een ander eenhedenstelsel afgeleid. Leest in dit verband (99 — Experimenteële bevestiging). Op het einde van ((N° 103)) vindt U een tabel die U het verband geeft tusschen de c.s.c. eenheden, c.m.c. eenheden en praktische eenheden; deze tabel dient geenszins te worden van buiten geleerd, maar slechts te worden geraadpleegd, dan wanneer U ze noodig heeft bij de behandeling van vraagstukken.

*Oefeningen.*

1) Hoe groot is op 10, 20 en 30 cm het magnetisch veld van een stroomgeleider waarin de stroomsterkte 100 A bedraagt?

2) Een spoel is 50 cm lang en bezit 1500 windingen, de stroom bedraagt 15 A. Hoe groot is het magnetisch veld in die spoel?

3) Een stroom loopt door twee spoelen, de eene is 5 cm lang en heeft 100 windingen, de andere is 7 cm lang en bestaat uit 40 lagen van 140 windingen elk. Hoe verhouden zich de veldsterkten binnen in de spoelen?

4) Hoe groot moet de stroomsterkte zijn in een cirkelvormige geleider van 12,56 cm<sup>2</sup> oppervlak, opdat het veld in het midden ervan 1,571 Oerstedt bedrage?

(Wordt voortgezet)

## METHODISCH FOUTZOEKEN

(Vervolg van blz. 125)

- 5 — Condensator van den 9 kHz. sperkring vertoont kortsluiting.
- 6 — UKG-sperweerstand onderbroken.
- 7 — H.F.-sperweerstand onderbroken of heeft kortsluiting met de massa.
8. — Koppelcondensator onderbroken.
- 9 — Kathodeweerstand en condensator onderbroken.
- 10 — Roosterverbinding onderbroken of kortsluiting met de massa.
- 11 — Toonschakelaar kortgesloten.

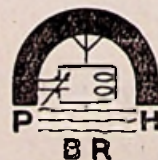
Een defecte lamp kan hier niet de oorzaak zijn. Men zou ze bij de reeds vroeger gedane spannings- en stroommetingen hebben moeten vinden. Wij veronderstellen bijgevolg dat de eindlamp VI niet defect is.

Zeer onaangenaam is een kortsluiting van de secundaire ontwikkeling a-b van den luidsprekertransformator T1; daar in dit geval het toestel stom blijft (geval 1). Een meting van den ohmschen weerstand geeft dadelijk bescheid. Meestal zijn dit lage weerstanden tusschen 0, 5 en 15 Ω In elk geval is het aan te bevelen een controleluidspreker te gebruiken. De fout zelf kan b.v. door kortsluiting met de massa ontstaan, daar zeer vaak het eene einde der secundaire wikkeling/sluiting met de massa vertoont.

Een kortsluiting op de primaire van den luidsprekertransformator T1 tusschen de punten c en d heeft eveneens het uitvallen der ontvangst voor gevolg (geval 2). In dit geval geeft het aansluiten van den controleluidspreker dadelijk de bevestiging. Indien men zich door een spanningsmeter in de punten c en d van den toestand der primaire wikkeling overtuigen wil, dan moet, bij een goede wikkeling steeds een spanningsval optreden, m.a.w. in punt d moet een hogere spanning aanwezig zijn dan in punt c. Ook het meten van den ohmschen weerstand toont dadelijk aan, of er kortsluiting is. Wanneer de weerstand der wikkeling c-d niet in het betreffende schakelschema opgegeven is, dan kan men er toch op rekenen dat men met weerstanden tusschen de 300 en 1000 Ω te doen heeft.

Ook de, met de primaire wikkeling parallel geschakelde anodecondensator kan in kortsluiting staan (geval 3). Men make de eene verbinding van C5 los. Daar deze condensator tamelijk hoge wisselspanningen moet uithouden, is het doorslaan steeds mogelijk. In dit geval wordt gelijktijdig de primaire wikkeling c-d van den luidsprekertransformator kortgesloten, waardoor de ontvangst ophoudt. Om het optreden van dezelve fout te vermijden verdient het aanbeveling een condensator voor hogere bedrijfsspanning te gebruiken.

(Wordt voortgezet)

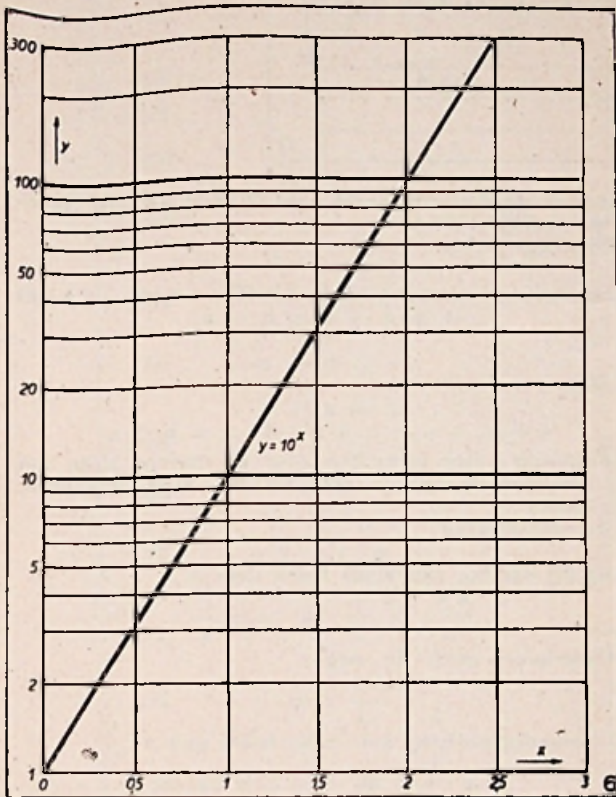




# Wiskunde en grafische oefeningen voor den Radiotechnicus

door E.J.M. PALMANS

(Vervolg van blz. 80)



5) Grafische voorstellingen met logarithmische assenverdeling.

Fig. 6 toont de indeeling van een grafisch papier waarbij de y-as logarithmisch en de x-as lineair, (d.w.z. gelijkmatig) onderverdeeld is. Hierbij valt op, dat op de y-as geen nulpunt bestaat. Dit komt hieruit voort, dat de y-as niet volgens getalverschillen, maar volgens getalverhoudingen onderverdeeld is. Het stuk der y-as, dat de getallenreeks van 1 tot 10 weergeeft is even lang als het stuk van 10 tot 100 of het stuk van 0,1 tot 1.

Stelt men in zoo 'n lineair logarithmisch assensysteem de functie  $y = 10^x$  grafisch voor, dan bekomt men de in fig. 6 weergegeven rechte. Iedere andere exponentieele functie wordt in lineair logarithmische voorstelling weergegeven door een rechte.

Papieren, waarbij zowel de abseis als de ordinaat logarithmisch onderverdeeld zijn, noemt men *dubbel logarithmisch papier*.

Grafische voorstellingen op logarithmische maatstaf, worden in de Radiotechniek veelvuldig toegepast, en

wel daar waar tusschen twee grootheden een exponentieel of logarithmisch verband bestaat, en daar, waar getallenverhoudingen moeten voorgesteld worden. Zoo zullen zij toegepast worden ter verduidelijking van den samenhang van geluidsdrukken, geluidsterkten, toonfrequenties, exponentieele karakteristieken, enz.

**1e Oefening.** De Radiogolven planten zich in de ruimte voort met een snelheid van 300.000 km/sec. De golflengte  $\lambda$ , de frequentie  $f$  en de voortplantingssnelheid  $c$  zijn onderling verbonden door de betrekking

$$\lambda = c/f$$

Geeft dit verband weer, enerzijds op gewoon gemillimeterd papier, anderzijds in dubbel logarithmisch papier.

Op *gewoon gemillimeterd papier* : zet de vertikale as of  $f$  op de horizontale  $\lambda$  ; de grafische voorstelling zal een kromme lijn zijn. (Welke ?)

Op *dubbel logarithmisch papier* :  $\log \lambda = \log c = \log f$  zij zal als een rechte lijn worden weergegeven.

### 6) De logarithmische rekenlat.

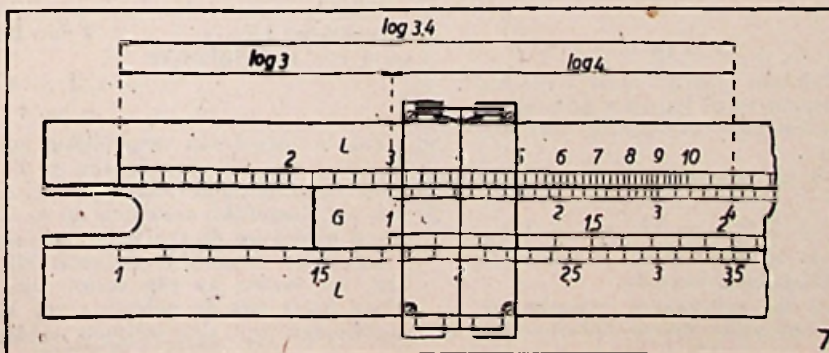
Vanwege haar handigheid wordt bij het snelrekenen als rekenhulpmiddel de logarithmische rekenlat toegepast. We kunnen hier in enkele regels ons natuurlijk niet ten doel stellen, U met dat instrument volkomen vertrouwd te maken, daartoe verwijzen we U, indien gij U zulks wilt aanschaffen, naar desbetreffende brochures, die genoegzaam in den handel zijn, of de gebruiksaanwijzing die bij iedere rekenlat worden bijgeleverd. Wij bepalen ons tot het principe : De rekenlat bestaat uit twee overelkaar glijdende logarithmisch ingedeelde schalen, (zie fig. 7). Voegt men bijv. bij een lengte 1 ... 4 van de vaste schaal (van boven) een lengte 1 ... 3 van den glijder, dan bekomt men als totale lengte  $\log 3 + \log 4$  zie fig. 7 ; 1 van den glijder staat tegenover 3 der bovenste schaal).

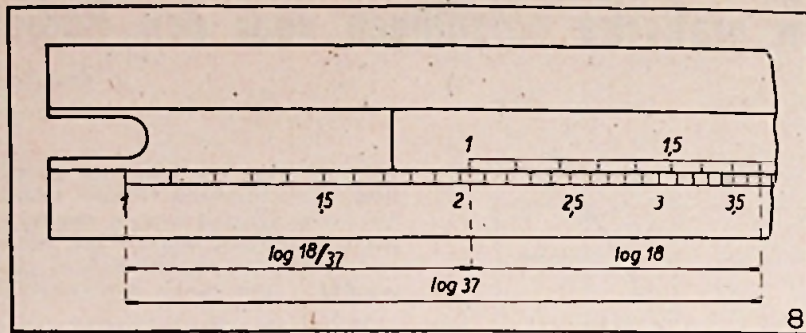
In de vorige les hebben we gezien dat

$$\log 3 + \log 4 = \log 3 \cdot 4 = \log 12$$

Op de bovenste schaal laat zich dus het product aflezen. Evenzoo is bij deeling de logarithme van het quotient gelijk aan de log van teller-log van noemer. Willen we dus bijv. de breuk  $37/18$  berekenen met de rekenlat, dan trekt men van de lengte 1 ... 37 (=  $\log 37$ ) de lengte 1 ... 18 (=  $\log 18$ ) af, en bekomen (zie fig. 8) 2,055.

Iedere rekenschijf, zoo eenvoudig als ze is, bezit minstens 4 schalen, waarvan zich twee bevinden op den glijder. De verdeling dezer 4 schalen is zoo, dat de schalen A en B (zie fig. 7) de kwadraten der onderste schalen C en D aangeven ; samenhoorende waarden staan steeds loodrecht onder elkaar en kunnen bij middel van den looper (verschuifbaar streepje) juist afgelezen worden. Gaat men uit van de bovenste schaal, dan vindt men omgekeerd de vierkantswortel op de onderste





schaal (zie fig. 7). De meeste rekenlatten bezitten bovendien nog een schaal ter aflezing van derde machten en 3<sup>o</sup> machtswortels, en soms nog anderen.

**Nomogrammen.**

De in de radiotechniek veel gebruikte « Nomogrammen » bezitten insgelijks een logarithmische verdeling. Nomogrammen zijn stelsels van getallenrechten, waarbij uit twee of meerdere bekende grootheden op eenvoudige wijze een gezochte grootheid kan bepaald worden. Fig. 9 stelt zoo'n monogram voor, dat hier de betrekking tusschen de spanning, de stroomsterkte en de weerstand in een kring weergeeft. Zijn twee dezer grootheden gekend, dan wordt de derde op eenvoudige wijze daardoor bepaald, dat men op de betreffende schalen de bekende waarden aanduidt en deze verbindt door een rechte; het snijpunt dezer rechte of haar verlengde met de derde schaal, geeft de gezochte waarde. In de figuur hebben we de lijn getrokken tusschen 10  $\sqrt{}$  en 200  $\Omega$ . In zulke kring bedraagt de stroomsterkte inderdaad

$$I = \frac{E}{R} = \frac{10}{200} = 50 \text{ m A.}$$

**PAR. VI**

**BEPALINGSVERGELIJKING VAN DEN EERSTEN GRAAD**

Zoals vroeger gezegd, verstaan we onder *vergelijking* een uitdrukking van getallen of letters, verbonden door het gelijkteeken (=). Dit teeken geeft aan, dat het linkse gedeelte dezelfde getalwaarde (bij grootheden ook dezelfde dimensies) heeft als het rechts van het teeken staande deel.

Onder *bepalingsvergelijkingen* vallen alle vergelijkingen waarbij een of meerdere onbekenden (x, y, z, enz...) moeten bepaald worden uit twee of meerdere constanten (a; b; c, ...)

Komen in zulke vergelijkingen de onbekenden slechts voor in de eerste macht dan spreken we van *eerste graads- of lineaire vergelijkingen*. Vergelijkingen van den tweeden, derden ... graad zijn vergelijkingen waarbij de onbekenden voorkomen respectievelijk in den 2<sup>o</sup>, 3<sup>o</sup> enz... graad.

De graad van de vergelijking wordt altijd aangeduid door de hoogste macht, waarin de onbekende voorkomt.

Zoo is  $x^3 - 2x^2 + x - 7 = 0$  een vergelijking van den derden graad.

A) *Bepalingsvergelijking van den 1<sup>o</sup> graad met een onbekende.*

In de vergelijking

$$x = 2a + 3 - 4a + 6 - 10 + 3a$$

is x de gezochte, a de bekende waarde. Daar x slechts in den eersten graad voorkomt en er buiten x geen onbekende instaat is dit een lineaire vergelijking met één onbekende.

Deze vergelijking heeft als oplossing (ook wel wordt genoemd)

$$x = a(2 - 4 + 3) + 3 + 6 - 10 = a - 1.$$

Daar a een vaste waarde voorstelt is ook x een vaste waarde en is x dus ondubbelzinnig bepaald.

Een vergelijking zooals de voorgaande noemen we *expliciet*, omdat aan de eene zijde slechts onbekenden, aan de andere zijde van = slechts bekende waarden

staan. Is dit niet het geval dan spreken we van *impliciete vergelijkingen*.

De vergelijking

$$x + a = b$$

geeft wanneer van beide zijde dezelfde waarde a aftrekt

$$x + a - a = b - a$$

of

$$x = b - a$$

evenzoo :

$$x - a = b$$

$$x - a + a = b + a \text{ of } x = b + a$$

*Bijgevolg : Een term kan naar de andere zijde van het gelijkteeken worden overgebracht, mits omkeering van teeken.*

De vergelijking

$$a \cdot x = b$$

geeft bij deeling van beide leden door a

$$\frac{a \cdot x}{a} = \frac{b}{a} \text{ of } x = \frac{b}{a}$$

Omgekeerd geeft de verg.

$$\frac{x}{a} = b.$$

bij vermenigvuldiging aan beide leden met a

$$a \frac{x}{a} = ab \text{ of } x = ab.$$

*Oefeningen.*

2.  $5 + 2(2x - 2) = 3(3x + 3)$

3.  $\frac{x}{2} + \frac{x}{3} + \frac{x}{4} + \frac{x}{5} = x - 17$

4.  $\frac{5x - 4}{3} = x + 4$

5.  $a x + x = 4 a$

6.  $\frac{x - 3}{4} = \frac{4 - x}{3}$

B) *Bepalingsvergelijkingen van den eersten graad met twee onbekenden.*

Dergelijke vergelijkingen bezitten geen ondubbelzinnige oplossing. Nemen we bijv.

$$x - \frac{y}{2} = 1$$

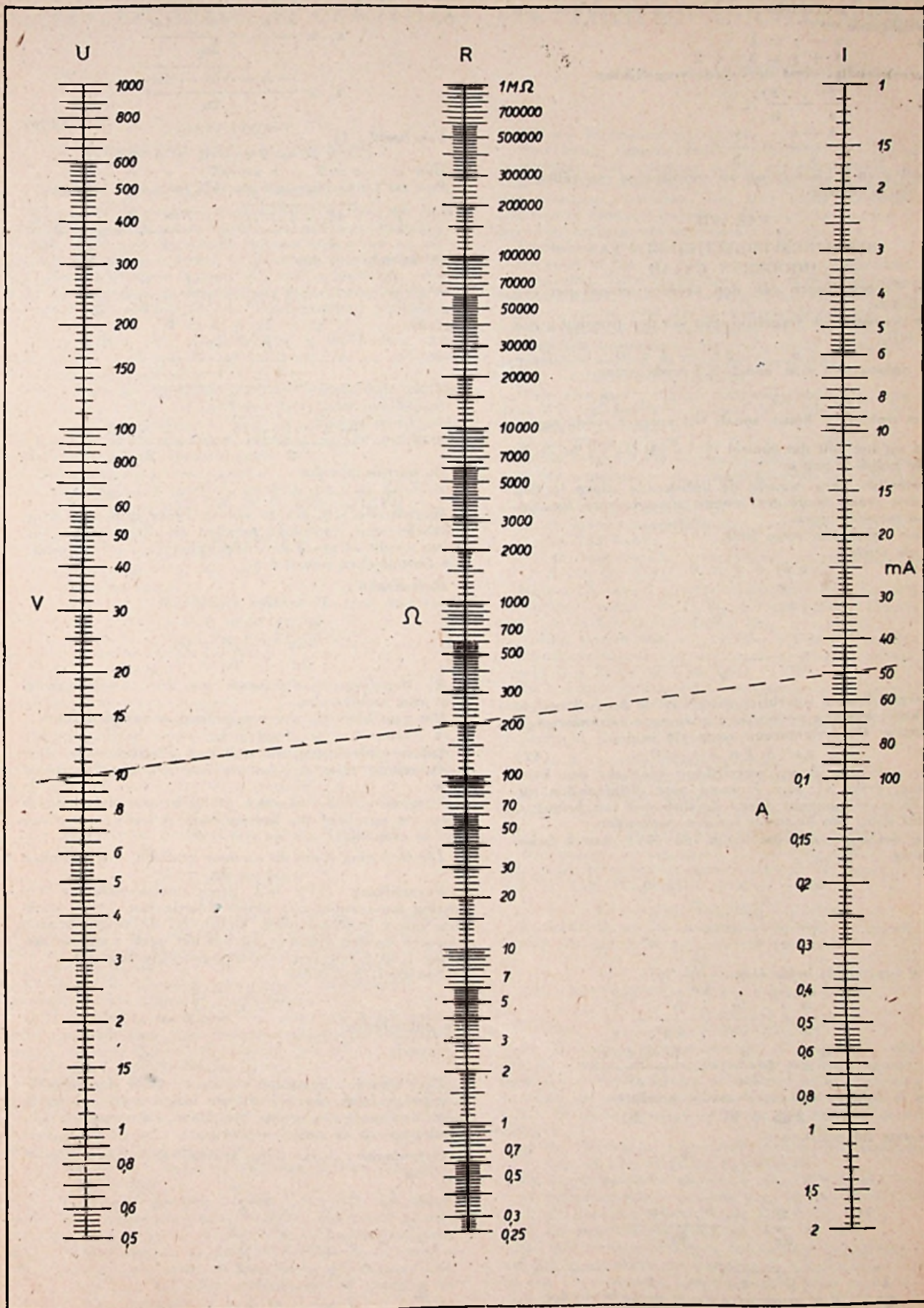
Voor iedere waarde van x vinden we een andere waarde van y. Zoo 'n vergelijking bezit dus oneindig veel oplossingen.

Combineeren we dus deze vergelijking met een tweede vergelijking bijv.  $x + y = 4$  dan bekomen we een *stelsel van vergelijkingen*

$$\left\{ \begin{array}{l} x - y/2 = 1 \\ x + y = 4 \end{array} \right.$$

Zoo 'n stelsel van vergelijking bezit maar één waarde van x en één waarde van y die tegelijkertijd aan beide vergelijkingen voldoen. Onder de mogelijke methoden om dergelijke systemen op te lossen, willen wij U alleen wijzen op de grafische methode.

Ieder der vergelijkingen geeft bij grafische voorstelling, zoo weten we een rechte lijn. Het snijpunt der lijnen geeft ons de oplossing van het stelsel, want de coördinaten van dat snijpunt voldoen zoowel aan de eene als aan de andere vergelijking.



**Oefeningen :**

Los langs grafischen weg de volgende stelsels van vergelijkingen op :

1) 
$$\begin{aligned} x - y &= 1 \\ x + y &= 3y + 2 \end{aligned}$$
 Vereenvoudigt eerst de tweede vergelijking

2) 
$$\begin{aligned} \frac{x}{a} - \frac{y}{b} &= 1 \\ \frac{x-a}{a} + \frac{y}{b} &= 2 \end{aligned}$$

Voor a en b kiest ge op uw coördinaten een willekeurige lengte eenheid.

PAR. VII

BEPALINGSVERGELIJKINGEN VAN HOOGEREN GRAAD

A) Vergelijkingen van den tweeden graad met één onbekende.

De eenvoudigste vergelijkingen van den tweeden graad zijn bijv.

$$x^2 = a \quad 2y^2 - 4 = 0$$

Hun oplossingen zijn, zooals wij reeds weten

$$x = \pm \sqrt{a} \quad y = \pm \sqrt{2}$$

Het teeken ± komt, zooals wij vroeger reeds zagen,

voort uit het feit dat zowel +√a als -√a in de 2° macht voorkomt gelijk is aan a.

Dergelijke verg. waarin de onbekende alleen in den tweeden graad voorkomt, noemt men *zuivere kwadratische vergelijkingen*.

Hun algemeene vorm luidt met als wortels

$$ax^2 + c = 0$$

$$x_1 = + \sqrt{\frac{c}{a}}$$

$$x_2 = - \sqrt{\frac{c}{a}}$$

Vergelijkingen waarbij x zowel in de 2° als 1° macht voorkomt kunnen we noemen *gemengde vierkantsvergelijkingen*. Hun algemeene vorm zal luiden

$$ax^2 + bx + c = 0 \quad (47)$$

De oplossing dezer vergelijking vereischt een berekening, welke we hier éénmaal voor altijd zullen uitvoeren maar waarvan alleen de uitkomst van belang is en dus dient van buiten te worden onthouden.

Bij deeling van beide leden van (47) door a bekoemen we

$$x^2 + \frac{b}{a}x + \frac{c}{a} = 0$$

of 
$$x^2 + \frac{b}{a}x = -\frac{c}{a}$$

We voegen bij beide leden  $\frac{b^2}{4a^2}$  bij

$$x^2 + \frac{b}{a}x + \frac{b^2}{4a^2} = \frac{b^2}{4a^2} - \frac{c}{a}$$

of 
$$x^2 + \frac{b}{a}x + \left(\frac{b}{2a}\right)^2 = \frac{b^2 - 4ac}{4a^2}$$

Nu is volgens dit merkwaardig product

$$a^2 + 2ab + b^2 = (a + b)^2$$

het eerste lid gelijk aan

$$\left(x + \frac{b}{2a}\right)^2$$

zoodat

$$\left(x + \frac{b}{2a}\right)^2 = \frac{b^2 - 4ac}{4a^2}$$

of

$$x + \frac{b}{2a} = \pm \sqrt{\frac{b^2 - 4ac}{4a^2}} = \pm \frac{1}{2a} \sqrt{b^2 - 4ac}$$

Waaruit voor x twee waarden volgen :

$$x_1 = \frac{-b + \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

$$x_2 = \frac{-b - \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

(47a)

Voorbeeld : 1)

$$2x^2 - 7x + 6 = 0$$

Hier is : a = 2 b = -7 c = 6

Past nu eenvoudigweg form 47a toe en ge bekomt :

$$x = \frac{7 \pm \sqrt{49 - 4 \cdot 2 \cdot 6}}{4} = \frac{7 + \sqrt{1}}{4} = \frac{7 \pm 1}{4}$$

De wortels zijn dus

$$x_1 = \frac{7+1}{4} = 2; \quad x_2 = \frac{7-1}{4} = \frac{6}{4} = \frac{3}{2}$$

2) 
$$x^2 + 2x + 5 = 0 \quad a = 1 \quad b = 2 \quad c = 3$$

$$x = \frac{-2 \pm \sqrt{4 - 4 \cdot 5}}{2}$$

$$= \frac{-2 \pm \sqrt{-16}}{2} = \frac{-2 \pm 4j}{2}$$

De wortels zijn dus

$$x_1 = -1 + 2j; \quad x_2 = -1 - 2j.$$

Hieruit zien wij, dat de wortels eener gemengde kwadratische verg. complexe getallen als uitkomst kunnen geven en dit in geval de uitdrukking (b² - 4ac) onder het wortelteeken negatief is.

**Oefeningen :**

9. 
$$x^2 + 13x + 36 = 0$$

10. 
$$3x^2 + 8x + 5 = 0$$

11. 
$$(2x + 1)^2 = 3x$$

12. 
$$2x^2 - 9x = 0$$

B) *Bepalingsvergelijkingen van den tweeden graad met twee onbekenden.*

Het gaat hier dus om vergelijkingen van den vorm

$$y = ax^2 + bx + c \quad (48)$$

Iedere uitdrukking, die zich laat schrijven onder dien vorm noemt men een *functie van den tweeden graad in x*.

Stelt men zulke functies grafisch voor dan bekomt men een parabool die symmetrisch is ten opzichte van een as evenwijdig aan de y-as.

13e Oefening. Gaat dit na door grafisch voor te stellen

$$y = x^2 + 3x + 2.$$

Vergelijking (47) laat geen ondubbelzinnige oplossing toe vermits met iedere waarde van y twee waarden van x overeenkomen. Gelijk bij de vergelijkingen van den eersten graad is dit wel het geval wanneer tussen x en y nog een tweede betrekking bestaat.

Zoo geeft het stelsel :

$$\begin{aligned} y &= x^2 - 2 \\ y - x &= 4 \end{aligned}$$

als oplossingen

$$\begin{aligned} x_1 &= 2 & x_2 &= -2 \\ y_1 &= 7 & y_2 &= +2. \end{aligned}$$

Deze waarden bekoemen we als we ieder der vergelijkingen grafisch voorstellen ; de eerste geeft een parabool, de tweede een rechte lijn. De coördinaten der snijpunten geven de gezochte wortels.

Oefeningen : Zoekt langs grafischen weg de oplossingen van :

4. 
$$\begin{cases} y = x^2 - 2 \\ y - x = 4 \end{cases}$$

5. 
$$\begin{cases} y = x^2 - 2 \\ y = x - 3 \end{cases}$$

6. 
$$\begin{cases} y = x^2 + 2 \\ \frac{y}{2} = x^2 + x + 1. \end{cases}$$

# Cursus van Werkhuis- en Radio-Technologie

door HIPPOLYTE STRUYF  
(Vervolg van blz. 80)

## HOOFDSTUK I.

### ALGEMEENE MATERIALENKUNDE.

(1<sup>e</sup> les)

#### I. — ALGEMEENHEDEN.

1.1. — Alle bestaande stoffen kunnen voor wat hun fysieke eigenschappen betreft in groepen ingedeeld worden. Gezien de elektrische eigenschappen van de stoffen kunnen wij ze indeelen in geleiders en niet-geleiders van den elektrischen stroom. Wij zullen nochtans, rekening houdend met de magnetische en acoustische eigenschappen, de stoffen in vier hoofdgroepen verdeelen, nl.:

1° geleiders; 2° niet-geleiders of isolatoren; 3° magnetische stoffen; 4° geluidsdempende en geluidswerkaatsende stoffen.

1.2. — Uit de algemeene physica (zie ook E.P. bl. 2) weten wij, dat elke stof gekenmerkt is door wel bepaalde fysieke eigenschappen. Voor de geleiders zullen wij de toepassingsmogelijkheid afleiden uit de mechanische en elektrische eigenschappen.

#### a) Mechanische eigenschappen:

- 1) soortelijk of specifiek gewicht, zie: a) (A.P. n° 299); b) de Rad. School, bl. 751, tafel 68;
- 2) buigvastheid;
- 3) rekbaarheid (of trekvastheid);
- 4) smelt- en pletbaarheid;
- 5) duurzaamheid in den tijd;
- 6) soldeerbaarheid.

Wij geven de voorkeur aan stoffen die zich door solderen aan anderen laten vasthechten.

(Zie R.T.S. bl. 744 en Rp. bl. 330/331).

#### b) Economische eigenschappen:

- 1) leverbaarheid;
- 2) kostprijs.

#### c) Elektrische eigenschappen:

- 1) soortelijke of specifieke weerstand (E.P. n° 61). Als soortelijke weerstand bepaalt men meestal: de elektrische weerstand in ohms uitgedrukt van een geleider van 1 meter lang en een gelijkmatige doorsnede van mm<sup>2</sup> bij een temperatuur van 20° C.
- 2) temperatuurcoëfficiënt (zie R.T.S. bl. 748, alinea 6) en Rp. bl. 253, E.P. n° 61).
- 3) magnetische permeabiliteit (zie R.T.S. bl. 752) (E.P. n° 106).

#### 2. — GELEIDERS.

(2<sup>e</sup> les)

Het aantal geleiders is tamelijk groot. We mogen gerust zeggen dat alle metalen evenals hun legeringen als geleiders kunnen beschouwd worden. Hetzelfde kan gezegd worden van alle geïoniseerde stoffen. Tot deze laatste behooren de geïoniseerde gassen en de geïoniseerde vloeistoffen of electrolyten.

2.1. — Van groot belang zijn vooral de goede geleiders namelijk deze met kleinen soortelijken weerstand zooals: zilver, koper, koperlegeringen, zilver, aluminium, aluminiumlegeringen, ijzer.

Raadpleeg: R.T.S. bl. 744/748 en Rp. bl. 390/335.

Deze stoffen worden vooral gebruikt als geleiders van den elektrischen stroom en worden daartoe tot lange meestal cilindrische draden getrokken al of niet van een isoleerende laag overtrokken.

Zie Rp. bl. 315 onder de hoofding Draden, litze, kabel, en isoleerkous.

De geleidende metalen worden anderzijds ook uitgevoerd in plaatvorm om na verwerking het gestel te vormen van een of ander elektrisch of radio-elektisch apparaat. Ofwel worden de geleiders tot bussen of dozen gestampt en verzekeren de elektrische of magnetische afscherming van bepaalde onderdeelen of groepen in het complexe apparaat.

Raadpleeg: Rp. bl. 335 en R.T.S. bl. 745 onderaan.

#### 2.2. — Weerstandsmaterialen.

Men heeft experimenteel vastgesteld dat bepaalde legeringen van sommige goede geleiders zooals ijzer, koper, nikkel, chroom, cobalt, waarin ook de niet-geleider mangaan voorkomt, een zeer klein temperatuurcoëfficiënt hebben, waardoor zij geschikt worden voor het vervaardigen van elektrische weerstanden.

Raadpleeg: Rp. bl. 253/254 en R.T.S. 749.

De tafel in Rp. bl. 254 vermeldt o.a. constantaan en managanine. Twee legeringen met zeer klein temperatuurcoëfficiënt. Voor het vervaardigen van precisieweerstanden, vooral voor kleine weerstandswaarden, geven wij de voorkeur aan managanine. Daar het contact potential van constantaan, dat veel grooter is dan dat van managanine, worden de metingen vervalscht.

#### 2.3. — Magnetische metalen.

Deze zijn ijzer, nikkel, chroom, cobalt en legeringen. Wij vestigen hier speciaal de aandacht op enkele belangrijke grootheden:

- a) de permeabiliteit (zie R.T.S. bl. 752);
- b) de magnetische weerstand (zie R.T.S. bl. 751);
- c) de remanentie- of remanente reductie (zie R.T.S. bl. 735);
- d) de coercitiefkracht (zie R.T.S. bl. 753);
- e) de hysteresisverschijnselen (verliezen) (zie R.T.S. bl. 753/754);
- f) de magnetische verzadiging of saturatie (zie R.T.S. bl. 756).

Belangrijk vooral zijn de legeringen met hooge permeabiliteit zooals Permalloy, Radiometaal, Mumetaal enz. (zie R.T.S. bl. 758, tafel 70).

Verder gelden nog de speciale wolfram-, cobalt- en chroomlegeringen met bijzondere hooge coercitiefkracht (zie R.T.S. bl. 760, tafel 71/72).

En tenslotte de hoogfrequent ijzersoorten: Ferrocort, Sirufer enz. (zie R.T.S. bl. 761).

Wij raden U aan aandachtig de bladzijden 177 tot 184 te lezen in Rp. van Wisemann.

#### 3. — GELEIDERS VOOR SPECIALE DOELEINDEN GEBRUIKT.

Wij vermelden bimetalen, thermo-elementen, contactmetalen (zie R.T.S. bl. 762/763 en Rp. bl. 331/334).

#### 4. — GELEIDENDE VLOEISTOFFEN.

Alle zouten, zuren, bazen in waterige oplossing zijn geleidend. Hun temperatuurcoëfficiënt is negatief (zie E.P. bl. 141, Par. III).

#### 5. — GELEIDENDE GASSEN.

Kwikzilverdamp en natriumdamp zijn geleidend en verder alle gassen in geïoniseerde toestand.

## DEEL II.

### NIETGELEIDERS OF ISOLATOREN.

(3<sup>e</sup> les)

#### 1. — ALGEMEENHEDEN.

De isolatoren moeten evenals de geleiders voldoen aan de eischen die gesteld worden op mechanisch gebied. Op elektrisch gebied echter zijn het gansch andere factoren die de waarde van de isolator bepalen (zie R.T.S. bl. 734) waarop wij hierna speciaal uw aandacht vestigen:

- a) de elektrische weerstand (soortelijke weerstand) (zie R.T.S. bl. 734, 1<sup>e</sup> alinea);
- b) de dielectrische constante (zie R.T.S. bl. 735);
- c) de oppervlakteweerstand (zie R.T.S. bl. 735);
- d) de doorslagspanning (zie R.T.S. bl. 735);
- e) de dielectrische absorptie.

De dielectrische absorptie is een zeer belangrijke factor. Zij treedt alleen op wanneer de isolator zich bevindt in een hoogfrequent elektrisch veld. Men verwarre het niet met elektrischen weerstand of oppervlakteweerstand (zie Rp. bl. 321/323).

f) De verlieshoek (of beter de tangens van de verlieshoek).

Electrisch beschouwd is deze hoek het complement van de arbeidsfactor  $\cos \phi$  (zie E.P. opmerking bij n° 131). Deze tangens  $\delta$  is een maat die alle in den isolator optredende verliezen omvat. Door eenvoudige vergelijking van den verlieshoek van verschillende isolatoren komt men tot een relatieve waardebeoordeling ervan (zie Rp. bl. 322, fig. 191).

Deze figuur geeft het verloop aan van  $\tan \delta$  voor de meest gekende isolatoren in functie van de op de isolator toegepaste frequentie.

## 2. — ORGANISCHE ISOLATOREN.

De Radiotechnische school geeft een goed overzicht van deze groep. Alle elementen dezer groep zijn belangrijk. Men studeere dus grondig van af bl. 735. Beginnende met de vezelstoffen tot en met de isoleerende lakken op bl. 740.

Raadpleeg ook : Rp. bl. 320/330.

## 3. — ANORGANISCHE ISOLEERSTOFFEN.

Alle stoffen vermeld van af mica (zie R.T.S. bl. 740) tot het laatst vermelde calit zijn van groot belang in de hoogfrequentie-techniek.

Raadpleeg eveneens : Rp. bl. 320/330.

## DEEL III.

### GELUIDSDEMPENDE EN GELUIDSWEERKAATSENDE STOFFEN.

(3<sup>e</sup> les)

Deze stoffen spelen een belangrijke rol bij de acoustische isolatie. Zij laten toe de nagalmtijd van bepaalde ruimten (kamers, feestzalen enz.) op haar gunstigste waarde in te stellen. Het gebruik van deze stoffen breidt zich de laatste jaren sterk uit.

## 5. — SAMENVATTING VAN DE STOF.

Koper, wegens zijn goede mechanische eigenschappen en kleinen electrischen weerstand, wordt bijna algemeen als stroomgeleider gebruikt. Het wordt de laatste tijd dikwijls vervangen door aluminium dat bij een goede mechanische stevigheid en ingeval van gelijke weerstand slechts 1,6 maal dikker is te nemen en zelfs een veel kleiner gewicht heeft.

Als weerstandslegeringen gebruikt men vooral manganine en constantaan voor het vervaardigen van hoogohmige weerstanden.

Nikkel en nieuw zilver worden aangewend voor weerstanden van kleine waarden maar voor groote stroomsterkten voorzien. Terwijl chroomnikkel veel als verhittelement wordt aangewend, in soldeerbouten, strijkijzers enz. wegens zijn hooge temperatuurvastheid.

Andere metalen gebruikt men als bimetaal, termokoppel, contactmetaal, smeltzekering enz.

Als magnetisch materiaal voor voedingstransformatoren en sterkstroomtransfo's gebruikt men meestal : silicium, wegens zijn geringere ijzerverliezen.

Voor luidsprekers en meetinstrumenten gebruikt men tegenwoordig uitsluitend permanente magneten in chroom of cobaltstaalsoorten, omwille van de grootere remanentie en konstantheid in de tijd.

Laagfrequentietransformatoren van hooge kwaliteit zijn voorzien van kernen in Permalloy, Mumetaal of een ander metaal dezer reeks omwille van de hooge permeabiliteit en geringverliezen die aan deze legeringen eigen zijn.

Voor niet te hooge frequenties gebruikt men liefst spoelen met hoogfrequentiekerne.

Wat de isoleerstoffen betreft kunnen wij deze in drie groepen samenvatten :

- 1) Stoffen met kleine dielectrische verliezen en normale dielectrische constante (dit zijn kalen en kaliet). De geringe verlieshoek maakt deze groep belangwekkend voor H.F.-toepassingen.
- 2) Stoffen met hooge dielectrische constante en kleine dielectrische verliezen : hiertoe telt men de ceramische stoffen.
- 3) Stoffen met temperatuurafhankelijke dielectrische constante : zoals tempa.

Een gedeelte der niet-geleiders wordt gebruikt als geluidsabsorberend element, o.a. kleurstoffen, vilt, tot platen verwerkte houtvezels, ook wel glaswol.

De geluidswerkaatsende stoffen zijn de harde, vaste elementen, zooals marmar, arduin enz. in gepolijsten toestand, ook de metalen, vooral in gepolijsten toestand zijn sterk geluidswerkaatsend.

## 6. — HERHALINGSVRAGEN.

(4<sup>e</sup> les)

- 1) Welke metalen bezwaarlijk legeringen worden als stroomgeleiders gebruikt ? Waarom ?
- 2) Waarom worden manganine en constantaan veel gebruikt voor het vervaardigen van precisieweerstanden ?
- 3) Welke legeringen hebben een zeer groote permeabiliteit ?
- 4) Welke stoffen toegevoegd aan zuiver ijzer verbeteren de magnetische eigenschappen van dit metaal ?
- 5) Waarom is het noodzakelijk fijn verdeeld ijzerpoeder te gebruiken voor H.F.-spoelen ?
- 6) Welke voordeelen hebben de ijzerkernspoelen of luchtkernspoelen ?
- 7) Welke eigenschap van het isolatiemateriaal veroorzaakt de grootste dielectrische verliezen in H.F.-kringen ?
- 8) Welke isolatiestoffen bestemt gij voor laagfrequent doeleinden, welke voor gemiddelde frequenties (t.i.z. omroep frequenties), welke voor zeer korte golven ?
- 9) Noem vijf ceramische isoleerstoffen ; noem vijf kunstmatige isoleerstoffen ; noem vijf natuurlijke isoleerstoffen.
- 10) Welke metalen zal men bij voorkeur aanwenden om contacten te verwezenlijken ?
- 11) Veronderstel dat de nagalmtijd van een zaal te kort is. Hoe kan men deze verlengen ?
- 12) Waarom zijn condensatoren met mica als dielectricum te verkiezen boven deze met geparafineerd papier ?
- 13) Veronderstel dat we een condensator willen vervaardigen met zoo klein mogelijke afmetingen. Welk dielectricum zullen wij aanwenden ?
- 14) Welke isoleerstoffen vinden ruime toepassing omwille van het gemak waarmede men ze kan bewerken ?

## WIJ ANTWOORDEN

(Vervolg blz. 128)

H. M., van Glons, vraagt : Wat is een polariserend kristal en gepolariseerd licht ?

Het licht is een trillingsverschijnsel. Bij een gewone lichtstraal geschieden deze trillingen in alle mogelijke richtingen gelegen in een vlak, loodrecht op de voortplantingsrichting of, m.a.w. in alle mogelijke vlakken gaande door de voortplantingsrichting.

Door bijzondere middelen kan men ertoe geraken deze trillingen alleen te doen plaats hebben in een bepaald vlak, gaande door de voortplantingsrichting. Dergelijke lichtgolven noemen we gepolariseerd licht. Een dezer middelen is het polariserend kristal. Een polariserend kristal of nicol is een kristal in den vorm van een parallelpipedum overhoeks in twee helften doorgezaagd en aan elkaar geplakt door middel van canadabalsem. Laat men een smallen lichtbundel niet gepolariseerd licht op een der zijvlakken van het bovenvermeld kristal vallen dan verdeelt zich deze lichtstraal in twee afzonderlijke stralen. Bij de eene die aan de andere zijde van het kristal uittreedt, hebben de trillingen plaats in het vlak van het papier ; men noemt deze straal de buitengewone straal. De tweede wordt door de canadabalsemlaag gereflecteerd en trilt met een trillingsrichting loodrecht op het vlak van papier, men noemt ze de gewone straal, omdat ze de gewone brekingswetten volgt.

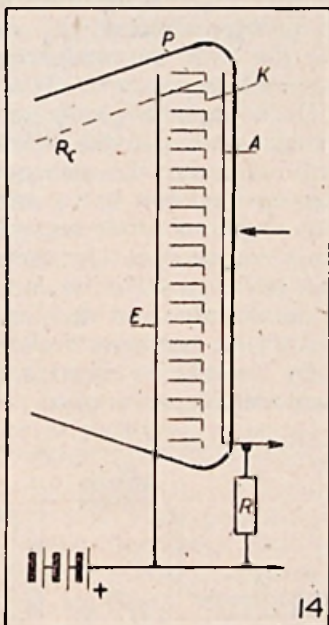
N., Leuven.

## TELEVISIE CURSUS

door R. DEVILLEZ

(Vervolg van blz. 91)

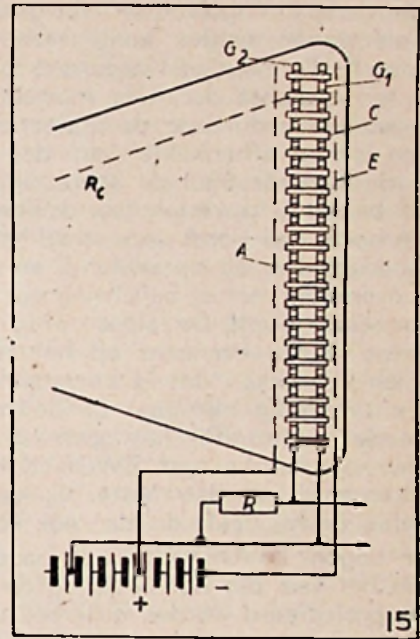
In hetzelfde jaar vroeg VLADIMIR ZWORYKIN, de reeds hierboven genoemde Ingenieur van de R.C.A., achtereenvolgens op 1 Mei en 17 Juni twee octrooiën aan waarvan een geheel ander beginsel tot grondslag diende. Hij had vastgesteld dat de iconoscopen met ionisatie, terugkaatsing en weerstand alle het groot gebrek vertoonen het gewenschte effect slechts gedurende een zeer korten tijd te vertoonen, n.l. slechts zoolang ze door de kathodestraal beroerd worden, een tijd die gelijk is aan de voor de aftasting van het beeld gebruikten tijd, n.l.  $1/12$  tot  $1/24$  van een seconde in overeenstemming met de beeldfrequentie, gedeeld door het aantal beeldpunten, dat steeds grooter geworden is.



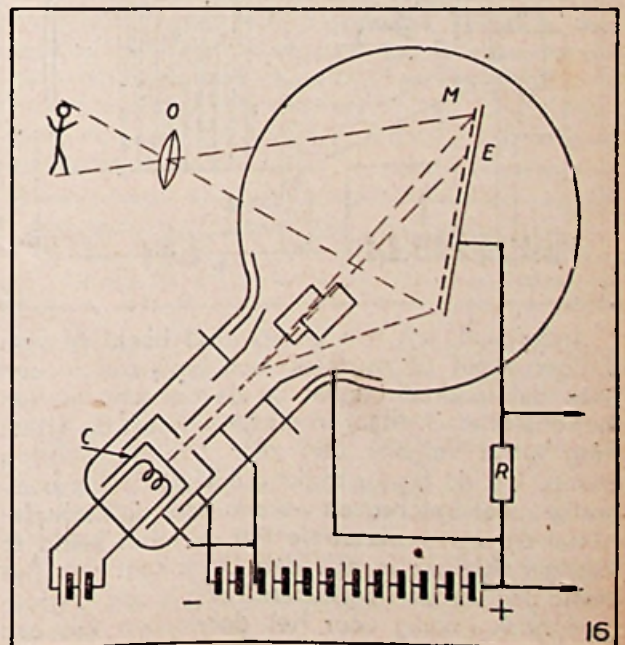
Daarom kwam hij op het idee deze verschillende impulsen samen te voegen gedurende de tijd welke noodig is voor de ontleding van het volledige beeld en dit wel onder den vorm van electrostatische ladingen, die door den kathodestraal worden afgevoerd in den korten tijd dat deze over een punt heenloopt om aldus een veel sterkeren stroom te verkrijgen.

In zijn octrooi van 1 Mei stelde hij voor de mozaïek M te vormen uit kleine lichtgevoelige kathodes, K (fig. 14), bestaande uit caesiumoxyde op een zilveren onderlaag en deze te plaatsen tegenover een gemeenschappelijke doorschijnende anode A (rooster of dun metalen vliesje). De kleine lichtgevoelige kathodes zijn elk voorzien met een verlengstuk P dat in de onmiddellijke nabijheid van de gemeenschappelijke kathode E terecht komt. Aldus wordt een heele reeks kleine condensatoren gevormd die door den kathodestraal  $R_c$  ontladen worden over weerstand R

waarin deze ontladingen spanningsvallen veroorzaken die evenredig zijn met de belichting der verschillende punten.



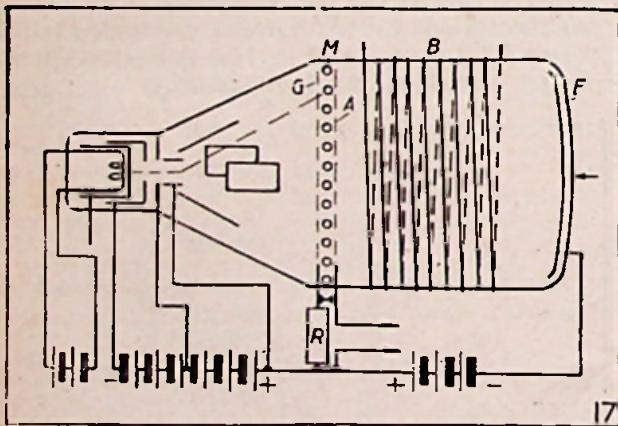
In het tweede octrooi, dit van 17 Juni bestaat de mozaïek uit kleine geleidende cylinders C (fig. 15) die weliswaar van elkaar geïsoleerd zijn en die gemonteerd worden tusschen twee geleidende roosters  $G_1$  en  $G_2$  waarvan die welke het meest verwijderd is van het beeld ( $G_2$ ) met de positieve klem van de batterij verbonden is over de modulatie weerstand R. Het geheel wordt geplaatst tusschen een lichtgevoelige electrode E



die den vorm van een rooster heeft, en de versnellingsanode A die eveneens roostervormig is. Ook hier vormen de verschillende elementen van de mozaïek kleine condensatoren met rooster  $G_2$ .

Wanneer nu het beeld geprojecteerd wordt op de lichtgevoelige electrode E, begint deze electronen uit te zenden en dit gebeurt in rechtstreeksche verhouding met de ontvangen lichtsterkte. Deze electronen spoeden zich naar de anode  $G_1$  en vloeien gedeeltelijk naar de positieve klem van de spanningsbron af. Het grootste deel dezer electronen echter komt terecht in de elementen C die aldus een negatieve lading ontvangen ten opzichte der twee roosters G. Deze lading gebeurt gedurende de projectie van het beeld en is niet afhankelijk van de aftasting. Zoodra de kathodestraal de achterzijde van de mozaïek begint af te tasten door de versnellingsanode A heen, dan wordt deze straal gedeeltelijk terug gedrukt door de elementen C en dit rechtstreeks evenredig met de belichting van het overeenstemmende punt. De aldus terug gedrukte electronen komen eveneens op het rooster  $G_2$  terecht en verwekken dus in weerstand R stroommen die evenredig zijn met de belichting der betreffende punten. Bij het opstellen van den tekst van zijn octrooi gaf ZWORYKIN zelf er zich rekenschap van dat rooster  $G_1$  kon worden weggelaten en hij heeft dit dan ook vermeld.

Later begon ZWORYKIN het nadeel in te zien van het feit dat het beeld op de mozaïek moest geprojecteerd worden door een doorschijnende laag of een rooster, en in 1933 stelde hij voor het beeld aan de aftastzijde van de mozaïek te projecteeren (fig. 16) ondanks de moeilijkheden die onvermijdelijk zouden ontstaan uit de schuine positie van de mozaïek ten opzichte van de as der buis.

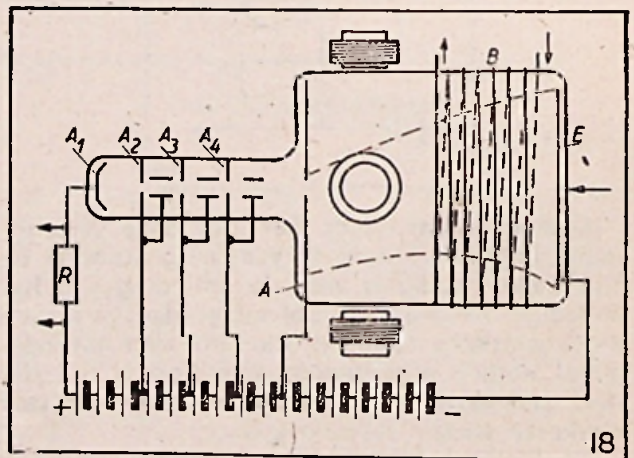


Inderdaad, om een onvervormd beeld te verkrijgen moet de mozaïek zich bevinden in een vlak dat loodrecht staat op de optische as van het objectief O. Maar in dit geval heeft de aftasting altijd volgens een zeer schuine richting plaats. Uit de figuur blijkt duidelijk dat de hoek welke moet beschreven worden door de kathodestraal om een horizontale lijn over het beeld te brengen kleiner is aan den bovenkant van het beeld dan aan den onderkant. Zoo is ook 'n grotere hoek noodig voor het doorloopen van een

zekeren afstand van boven naar beneden in het onderste deel dan wel in het bovendeel. Deze inrichting maakt dus de aftasting moeilijk. Tenslotte heeft ZWORYKIN er zelf de aandacht op gevestigd dat op de oppervlakte van de mozaïek een secundaire emissie ontstond die nadeelig was voor de zuiverheid van het beeld.

Om al deze bezwaren te vermijden hebben G. A. MORTON en A.W. VANCE in 1935 een stelsel beschreven dat we door fig 17 toelichten. De lichtgevoelige laag E wordt als neerslag in den glazen ballon gebracht en ontvangt rechtstreeks het beeld. In de verschillende punten van deze laag komen dan electronen vrij in verhouding van de ontvangen hoeveelheid licht en vormen in zekeren zin een electronisch beeld. Dit wordt aangetrokken door de roostervormige anode A en waarop het geconcentreerd wordt door een electronische lens bestaande uit een spoel B welke door een zekeren gelijkstroom bekrachtigd wordt. Achter het anoderooster A bevindt zich de mozaïek M bestaande uit lichtgevoelige elementen van caesiumoxyde. Deze mozaïek wordt gevolgd door een gemeenschappelijke roostervormige electrode G die over de modulatiweerstand R verbonden is met de positieve klem van de spanningsbron. De lichtgevoelige elementen bezitten de eigenschap veel gemakkelijker secundaire emissies te produceeren dan een gewoon metaal.

Onder den invloed van het electronisch beeld ontstaan dus in de mozaïek secundaire emissies en de hierbij vrijgekomen electronen gaan naar anode A en laten er statische ladingen achter. Gedurende de aftasting van de mozaïek ontlaaft de kathodestraal de condensatorelementen in het rooster G en verwekt in weerstand R den gewenschten variablen spanningsval.



Het ligt voor de hand dat de electronenoptiek hier de televisie ter hulp is gekomen en dat de secundaire emissie hier nuttig is terwijl ze vroeger slechts een schadepost was.

Op zijn beurt gebruikt de Amerikaan FARNSWORTH het beginsel van een electronisch beeld in een zeer interessante iconoscoop die gesteund is, tengevolge van een zeer gewoon toeval, op de grondslagen door DIECKMANN gelegd in 1907. In de plaats van het beeld af te tasten met een kathodestraal die ontstaat uit een gloeiende



kathode, verwekt hij op een doorschijnende licht-gevoelige laag E (fig. 18) — die neergeslagen werd op den bodem van een cylinder — een electronisch beeld dat op halve grootte geconcentreerd wordt op anode A eveneens met behulp van een electronische lens bestaande uit een spoel B die om den cylinder gewikkeld en waardoor ook weer een geschikte gelijkstroom gevoerd wordt.

Bovendien doorloopt dit electronisch beeld twee magnetische of electriche velden die het horizontaal en vertikaal doen afwijken, zoodat alle punten van het beeld achtereenvolgens voorbij trekken aan een gat in de anode. De anode heeft ten opzichte van de kathode een voldoende spanning om een secundaire emissie te verwekken in de buurt van het gat waardoor het aantal electronen, dat er doorheen gaat, sterk verhoogt. Deze worden nog door een electronenmultipliator gevoerd, een combinatie bestaande uit een kleinere cylinder geplaatst in de as van de eerste, waar ze zeer versterkt uitkomen in de richting van een laatste anode A, vanwaar ze naar de positieve klem van de spanningsbron terugkeeren over modulatiweerstand R.

Aldus zijn we reeds aangeland tusschen de moderne, thans gebruikelijke iconoscopen die we vanzelfsprekend later uitvoerig zullen bestudeeren in een speciaal hoofdstuk. Dit historisch overzicht (dat wel iets langer geworden is dan ik me had voorgesteld) dient geëindigd te worden met enkele woorden over de projectie op een scherm van de ontvangen beelden.

Om verschillende personen in de gelegenheid te stellen het ontvangen beeld te bekijken is men vanaf den beginne naar middelen gaan uitzien om deze beelden te vergrooten en dus ze op een scherm te projecteeren zoodat in de bioscoop. Het is vooral met dit doel dat men gaan zoeken is naar middelen om de beeldscherpte te verhoogen. Men heeft eerst gebruik gemaakt van een gemoduleerde booglamp hetzij door het Faraday-effect (NIPKOW) hetzij met een Kerrcel (KAROLUS en ALEX ANDERSON), hetzij door het ultra-geluid (SCOPHONY).

De kathodestraal iconografen zijn doorgaans niet geschikt voor projectie. Het is inderdaad bekend dat het beginsel volgens hetwelk ze functioneeren berust op de fluorescentie welke ontstaat in zekere stoffen zoodat bariumpatino-cyanide, onder den invloed van kathodestrallen. Deze fluorescentie volstaat meestal om rechtstreeks te kunnen worden waargenomen en de meeste kathodestraaliconografen zijn dan ook voorzien van een scherm dat groot genoeg is om met meerderen naar het beeld te kijken. Maar indien de afmetingen van het beeld toenemen vermindert ook de helderheid, en het zou niet mogelijk zijn een iconograaf te bouwen waarvan de lichtsterkte groot genoeg zou zijn om door al de aanwezigen in een groote zaal te worden waargenomen. Om dit te verkrijgen moest de intensiteit der electronenschokken op het fluoresceerend scherm verhoogd worden. Het volstaat natuurlijk wel de snelheid en het aantal der

electronen, b.v. te verhoogen door het gebruik van een hoogere anodespanning in de buis en een hoogere gloeitemperatuur van de kathode. Dit heeft vanzelfsprekend nadeelen voor den levensduur van den gloeidraad en het brengt tevens groot gevaar mee voor den wand der buis die het fluoresceerend scherm bevat.

De N. V. PHILIPS heeft dit vraagstuk opgelost door een veel dikkere wand op deze plaats van de buis te gebruiken (twee cm dik).

De Deutsche firma TELEFUNKEN heeft er een andere oplossing op uitgedacht en is met een stalen iconograaf met hellend scherm, bestaande uit een tamelijk dikke stalen plaat (ong. 1 cm) te voorschijn gekomen waarop de fluoresceerende laag is ondergebracht.

Het aldus verkregen beeld wordt vervolgens op een scherm geprojecteerd door een objectief dat gemonteerd is op het einde van een stalen pijp, die op de zijde van den iconograaf is ingebouwd.

Anderzijds werd door de Engelsche vennootschap SCOPHONY een draaiende spiegel gebouwd voor een draaisnelheid van 30.375 toeren per minuut om op groote snelheid af te tasten zoodat dit vereischt wordt door moderne fijnrastertelevise. Het licht van een speciale kwikdampamp met zeer hooge druk wordt dan gemoduleerd met ultra-geluidsgolven die zelf gemoduleerd zijn met de ontvangen beeldseinen. De aldus gemoduleerde sterke lichtstraal wordt op twee draaiende spiegels gereflecteerd waardoor men de horizontale en verticale aftasting verkrijgt.

De projectie op een scherm heeft eveneens de fijnrasterkleurentelevisie mogelijk gemaakt door het gebruik van drie iconoscopen, waarvan de ééne de roode punten, de andere de blauwe, en de derde de groene punten van het beeld opnam en doorzond naar drie projectie-iconografen die de ontvangen beelden gelijktijdig tot één natuurlijk gekleurd beeld superposeerden.

Met den huidige stand der ontwikkeling wordt het systeem nog weinig gebruikt omdat er drie verschillende golfbanden noodig zijn buiten die voor het begeleidend geluid, en omdat dus de beperkte frequentieband van 7 tot 10 m, voorbehouden aan de televisie, hierdoor ten zeerste belemmerd wordt.

(Wordt voortgezet)

#### MET BETREKKING TOT EEN «LASTENBOEK»

Een der buitengemeenten van een stad ergens in België had een versterker noodig. Het lastenboek lag ter beschikking van de Radiotechnici op het gemeentehuis. Wilt ge dit kennen? Het is de moeite waard.

«Versterker 15 Watt met teere luidsprekers ieders kundende verdragen 15 Watt met encaustie of permanent — microfoon aansluiting — magnetische of perochische P U met automatische onderbreker — Merk Philips, Therens, Garrard. Alles in een kastje om te vrijwaren voor stof te schokken.»

Begint nu maar prijs te maken en zeggen, dat het waarschijnlijk een «Radiotechniker(?)» is, die op zoo iets antwoordde en de bestelling wegkaapte.

Als daarenboven de gemeenten reeds 100 % Belgische producten van meet af beginnen uit te schakelen, dan staat de Nationale radioindustrie voor een «glansrijke» toekomst.

E. P.

## HET FOTO-ELECTRISCH EFFECT

door E. J. I. M. PALMANS

(Vervolg van blz. 95)

## SECONDAIRE EMISSIE.

## a) Energie der uitredende electronen.

Het onder deze paragraaf te bespreken en toegepaste versterkingsprincipe der fotostroom, betaamt in de zg. **secondaire emissie**, welke bestaat in het vrijmaken van nieuwe electronen bij botsing van zg. **primaire electronen** op een metalen oppervlak. Deze soort emissie verschilt in wezen volkomen van de foto- en thermo-emissie. Hier namelijk speelt de uitredingsarbeid geen overwegende rol meer en is evenmin een invloed der temperatuur vast te stellen, hetgeen ons overigens niet verwonderen moet, vermits bij de stootprocessen door de snelle primaire electronen heel wat meer energie kan overgedragen worden, dan bij de thermo- en foto-emissie vereischt worden.

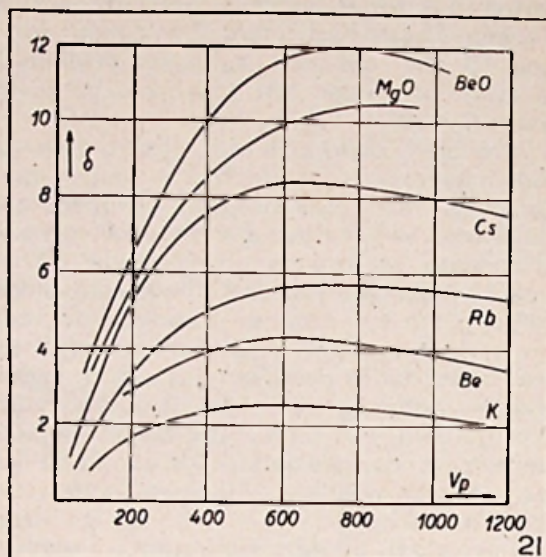
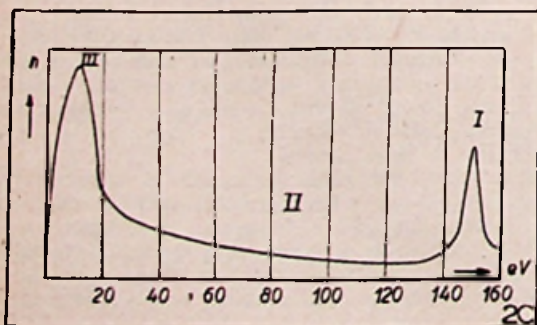
Toch zal ook hier weer een minimale vrijmakingsenergie worden vereischt; inderdaad, beneden een primaire energie van 10 eV worden geen secundaire electronen vrijgemaakt. (Dit blijkt o.a. uit fig. 21.)

Ingevolge de groote snelheid, die de electronen bij botsing kunnen aannemen, verlaten zij het metaal met veel grootere energieën, als de thermo- of foto-electronen. Bij wijze van voorbeeld hebben we in fig. 20 de energieverdeling weergegeven van de electronen, die door primaire electronen met een energie van 155 electronevult uit goud worden vrijgemaakt. In deze figuur is op de horizontale as afgezet de energie der uit het goud terugkeerende electronen, op de verticale as het aantal dezer electronen.

Uit deze kromme blijkt dat de electronen, die bij botsing dezer primaire electronen uit het goud terugkeeren, eigenlijk in drie groepen geargangeerd kunnen worden:

1°) Electronen, die omzeggens de volle primaire energie bezitten: het zijn geen secundaire electronen, maar primaire electronen, die aan het metaaloppervlak worden verstrooid of elastisch weerkaatst (zie fig. 20, groep I).

2°) De electronengroep II, waarvan de energie zich nagenoeg gelijkmatig verdeelt over een groot energie-interval; het zijn primaire electronen die in het metaal zijn doorgedrongen en onder groot energieverlies weer daaruit zijn geraakt.



3°) De eigenlijke secundaire electronen, groep III, die in verhouding tot de primaire energie slechts kleine energieën bezitten (tusschen de 10 en 30 eV).

## b) Rendement der secundaire emissie.

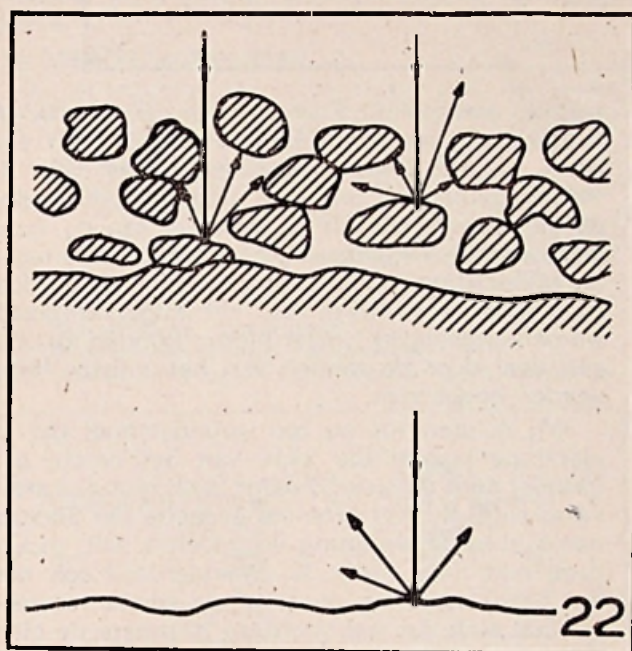
Hieronder zullen we verstaan het aantal secundaire electronen ( $\delta$ ), dat per primaire electron vrijgemaakt wordt. Dat dit aantal niet alleen afhankelijk is van de snelheid der primaire electronen, maar nog van verschillende andere parameters, zooals b.v. invalshoek der primaire electronenstraal, en gesteldheid van het emitterend oppervlak, spreekt vanzelf.

Uit de talrijke metingen betreffende de secundaire emissie, hebben wij hier deze gekozen, welke ons het verloop geven van  $\delta$  bij loodrechten invalshoek, ten eerste voor metalen (fig. 21), ten tweede voor meervoudige lagen. Uit de figuur zien wij, dat  $\delta$  aanvankelijk toeneemt met de snelheid der primaire electronen, om daarna geleidelijk en langzamer opnieuw af te nemen, tot zelfs onder 1. Het in alle gevallen optredende maximum moet waarschijnlijk als volgt worden verklaard: Bij toenemende spanning zal het aantal vrijgemaakte secundaire electronen aangroeien, vermits de beschikbare energie van ieder primair electron toeneemt; van den anderen kant zullen de primaire electronen bij toenemende snelheden steeds dieper in het metaal doordringen, hetgeen voor gevolg heeft, dat de secundaire electronen dieper uit het metaal zullen worden vrijgemaakt om tenslotte zelfs volkomen te worden geabsorbeerd alvorens het metaaloppervlak te bereiken.

Wat betreft het verband van  $\delta$  en de invalshoek der primaire electronen, is te vermelden, dat de nieuwste metingen aangetoond hebben dat bij kleine snelheid der primaire electronen  $\delta$  omzeggens onafhankelijk is van de invalshoek, terwijl bij groote snelheden ( $E_a = 200$  V)  $\delta$  des

te grooter is, naarmate de primaire electronen schuiner op het metaaloppervlak invallen.

Wat tenslotte de gesteldheid van het emitte-rend oppervlak aangaat, ligt het wel voor de hand, dat de emissie des te gunstiger zal verlopen, naarmate het oppervlak effener is. Inderdaad, in geval van een oneffen oppervlak zullen de secundaire electronen ten deele worden opgevangen door de stof zelf, terwijl deze bij effen oppervlakken geen enkele hindernis ondervinden (fig. 22).



Zoals wij bij den aanvang van dezen paragraaf vermeld hebben, verschilt het secundaire emissieverschijnsel volkomen van de thermo- en foto-electrische emissie. Deze vooropzetting is het resultaat van een reeks metingen, welke we hier overzichtshalve laten volgen, de waarde van  $\delta$  hebben betrekking op een primaire electronen-energie van 150 eV.

Metaal	$\delta$	Uittreepotential in Volt
Li	0,45 - 0,55	2,28
Cj	0,55	1,81
Be	0,52	3,16
Mg	0,90	2,42
Ba	0,63	2,11
Al	0,86	2,26
Ca	0,90	4,30
Ni	0,94	5,03
Fe	0,97	4,77
Mo	1,00	4,15
W	0,75	4,52

Hieruit blijkt o.a., hoe de alkalimetalen (Li, Na, Rb, Cs) en de aardalkalimetalen (Be, Mg, Ca, Sr en Ba) welke nochtans — zooals blijkt uit de thermo- en foto-emissie — gekenmerkt zijn door een laag uittreepotential, juist weinig se-

condaire electronen afgeven, zoo weinig zelfs dat ze voor het doel, dat we hier beoogen, absoluut onbruikbaar zijn.

Hooge rendementen worden veeleer verkregen met electroden bestaande uit een combinatie van meerdere electro-positieve elementen. Zoo kan b.v. bij een Caesiumlaag op geoxideerde onderlaag van zilver, een rendement van 8-11 worden bereikt.

Met het oog op de praktische toepassing moet echter niet alleen  $\delta$  hoog genoeg zijn, maar daarenboven gedurende de emissie zoo constant mogelijk blijven, ongelukkigerwijze is dit zelden het geval; de meeste dezer combinaties zijn chemisch en thermisch zeer gevoelig; ze ontbinden zich gedurende de emissie. Onder dit opzicht schijnt het MgO, waarvoor  $\delta$  zeer constant blijft gedurende langen tijd, bijzonder geschikt.

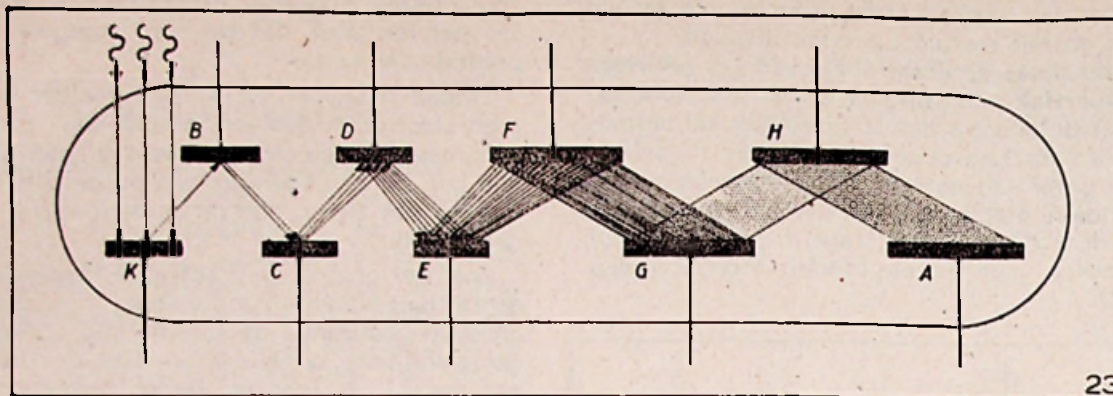
Daarenboven is het practisch onmogelijk in eenzelfde cel fotokathodes en secundaire electronen van verschillende samenstelling op te nemen, vermits er in dit geval gevaar zou bestaan, dat deze zich bij de preparatie in tegengestelden zin zouden beïnvloeden. Wij moeten dus op zoek gaan naar kathodes, bij dewelke een goede secundaire emissie hand in hand gaat met een hooge foto-electrische gevoeligheid. Een combinatie die deze beide eigenschappen bezit is deze bestaande uit **Caesiumoxyde en geabsorbeerd Caesium op een onderlaag van zilver**. De hooge foto-electrische gevoeligheid vindt hare oorzaak in de geabsorbeerde Caesiumatomen, die door het licht gemakkelijk worden geïoniseerd; het goede secundaire emissievermogen is tot het Caesiumoxyde terug te brengen. Het is dan ook deze combinatie die in de aanstonds te bespreken electronenvermenigvuldigers schijnt te worden aangewend.

## ELECTRONENVERMENIGVULDIGERS.

### a) Principe.

Deze secundaire emissie, alhoewel sinds lang bekend en aanvankelijk bij de constructie der thermo-ionische buizen — beschouwd als een ernstige hinderpaal, heeft met uitzondering mischien van de oudere dynatronbuis, slechts praktische toepassing gevonden in de laatste dertig jaar, dank zij de onderzoekingen vooral van SLEPIAN, FARNSWORTH en andere, en dat nameijk in de **electronenvermenigvuldigers**.

De algemeene methode bestaat hierin: de primaire electronen worden gericht op een metalen oppervlak, vooraf gevoelig gemaakt om secundaire electronen te kunnen afgeven; deze secundaire electronen worden andermaal gericht op een tweede gevoelig oppervlak, dat nieuwe electronen vrijmaakt, enz... deze vermenigvuldiging kan theoretisch doorgevoerd worden zoover men wil. Fig. 23 toont duidelijk dit proces. De electroden B, C, H, bestaan uit metalen oppervlakken met hooge secundaire emissie en gebracht op een met hun rang toenemend potential.



Indien  $r$  het aantal secundaire electronen voorstelt, dat door een primair electron vrijgemaakt wordt en  $n$  het aantal trappen, zal de primaire stroom  $I_0$  vermenigvuldigd worden tot  $I_0 r^n$ . Het ligt dus voor de hand dat het totale rendement zeer vlug met het aantal trappen toeneemt.

**b) Uitvoering der electronenvermenigvuldigers.**

De herhaling der vermenigvuldiging kan in principe op verschillende wijzen worden doorgevoerd.

**A) Vermenigvuldigers, waarbij de secundaire electronen aan de rugzijde worden vrijgemaakt.**

In geval de beschoten metaaloppervlakken met hoge secundaire emissie niet te dik zijn zullen door de aanbotsende electronen zoowel secundaire electronen aan de voorzijde als aan de achterzijde worden vrijgemaakt, en kunnen, hetzij de eene hetzij de andere, voor verdere vermenigvuldiging in aanmerking komen. Hierop voortgaande zou een electronenvermenigvuldiger uitgevoerd kunnen worden, onder den vorm van een reeks achter elkaar geplaatste dunne metaalblaadjes, en waaraan opvolgenlijk een hogere spanning aangelegd wordt. Aangezien om stabiliteitsredenen deze metaalblaadjes practisch een zekere dikte moeten hebben, kan de secundaire electronenemissie aan de rugzijde, als er deze toch zijn zou, in alle geval niet groot zijn.

Beter resultaat kan worden bekomen door de metaalblaadjes te vervangen door metaalroosters. Bijgaande figuur (24) toont de principieele opstelling van zulke vermenigvuldigers. De roosters ( $\pm 40.000$  mazen/cm<sup>2</sup>) bevinden zich op ongeveer 5 mm van elkander; tusschen de roos-

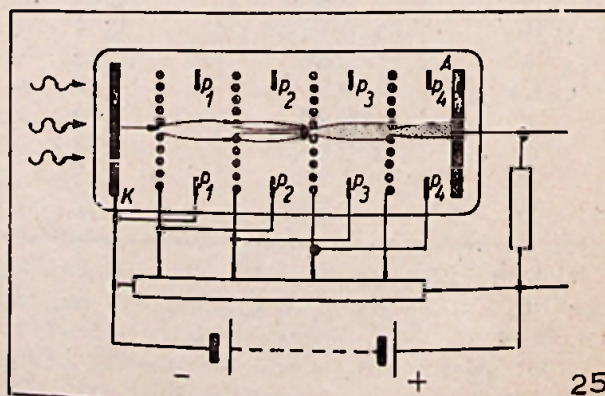
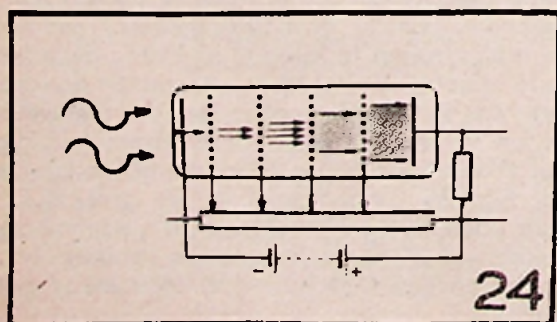
ters ligt een spanning van ongeveer 50 tot 100 V.

Ook deze verwezenlijking is niet wat het zijn moet, vermits immers de roostermazen voor de vermenigvuldiging uitvallen. Daarenboven loopen de electronen, die uit de roosters aan de voorzijde worden vrijgemaakt, eerst een eindje tegen de veldrichting in, alvorens ze omkeeren en door de roostermazen heen, naar het volgende rooster worden opgezogen; maar hierbij kunnen zij voor een deel door de draden van het rooster terug worden opgezogen.

Wij hebben tot nu toe verondersteld, dat de electronenbundel die zich, van het eerste uitgaande, door de buis beweegt, zich niet zoo sterk verspreidt, dat het grootste gedeelte der electronen buiten de omlijning der roosters valt, m.a.w. deze niet meer treft. Is dit inderdaad ook niet het geval voor het eerste of de eerste roosters, dan zal zich dat wel voordoen naarmate de electronenstroom sterker wordt, dus voor de trappen van hooger rang. Om dit te beletten dienen de electronenbundels dus te worden geconcentreerd, hetzij door middel van elektrische, hetzij door magnetische velden. Aan dit concentratiestelsel, d.w.z. aan de hiertoe gebruikte electronenlenzen, dienen echter vanzelfsprekend geen hoge eischen te worden gesteld.

Vandaar zou het reeds voldoende zijn, b.v. een lange magneetspoel over de buis heen te schuiven. Goed resultaat kan eveneens bekomen worden, door tusschen de netten doorboorde geladen platen ( $p_1 p_2 p_3 p_4$ ) op te stellen (zie fig. 25) of de roosters van achter te voorzien van ringen ( $r_1 r_2 r_3 r_4$ ) (fig. 26).

(Wordt voortgezet)



# METHODISCH FOUTZOEKEN

door W. DIEFENBACH.

(Vervolg van blz. 60)

## II. — W. G. VOEDINGSDEEL.

De foutmogelijkheden in W.G.-toestellen zijn talrijker dan in wisselstroomontvangers, daar door de omschakelinrichtingen van de gloeiringen der lampen en door de verschillende maatregelen ter bescherming van de schaal-lampjes de schakeling meer ingewikkeld wordt. Ook in W.G.-toestellen is het, bij het opsporen van een fout-oorzaak steeds goed de anodespanning en den gloei-stroom te meten.

### a) GEEN STROOMOPNAME.

Bij het ontbreken van stroomopname of bij zeer geringe opname kunnen in een W.G.-voedingsdeel de volgende fouten voorkomen (vgl. Fig. 10).

- 1 — Netsnoer onderbroken.
- 2 — Netzekering(en) doorgesmolten.
- 3 — Netschakelaar beschadigd.
- 4 — H.F.-smoorspoel defect.
- 5 — Slecht contact in den spanningsschakelaar van den gloeikring.
- 6 — Urdox-weerstand beschadigd.
- 7 — Schaallampje doorgebrand.
- 8 — Voeding der lampen onderbroken.

Door onderbrekingen van den ingang van het voedings-

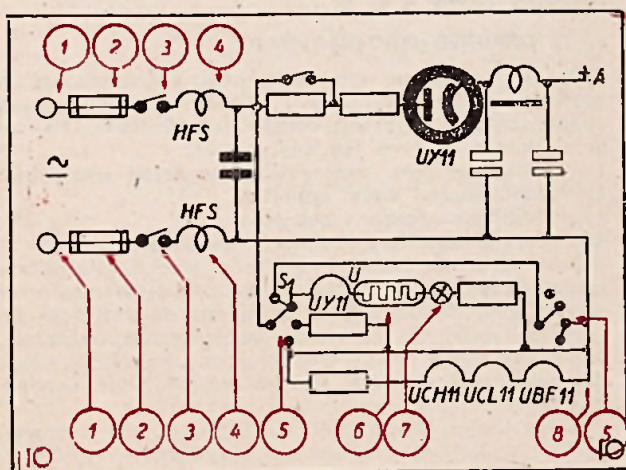


Fig. 10. — In een W.G. voedingsdeel worden deze controle's uitgevoerd indien geen stroom uit het lichtnet wordt opgenomen.

deel tot aan de H.F.-smoorspoel, wordt geen stroom opgenomen. Men onderzoekt nauwkeurig de beide toevoeringen naar het net beginnende met den netstekker over het netsnoer (geval 1), de netzekeringen (geval 2), den dubbelpoligen netschakelaar (geval 3) en de H.F.-smoorspoel (geval 4). De H.F.-smoorspoel H.F.S. moet zorgvuldig onderzocht worden, daar de lijne draadjes der spoel vrij gemakkelijk afbreken.

In den gloeikring van W.G.-toestellen vindt men vaak omschakelaars, ter omschakeling van voorschakelweerstand op andere netspanningen of ter verdeling van den gloeikring der lampen in meerdere zelfstandige kringen. Een algerukte verbinding of een slecht contact van schakelaar S1 onderbreekt in dit geval de gloeiringen, zoodat de lampen niet gevoed worden. (geval 5).

Een onderbreking in den gloeikring kan verder door den, ter bescherming van de schaal-lampjes aangebrachte Urdoxweerstand U veroorzaakt worden (geval 6). Men neme den Urdoxweerstand uit het toestel en onderzoek hem vooral op stroomdoorgang. Een goede Urdox-Weerstand moet in koude toestand een grootere weerstand-waarde hebben dan gedurende zijn werking. Wanneer in den gloeikring een ijzerwaterstof weerstand aanwezig is, dan wordt deze uit het toestel genomen om na te gaan of ook hierin geen onderbreking ontstaan is.

Zeer vaak veroorzaken, doorgebrande schaal-lampjes het uitvallen van den gloeikring (geval 7). In een dergelijk geval neme men het lampje uit de huls en onderzoek het met een zaklampbatterij of den continueitsbeproefer. Een uitzondering hierop vormen schaal-lampjes die met een stroombrug voorzien zijn of toestellen waarin parallel met het schaal-lampje een weerstand geschakeld is. In dit geval ontstaat geen onderbreking van den gloeikring door beschadiging van het schaal-lampje.

Kan men de fout niet in den gloeikring der lampen vinden, dan kan nog slechts een onderbreking in de verbinding der gloeidraden aanwezig zijn (geval 8). Men bemerkte, dat hier één enkele onderbreking volstaat, om niet alleen de betreffende lamp maar alle in den gloeikring aanwezige lampen en andere onderdeelen uit te schakelen.

Dezelfde W.G.-toestellen bevatten een autotransformator, die bij lage wisselspanningen van het lichtnet een voldoende hoge wisselspanning voor de anode der gelijkrichterslamp opwekt. In dit geval moet nog de voedings-transformator met toebehoorende omschakelinrichting op onderbreking onderzocht worden (Fig. 11). Talrijke auto-

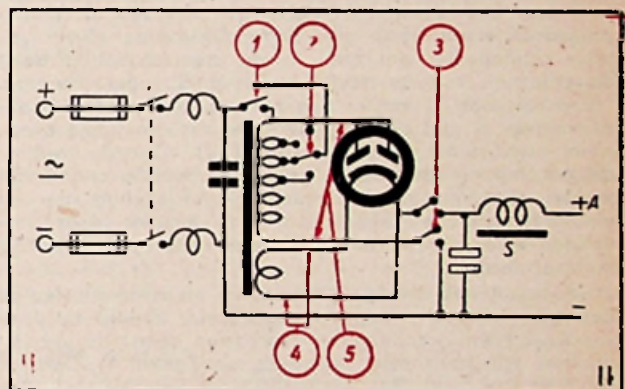


Fig. 11. — Wanneer het W.G.-voedingsdeel met een autotransformator uitgerust is dan kunnen deze fouten nog voorkomen.

transformatoren hebben een 4V-gloeiwikkeling voor de gelijkrichterlamp AZ1, waarvan de anode parallel geschakeld zijn. De wikkeling van den auto-transformator, de gloeiwikkeling inbegrepen, onderzoekte men, op de-gelijke aansluitingen en verbindingen (vgl. paragraaf 4 over voedingstransformatoren). In een dergelijk geval zijn nog ten minste vijf andere fouten mogelijk buiten deze in Fig. 10 aangetoond. (Fig. 11) n.l. in den stroomsoortschakelaar (geval 1 en 3), den spanningsschakelaar (geval 2) de gloeistroomvoeding der gelijkrichterlamp (geval 4) evenals in de aansluitingen en verbindingen der hoogspanningswikkeling (geval 5).

### b) TE HOOG STROOMOPNAME.

Meestal wordt een te hoge stroomopname in een W.G.-voedingsdeel door kortsluiting veroorzaakt. Volgende fout-mogelijkheden bestaan (vgl. fig. 12) :

- 1 — Anodecondensator beschadigd.
- 2 — Ladingscondensator beschadigd.
- 3 — Afvlakcondensator beschadigd.
- 4 — Afvlaksmoorspoel vertoont kortsluiting met de kern.
- 5 — Condensator in den gloeikring der lampen defect.
- 6 — Omschakelaar voor den beveiligingsweerstand beschadigd.

Tusschen de anode en de gemeenschappelijke minus-leiding bevindt zich in W.G.-toestellen vaak een onstoringcondensator. Zoodra de isolatie van dezen condensator niet meer uitstekend is of de condensator kortsluiting vertoont, wordt een veel sterkeren stroom opgenomen (geval 1).

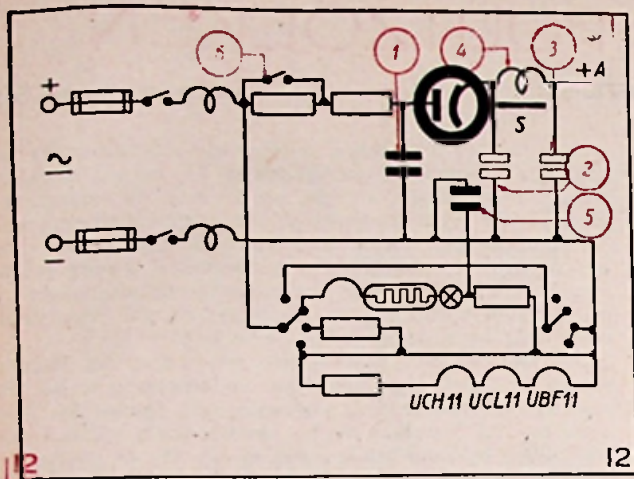


Fig. 12. — Bij te groote stroomopname kunnen, in een W.G. voedingsdeel deze fouten optreden.

Een beschadigde ladings en afvlakcondensator in den filter van een W.G.-voedingsdeel heeft eveneens een verhooging der stroomopname voor gevolg (geval 2 en 3). Men doet een zorgvuldige meting van den lekstroom, waardoor men de deugdelijkheid van den condensator juist kan beoordeelen. In den filter van een W.G.-voedingsdeel wordt vaak een ongepolariseerde electrolytische condensator gebruikt. In de meetschakeling heeft de polariteit van de gelijkstroombron dus geen belang.

Zeer ernstig is verder een kortsluiting van de afvlaksmoorspoel S met de kern, daar de stroomopname eveneens aanzienlijk verhoogt. (geval 4). Ook de verbindingen met de smoorspoel moeten zorgvuldig onderzocht worden. Gaat het om de bekrachtigingswikkeling van een electro-dynamischen luidspreker, dan bestaat door vervormde soldeerlijpjes, eveneens een kans op kortsluiting met het chassis.

Soms zijn ook afvlakcondensatoren en smoorspoelen in den gloeikring der lampen geschakeld. Zoodra in deze condensatoren isolatiefouten voorkomen neemt de stroomopname van het toestel eveneens toe. (geval 5). Daarom zal men een verdachte soortgelijke condensator met zorg onderzoeken.

Tenslotte kan een te hooge stroomopname door een fout in den omschakelaar van den beveiligingsweerstand der gelijkrichterlamp optreden. In dit geval zijn bij 220 V netspanning de voorschakelweerstand geheel of gedeeltelijk kortgesloten (geval 6), terwijl de schakelaar geopend moet zijn en de beveiligingsweerstand geheel moeten ingeschakeld zijn. Voor de gelijkrichterlamp bestaat gevaar voor overbelasting.

In W.G.-voedingsdeelen, die met een autotransformator voorzien zijn, kunnen bovendien verschillende kansen op kortsluitingen ontstaan, die reeds gedeeltelijk bij de be-

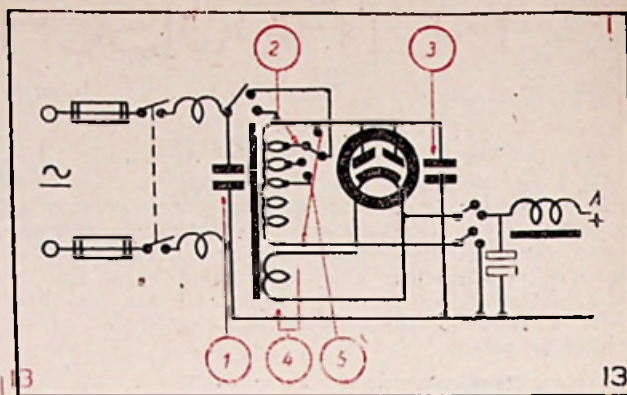


Fig. 13. — Schakelschema voor het autotransformatordeel van een W.G. voedingsdeel. De kansen op fouten zijn met roode pijltjes aangegeven.

spreking van het wisselstroomvoedingsdeel toegelicht werden en uit fig. 13 blijken. Zoo ontstaat een te hooge stroomopname b.v. door een defecten ontstoringcondensator (geval 1), verder door kortsluiting van den spanningsomschakelaar (geval 2), door beschadiging van den anodecondensator der gelijkrichterlamp (geval 3), evenals door kortsluiting der anodespanningswikkeling of der gloeiwikkeling met de kern, m.a.w. door kortsluiting van een der beide wikkelingen of door beide wikkelingen te-eijker tijd (geval 4 en 5).

c) TE GERINGE STROOMOPNAME.

Ook bij te geringe stroomopname is het raadzaam het voedingsdeel te onderzoeken (meten van netspanning, anodespanning en gloei-stroom). Meestal treden de volgende fouten op (vgl. Fig. 14).

- 1 — Gloei-kring voor verkeerde netspanning geschakeld.
- 2 — Voedingsdeel werkt onbelast.
- 3 — Gelijkrichterlampen versleten.
- 4 — Eén of meerdere lampen uitgevallen.

Door verkeerd instellen van den gloeispanningsschakelaar S1 en S2 verkrijgen de lampen te weinig gloeispanning en -stroom (geval 1), zoodat de stroomopname van het toestel vrij merkbaar vermindert. Na omschakeling in de juiste positie moeten deze schakelaars duidelijk gekenmerkt worden voor de verschillende netspanningen.

Ook onbelast neemt het voedingsdeel minder stroom op. Men onderzoekt met den continuïteitsbeproefer de van de kathode der gelijkrichterlamp vertrekkende hoofdspanningsleiding. Onderbrekingen kunnen vooral aan de afvlaksmoorspoel of de bekrachtigingswikkeling optreden, maar ook aan den ladings en afvlakcondensator (geval 2).

Een versleten gelijkrichterlamp levert nog maar weinig stroom. Als gevolg daarvan vermindert de stroomopna-

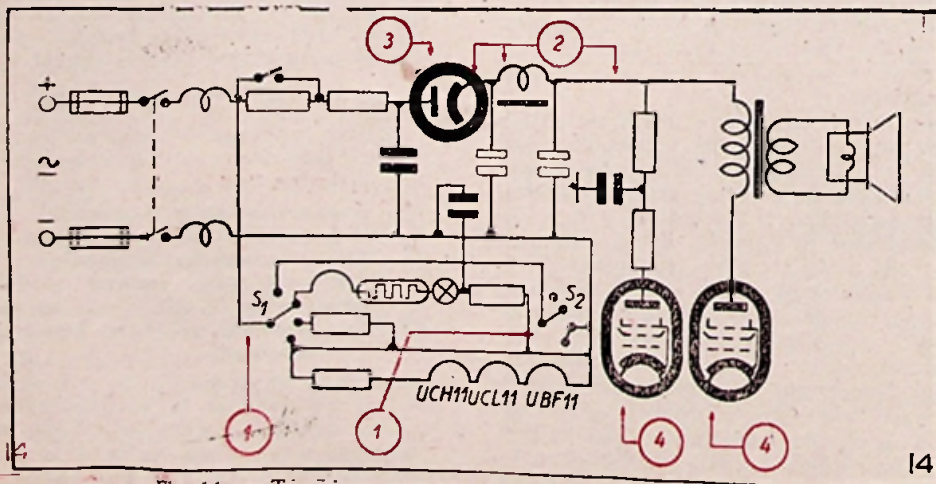


Fig. 14. — Te geringe stroomopname kan door deze fouten ontstaan

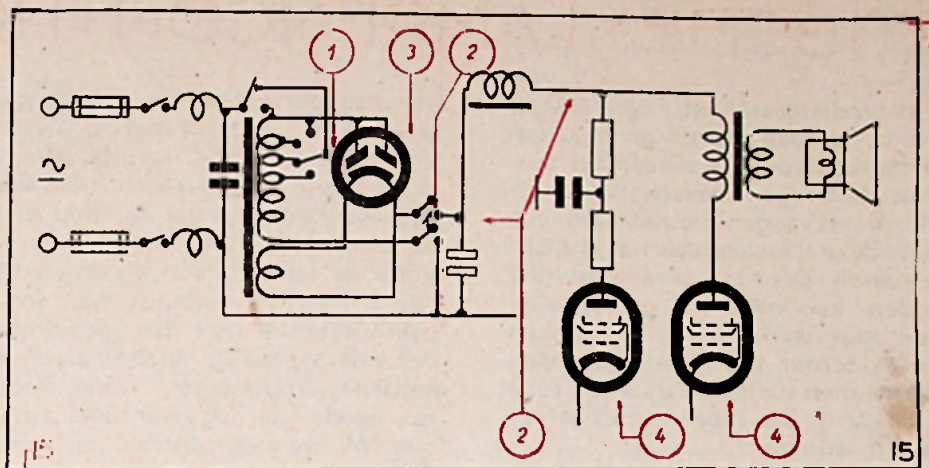


Fig. 15. — Uit dit schakelschema blijken de verschillende foutmogelijkheden die bij een te geringe stroomopname in een W.G. voedingsdeel met autotransformator kunnen optreden.

me van het toestel (geval 3). Het onderzoek met het lampencontroletoestel geeft een duidelijk beeld van den staat der lamp.

Tenslotte gaat de stroomopname van het voedingsdeel terug, wanneer door een of meerdere beschadigde lampen de anodestroom geringer wordt (geval 4). Het onderzoek der verdachte lamp geeft de snelste oplossing. Voor al de eindlamp is steeds bedreigd.

In een W.G.-voedingsdeel met autotransformator kunnen gelijkaardige fouten optreden (vgl. fig. 15). Zoo kan de autotransformator voor een te hooge spanning geschakeld zijn — (geval 1) of hij loopt onbelast — (geval 2). Vaak is de gelijkrichterlamp versleten (geval 3) of een of meerdere lampen zijn defect (geval 4).

**B. — HET OPSPOREN VAN FOUTEN IN HET L.F.-DEEL.**

Wanneer men door de hierboven beschreven metingen en controle's geen ongewoon resultaat verkregen heeft waardoor men de foutoorzaak kan vaststellen, dan is het best thans het L.F.-deel van het toestel te onderzoeken. Om vast te stellen of de fout in het L.F.-deel of in een andere trap van het toestel te zoeken is, legt men een toonfrequentiespanning (b.v. een 800 Hz. toon- of controlefonoplaet) aan de klemmen van den toonaafnemer. Andere toestellen, meestal kleine ontvangers of batterijtoestellen, hebben geen gramfoon aansluiting. In dit geval legt men de L.F.-spanning aan tusschen het stuurrooster en de massa van den L.F.-voorversterker (b.v. aan punt A in Fig. 16 of de eindtrap (punt B1 of B2 in Fig. -1). Bij W.G.-toestellen is het om veiligheidsredenen geraadzaam condensatoren met 5-10  $\mu\mu\text{F}$  (5-10 NF) in de verbindingen te schakelen, zooals uit fig. 16 blijkt.

Wordt de toonfrequentie goed weergegeven, dan ligt de fout niet in het L.F.-deel. In dit laatste deel komen vaak de volgende fouten voor:

a) geen weergave. (toestel blijft stom).

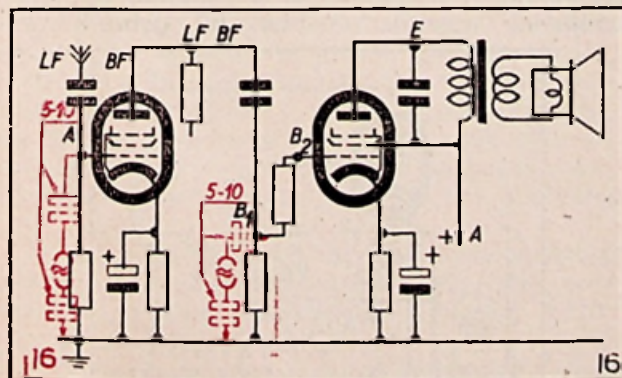


Fig. 16. — L.F.-controle van een tweetraps L.F.-versterker in de punten A, B1 en B2.

- b) zwakke weergave.
- c) vervormde weergave.
- d) gestoorde weergave (brommen, — fluiten, enz.).

Ter juiste opsporing van de fout is het noodzakelijk alle onderdelen en verbindingen van het L.F.-deel zorgvuldig en methodisch te onderzoeken.

**I. EINDTRAP.**

De schakeling van den eindversterker van een wisselstroom en W.G.-toestel is bijna hetzelfde. We zullen er ons dan ook bij bepalen het foutzoeken voor deze beide toestellen aan de hand van een gestandaardiseerde schakeling te verklaren. Het in fig. 17 geteekende schakelschema van een eindtrap bevat de verfijningen (b.v.: toonschakelaar, sperkring voor 9 kHz.) die men in eindversterkers meestal aantreft. De hiernavolgende paragrafen over het foutzoeken in de eindlamp gelden voor alle wisselstroom- en W.G.-apparaten en vaak ook voor batterijversterkers.

a) Geen weergave.

Stelt men door de L.F.-controle van de eindtrap vast, dat de versterker stom blijft, dan is een of meer der volgende fouten daarvan oorzaak (vgl. fig. 17):

- 1 — Secundaire van den luidsprekertransformator kortgesloten.
- 2 — Primaire van den luidsprekertransformator kortgesloten of onderbroken.
- 3 — Anodencondensator kortgesloten.
- 4 — Tweede luidspreker aansluiting beschadigd.

(Vervolg blz. 110)

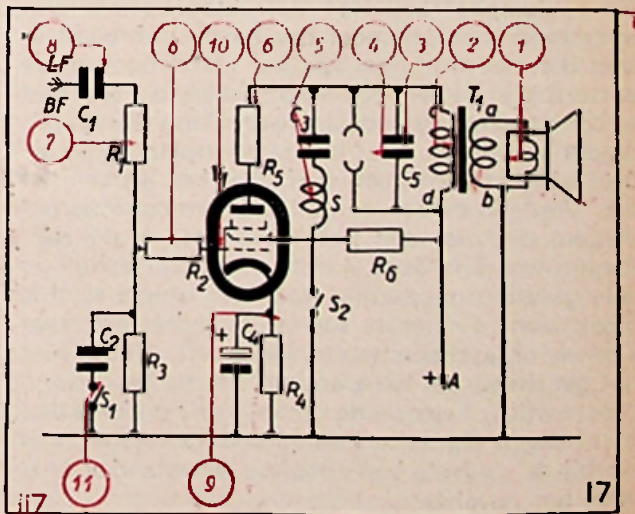


Fig. 17. — Schema voor het opsporen van fouten wanneer de eindtrap niet werkt.

# PRAKTISCHE LAMPENCONTROLE

Bij fouten in radiotoestellen, versterkers, meettoestellen, enz. is men steeds geneigd om de lampen te verdenken vooral wanneer het toestel stil valt. Daar de lampen meestal de eenige vrij gemakkelijk te vervangen bouwdeelen van een toestel zijn, is deze controle ook het gemakkelijkst door te voeren. Door het uitwisselen der lampen door andere kan men vrij gemakkelijk vaststellen of de fout werkelijk in de lampen schuilt. Heeft men echter geen vervanglampen bij de hand, of heeft men vastgesteld dat de ééne of andere lamp defect is, dan moet de betreffende lamp onderzocht worden.

Vooraleer een nauwkeurig onderzoek der lamp gedaan wordt moeten enkele tests gedaan worden, waaruit moet blijken of het nog wel de moeite loont om zich met de betreffende lamp nog langer bezig te houden. De lamp wordt daarom eerst op elektrodenkortsluiting in warmen en kouden toestand gecontroleerd en op gloeidraadbreuk onderzocht.

Voor deze tests heeft men slechts een instrument nodig dat den stroomdoorgang aantoonst. In den handel zijn dergelijke instrumenten verkrijgbaar onder de benaming van « controletoestel voor continuïteit » — « gelijkstroomcontroletoestel » enz. De controle kan met gelijk- of wisselstroom geschieden. De bekende controlekasten, bv. worden eenvoudig met het wisselstroomnet verbonden en bestaan hoofdzakelijk uit twee geïsoleerde draden met proefstiften. Eén der beide stiften is dikker en bevat een gloeilampje met een voorschakelweerstand van enkele 100.000  $\Omega$ . Raakt men de blanke einden der controlestiften aan dan gloeit het lampje. Het lampje gloeit eveneens, wanneer men de stiften, aan twee contacten houdt, die galvanisch verbonden zijn. Het gelijkstroom- of controletoestel voor continuïteit bestaat hoofdzakelijk uit een meetinstrument met zoo mogelijk een gering stroomverbruik (ongeveer 0 tot 5 mA), een geschikte weerstand en een kleine batterij bv. zaklampbatterij. Het instrument is over den weerstand met een pool der batterij verbonden. Met den tweeden pool van het instrument en de batterij zijn de leidingen verbonden, die met het te controleren bouwdeel in aanraking dienen gebracht te worden. Laat het te controleren bouwdeel gelijkstroom door, dan slaat het instrument uit. Verder bestaan er gelijkstroomcontroletoestellen, die met een batterij en een klein zaklampje werken. Deze constructies zijn echter in vele gevallen ongeschikt daar het lampje slechts gloeit wanneer het te meten bouwdeel een zeer kleinen ohmschen weerstand heeft. Dit is niet het geval voor de twee andere, hierna beschreven constructies, waarmede men ook onderdeelen met hoogen ohmschen weerstand kan testen, wat bv. bij de controle van spoelen, weerstanden enz. vaak het geval is.

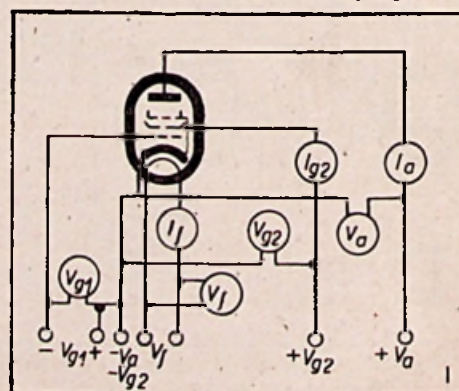
Met behulp van het toestel voor continuïteit controleere men eerst den gloeidraad der lamp. Is

het resultaat negatief dan is de gloeidraad doorgebrand en verder onderzoek der lamp is nutteloos. Bij een positief resultaat kan de gloeidraad in orde zijn. Uit deze controle kan men echter nog niet besluiten dat de lamp de noodige emissie bezit. Na de controle van den gloeidraad wordt de lamp op elektroden-kortsluiting onderzocht. Hiervoor verbindt men één punt van het controletoestel met den gloeidraad en tast met de andere pool de andere elektroden af, zooals kathode, stuurrooster, schermrooster, remrooster, anode e.a. nog eventueel aanwezige elektroden. Wil men de controle zeer nauwkeurig doorvoeren dan legt men één pool van het controletoestel aan het rooster en controleere de overblijvende elektroden op kortsluiting met het rooster. Deze methode zet men voort tot elke elektrode ten opzichte van de andere op kortsluiting onderzocht is. Bestaat er in kouden toestand reeds een elektrodenkortsluiting dan is verdere controle nutteloos en de lamp is eenvoudig defect. Vaak gebeurt het, dat twee elektroden, meestal het rooster en de kathode, in kouden toestand geen kortsluiting vertoonen, maar wél in warmen toestand. Men verhit daarom de lamp met de voorgeschreven gloeispanning en voert nogmaals de reeds besproken controles uit.

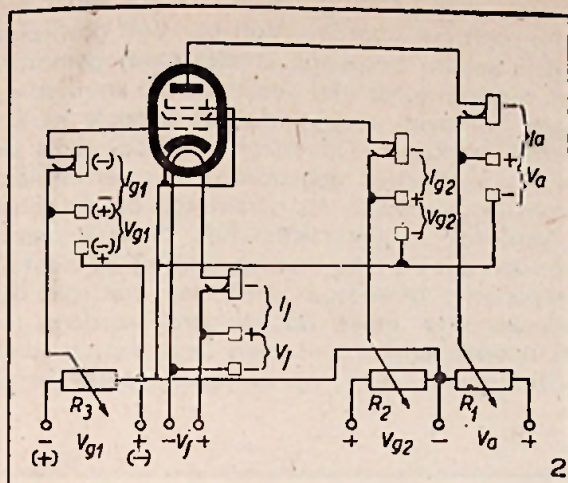
Vertoont de lamp, bij de tot dusver besproken controles geen fout, dan moeten de bedrijfsstroom en -spanningen onderzocht worden. Te bemerken is nog, dat er talrijke lampen bestaan waarin bepaalde elektrodes met elkaar verbonden zijn, niettegenstaande deze elektrodes met afzonderlijke klemmen verbonden zijn. Hiervan moet men zich natuurlijk overtuigen vooraleer men met de controle begint.

Moelijker is het meten der bedrijfsstroom en -spanningen, daar men hiervoor meetinstrumenten en omvangrijke spanningsbronnen nodig heeft.

Fig. 1 — toont het schema voor het controleren van lampen op de juiste bedrijfspanningen en -stroom met een pentode als voorbeeld. De talrijke meetinstrumenten dienen slechts als aanduiding voor de te controleren stroom en spanningen evenals van de schakeling der verschillende meetinstrumenten bij gebruik van







meerdere meettoestellen. In de praktijk volstaat meestal één enkel universeel instrument. Dit zullen wij aan de hand van fig. 2 nog verduidelijken.

Vooraleer men met het meten begint, overtuigt men zich, met behulp van een lampentabel (Radiolampen Vade Mecum) van de aan te leggen stroom en spanningen. Nu wordt de lamp verhit. Na den voorgeschreven gloeitijd wordt de gloeistroom en -spanning gemeten. Het meten der gloeispanning is eigenlijk slechts noodzakelijk voor de controle der spanningsbronnen, daar men meestal accumulatoren of voedingstransformatoren voor de gebruikelijke gloeispanningen van 2, 4 en 6,3 V gebruikt. De gloeispanning mag volgens de gebruikelijke toleranties  $\pm 10\%$  afwijken van de gespecificeerde waarden, dit heeft geen groote invloed op de bedrijfspanningen en -stroom der lamp. De meting van den gloeistroom is in zoover belangrijk dat een verdere controle der lamp nutteloos is indien de gloeistroom meer dan 30 % beneden de in de lampentabel opgegeven waarde ligt. In dit laatste geval kan men met zekerheid aannemen dat de emissie ver beneden de normale waarde ligt.

Na de controle van den gelijkstroom en -spanning wordt de roostervoorspanning ingesteld. Voor dit doel kan men een anodebatterij gebruiken. Is een voedingsblok met aftakkingen voor een roostervoorspanning aanwezig, dan is het raadzaam deze door een potentiometerschakeling veranderlijk te maken en met behulp van een instrument juist te meten. Deze roostervoorspanning moet zeer precies ingesteld worden, daar, vooral bij steile lampen, de verkregen anodestroom buitengewoon sterk van de ingestelde roostervoorspanning afhankelijk is. Een controle van den roosterstroom is meestal niet noodzakelijk, daar bij een negatieve roostervoorspanning geen roosterstroom mag vloeien.

Op dezelfde wijze als de roostervoorspanning wordt de schermroosterspanning ingesteld, met behulp van een anodebatterij, of een P.S.A. (plaatspanningsapparaat).

Ook hier moet men de in de lampentabel aangegeven waarden juist instellen en controleren. Het voornaamste kenmerk der werking van een

lamp is de anodestroom. Na het instellen van de voorgeschreven anodespanning wordt de anodestroom gemeten. Is de anodestroom veel zwakker dan de aangegeven waarde, dan is de emissie der kathode verzwakt. In dit geval zegt men dat de lamp « dood » is. Bij H.F.-lampen volgt daaruit een vermindering der versterking, terwijl bij eindlampen, het bereikbare uitgangsvermogen vermindert en sterke vervormingen der weergave optreden. Toleranties tot 20 % van de maximaalwaarden zijn loelaatbaar.

Men kan de lamp nog verder op hare capaciteit, den aanloopstroom, enz. onderzoeken. Deze controles zijn echter voor het normale gebruik niet zoo belangrijk. Wij zullen ze hier dan ook niet bespreken.

Zooals wij reeds vroeger bemerkten volstaat meestal een normaal universeel instrument. De schakeling van een eenvoudig controletoeistel, waarmede de beschreven metingen kunnen gedaan worden, is als fig. 2 opgenomen. De constructie van het toestel werd hierbij zóó uitgevoerd dat, door schakelbussen, de stroomvoerende leiding onderbroken wordt, door het insteken van een bananenstekker. De schakelbussen worden zóó aangebracht dat zij steeds het minuspunt van de spanningsbron bij de stroommeting vormen. Moet b.v. achter elkaar de anodestroom en de anodespanning gemeten worden, dan dient men slechts den stekker uit de schakelbus te verwijderen. Na omschakeling van het meetinstrument op het geschikte spanningsbereik wordt deze stekker voor het meten der spanning met het minuspunt der spanningsbron verbonden. Dezelfde methode werd gebruikt voor het meten der gloei-, rooster- en schermroosterstroom en -spanningen. Natuurlijk kan men met behulp van een ingewikkelde schakeling en ingebouwde voorschakel- en shuntweerstand dit doel ook bereiken. Men heeft dan slechts een eenvoudige omschakeling te doen. De schakeling van fig. 2 is in dit opzicht zeer eenvoudig.

Als spanningsbronnen kan men anodebatterijen of voedingstoestellen gebruiken. Bij deze laatste dient echter bemerkt te worden, dat éénzijdig een voldoende hoge anodespanning (ongeveer 350 V) beschikbaar moet zijn, terwijl anderzijds het toestel een sterken stroom moet kunnen leveren (ongeveer 100 tot 150 mA). De spanningsdeeler  $R_1$  en  $R_2$  moeten zóó gedimensioneerd worden, dat hun stroom zeer sterk is verzeleken met den te gebruiken anode- en schermroosterstroom, daar anders bij anodestroomveranderingen, b.v. door het regelen van de roostervoorspanning, ook de anodespanning verandert. Men moet dan door het bijregelen van  $R_1$  of  $R_2$  de juiste spanning trachten te verkrijgen. Dit geldt vooral voor de nog te bespreken opname der lampkarakteristieken. Voor de roostervoorspanning kan een spanningsdeeler met vrij hoogen weerstand gebruikt worden, daar hier meestal geen stroom afgenomen wordt. De regeling der gloeispanning geschiedt best door een transformator met verschillende aftakkingen of

door een accumulatorenbatterij die men per 2 V aftakken kan.

De reeds beschreven methodes maken hoofdzakelijk een controle der bedrijfsspanningen en stromen mogelijk. In vele gevallen zijn naast de gelijkstroom en spanningen ook de lampkarakteristieken van belang. Dit is vooral zóó voor de  $I_a-V_{g1}$  karakteristiek met de anodespanning als parameter en de  $I_a-V_g$  karakteristiek met de roostervoorspanning als parameter. In principe zijn de in de figuren 1 en 2 geschetste apparaten voor de opname van deze karakteristieken evenals voor de bedrijfsspanningen en stromen geschikt.

De **steilheid** van een lamp wordt omschreven als de anodestroomverandering per Volt roostervoorspanningsverandering. Als formule uitgedrukt is dit als volgt :

$$S = \frac{\Delta I_a}{\Delta V_{g1}}$$

Voor het meten verandert men de roostervoorspanning om 1 V in positieve of negatieve richting en meet bij een constant gehouden anodespanning de hierdoor ontstane verandering van den anodestroom. Is de verandering van den anodestroom per Volt verandering van de roostervoorspanning te klein of te groot, dan kan men ook een kleiner of grooter breukdeel van de roostervoorspanning veranderen. Door een deeling van de verkregen spannings- en stroomveranderingen komt men tot hetzelfde resultaat.

De **inwendige weerstand** wordt omschreven als de verandering van den anodestroom per verandering van de anodespanning, dus :

$$R_i = \frac{\Delta V_a}{\Delta I_a}$$

Het meten geschiedt door het veranderen der anodespanning met een bedrag, dat volstaat om een voldoende wijziging van den anodestroom te verwekken. Door het deelen van de gemeten waarden bekomt men den inwendigen weerstand.

Het doorgrijpvermogen kan men volgens de Barkhausensche formule uit de steilheid en den inwendigen weerstand berekenen.

$$D = \frac{1}{S \cdot R_i}$$

Men moet echter bemerken, dat de steilheid en den inwendigen weerstand, dus bijgevolg ook het doorgrijpvermogen, sterk afhankelijk zijn van het punt de karakteristiek waar deze waarden gemeten werden. Als vergelijking met de door de lampenfabrieken opgegeven stroom- en spanningswaarden, zal men de steilheid en den inwendigen weerstand best in het normale werkpunt meten, dus bij de normale bedrijfsspanningen en stromen.

Het opnemen van de lampkarakteristieken zal nu wel voor niemand meer moeilijk zijn. Bij een constant gehouden voeding wordt bijvoorbeeld voor het opnemen van de  $I_a-V_{g1}$ -karakteristiek

de roostervoorspanning van af 0 V (of vanaf een kleine positieve waarde), Volt per Volt gewijzigd en den daarbij hoorende anodestroom gemeten. Deze meting wordt met verschillende anodespanningen herhaald, zoodat men de geheele karakteristiek verkrijgt. Op dezelfde wijze wordt de  $I_a-V_a$ -karakteristiek opgenomen met verschillende roosterspanningen als parameter. Bij de opname van de  $I_a-V_{g1}$ -karakteristiek dient bemerkt te worden dat bij elke meting, waarbij de roostervoorspanning gewijzigd werd, een controle der anodespanning moet doorgevoerd worden. Indien noodzakelijk moet men deze laatste door het bijregelen van  $R_1$  op de juiste waarde brengen.

## WIJ ANTWOORDEN

*V. D. K., van Kortrijk, vraagt: Welke zelfinductie een afvlaksmoorspoel moet hebben?*

Vooraleer een gunstig gevolg te kunne geven aan uw vraag vestigen we er de aandacht op dat de waarde der smoorspoel afhankelijk is van :

- 1° de stroomsterkte verbruikt door het te voeden toestel ;
- 2° de waarde der gebruikte condensatoren voor de gelijkrichting ;
- 3° de gelijkrichtersbuis.

Geldt het echter de gelijkrichting in een normaal radiotoestel dan kunt U een smoorspoel aanwenden van ongeveer 20 H.

Gelieve dus nader te specificeren zoo het een ander geval is.

V. E.

*P. W. C., van Kuurne, vraagt: Is het niet mogelijk, met het oog op « zijn plan te kunnen trekken in de brousse van Congo » een lijst op te geven van 't minimum materiaal noodig om de meest voorkomende fouten te herstellen?*

Mogen we openhartig antwoorden? Wel onze rede-neering bij het antwoorden uwer vraag was ongeveer als volgt: Moest U kunnen depanneeren, dan zoudt U weten, welke toestellen hiertoe noodig zijn. En aangezien uwe vraag ons een tegenovergestelde indruk geeft, veronderstellen we dus beter te doen U aan te raden in geval van defect van uw eigen toestel of dit van vreemden, hier voorloopig niet aan te komen. Zijn we mis — en dit misschien omdat we uwe vraag niet voldoende begrepen — dan komen we graag hierop terug.

E. P., Leuven.

*L., van Wijschate, vraagt: Wat is bandspreiding?*

In het korte-golfgebied zijn de telefontoestellen voornamelijk gelokaliseerd in eenige enge banden, zoonls de 10, 20, 31 en 49 meter band. Deze banden nemen slechts een klein gedeelte der schaal in beslag. De bandspreiding bestaat nu hierin, iederen band afzonderlijk zoodanig uit te rekken, dat hij over de heele lengte van de schaal verspreid wordt.

B.

*M. E., van Hannut, vraagt: Welk is de taks die moet toegepast worden op nieuwe ontvangtoestellen door mij gemaakt bij de verkoop aan particulieren?*

Deze taks bedraagt 10 % op den verkoopprijs van uw toestel. Om volledig in regel te zijn dient U daarboven in bezit te zijn van een factuur van aankoop uwer onderdeelen, insgelijks 10 % taks dragende.

E. P., Leuven.

# BON

(Voor de Redactie).

In welke artikels stelt U het meest belang?

Welke onderwerpen zoudt U graag behandeld zien?

.....

.....

.....

.....

**Jong energiek zakenman**  
in druk Rotterdamsch stadsdeel zoekt

**VERTEGENWOORDIGING**  
van een goed radio-artikel.

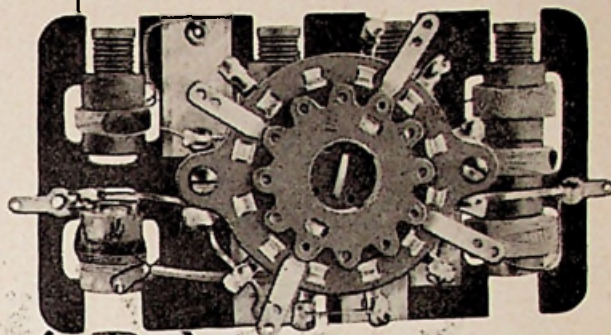
Kapitaal aanwezig.

Brieven : No. 149, Adv. Bureau Betcke,  
Beyerlandschelaan 180,

ROTTERDAM-ZUID.

Holland.

SOCIÉTÉ  
**OMEGA**



## ISOBLOC 245

Bloc 3 gammes à  
5 circuits réglables  
par noyau ISOFER.

SOCIÉTÉ  
**OMEGA**

15 rue de Milan, Paris-9<sup>e</sup> - Tri 17-60  
11-13 rue Songieu, Villeurbanne - Vil 89-90

R.-L. Dupuy.

★ **ISOFER**  
Noyau magnétique  
à réglage progressif  
et freiné.  
Equipe aussi  
**ISO MF 44**

# VOORBEHOUDEN

# AAN

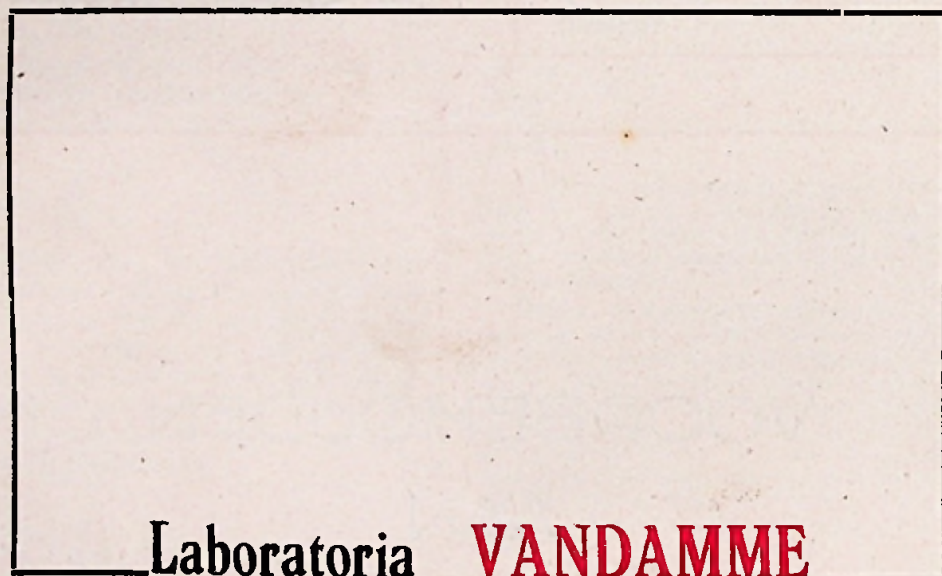
# A D Z A M

**Alle**



**Electrische**

**MEETINSTRUMENTEN**



**Laboratoria VANDAMME**

**Amerikalei, 188**

**ANTWERPEN — Tél. 751.59**

